http://cnum.cnam.fr
Conservatoire numérique des Arts & Métiers

Auteur ou collectivité : Goschler, Charles
Auteur : Goschler, Charles
Titre : Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer

Auteur : Goschler, Charles
Titre du volume : Tome Deuxième. Service de la voie

Adresse : Paris : Liège : J. Baudry, 1872
Collation : XVI-746 p. : fig. ; 21 cm
Cote : CNAM-BIB 8 Le 568 (2)
Sujet(s) : Chemins de fer

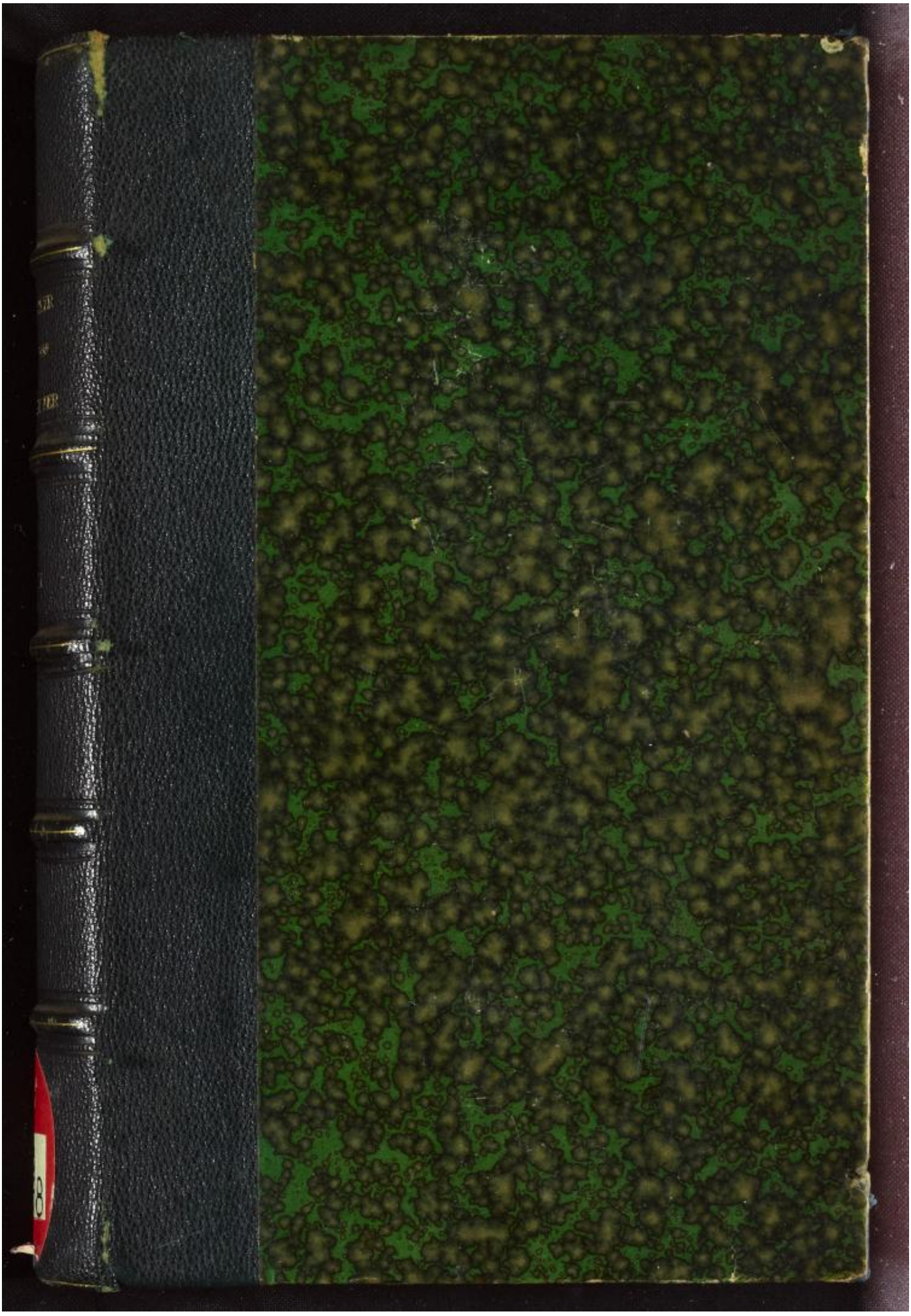
Date de mise en ligne : 08/11/2016
Langue : Français

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?8LE568.2

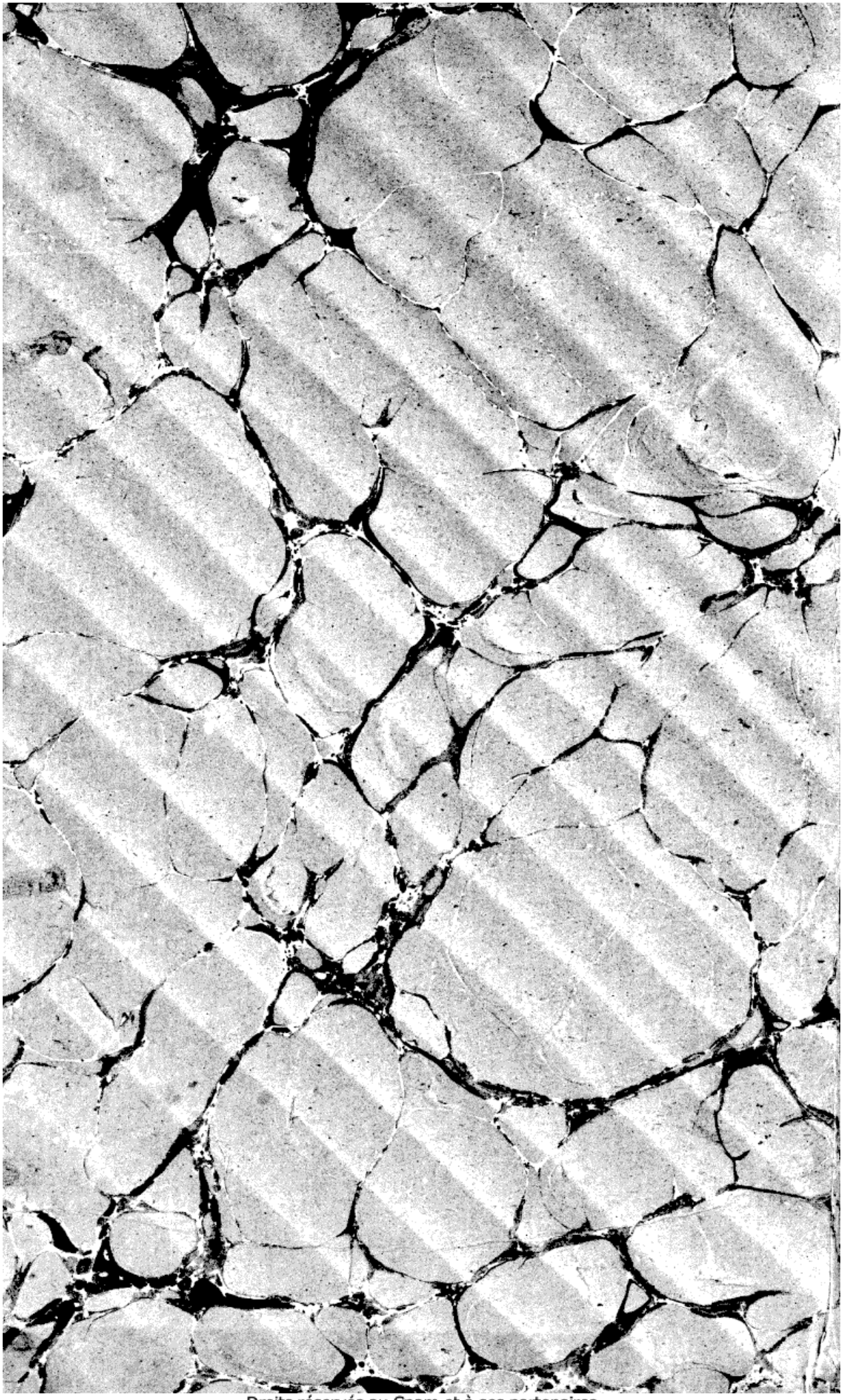
La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*. You may assemble and distribute links that point to other *CNUM* documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from *CNUM*.

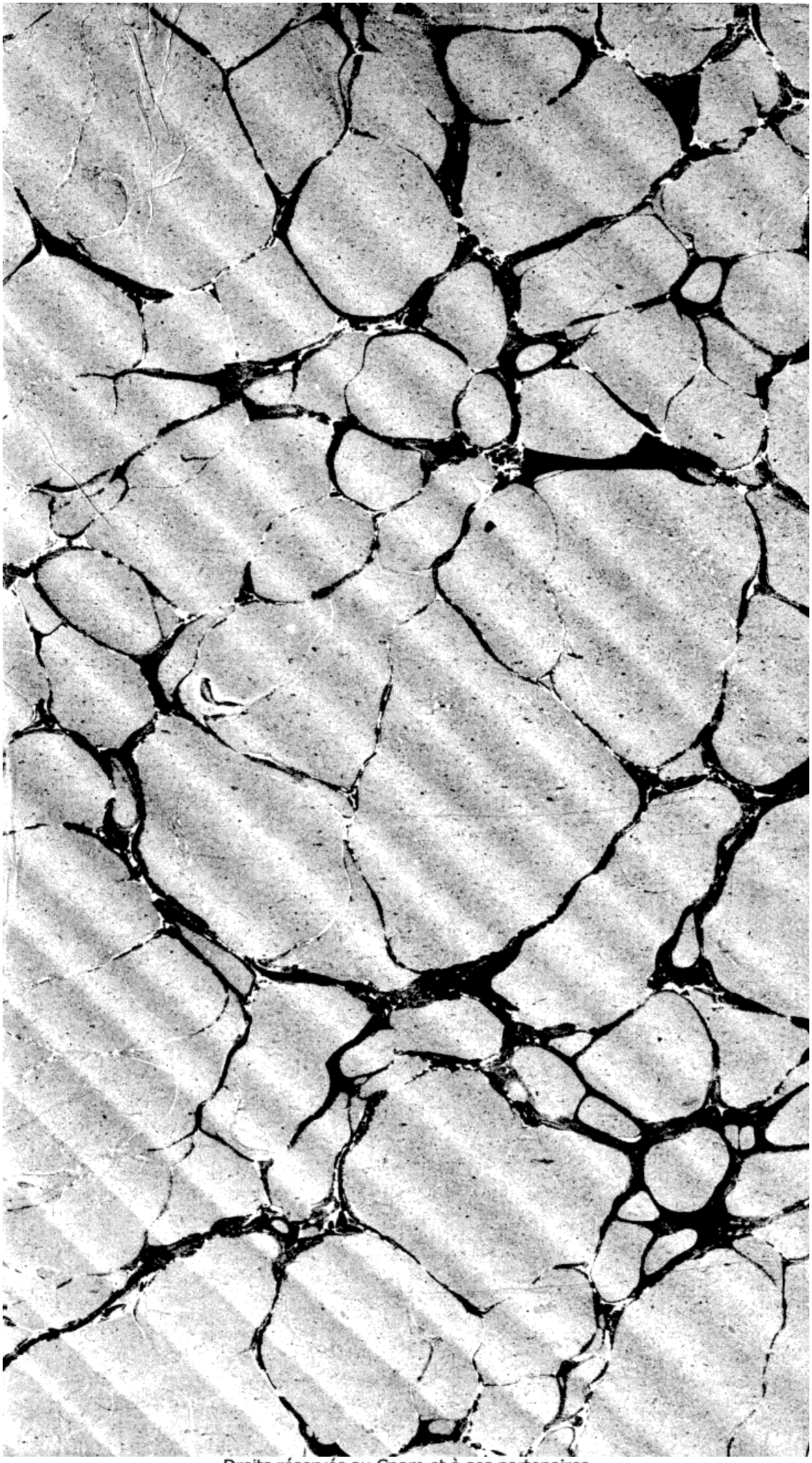
PDF créé le 7/11/2016



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRAITÉ PRATIQUE

DE L'ENTRETIEN ET DE L'EXPLOITATION

DES

CHEMINS DE FER

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

NOTE SUR LES CHEMINS DE FER SUISSES. Brochure in-8°, un tableau et planches, 3 fr.

NOTE SUR LA CONSTRUCTION DU PONT DU RHIN A COLOGNE. Avec planche.

NOTE SUR LA PÉNÉTRATION DU BOIS PAR DES SELS MÉTALLIQUES.

DESCRIPTION D'UN PROCÉDÉ DE CARBONISATION EMPLOYÉ SUR LES BASSINS HOUILLERS DE SAARBRUCK ET DE LA RUHR, EN 1852 ET 1853. Avec planche, 1 fr. 50.

NOTE SUR L'EXPLOITATION DES MINES ET DES USINES DE BLEYBERG-EN-EIFFEL.

Paris. — Typographie A. Hennuyer, rue du Boulevard, 7.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8°-Le 568

TRAITÉ PRATIQUE

DE

L'ENTRETIEN

ET DE

L'EXPLOITATION

DES

CHEMINS DE FER

PAR

CH. GOSCHLER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES
et successivement :
INGÉNIEUR AUX CHEMINS DE FER D'ALSACE, INGÉNIEUR PRINCIPAL AUX CHEMINS DE FER DE L'EST
DIRECTEUR GÉNÉRAL DU CHEMIN DE FER HAINAUT ET FLANDRES
DIRECTEUR DU CONTRÔLE DE LA CONSTRUCTION DES CHEMINS DE FER DE LA TURQUIE D'EUROPE, ETC.

DEUXIÈME ÉDITION CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

TOME DEUXIÈME

SERVICE DE LA VOIE

CONSERVATOIRE Nal DES ARTS-ET-MÉTIERS
Bibliothèque

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE
J. BAUDRY, LIBRAIRE-ÉDITEUR
RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
LIÉGE, MÊME MAISON

1872

Tous droits réservés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DONS
N° 3531

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE VII. — APPAREILS DE LA VOIE.

Nos.		Pages.
31.	Classification	1

§ I. — *Branchements.*

232.	Conditions générales	2
233.	Tracé des branchements	3
234.	Dispositions d'ensemble des changements de voie simples	7

Changements à rails mobiles, 7. — Changements à doubles rails mobiles, 8. — Changements à aiguilles fixes et à contre-rails mobiles, 8. — Changements à deux aiguilles, l'une fixe, l'autre mobile, 10. — Changements automoteurs à aiguilles mobiles inégales, 11.— Contre-rails.— Suppression du contre-rail, 12. — Changements à aiguilles égales, 12.

235.	Branchements doubles	14
236.	Dispositions d'ensemble des croisements	15
237.	Construction des changements	18
238.	Rails contre-aiguilles	21
239.	Aiguilles	24
240.	Aiguilles des changements doubles	28
241.	Coussinets de support et de glissement	29
242.	Tringles de connexion	32
243.	Appareil de manœuvre des aiguilles	34

Levier français, 35.— Levier prussien, 36.— Levier bavarois, 36.

244.	Cadenassement	39
245.	Enclanchement	39
246.	Manœuvre à distance	40
247.	Signaux de branchements	42

Signal hanovrien, bavarois, saxon, 43. — Signal de l'Ouest, de la Méditerranée, 44. — Signaux Bender, 45. — Signal prussien, 47. — Signal réflecteur à bras mobiles (Est), 47.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos. Pages.

248. Construction des croisements..... 48
249. Croisements en fonte ordinaire..... 51
250. Croisements en fonte et fer..... 51
251. Croisements en fonte dure..... 53
252. Croisements en acier fondu..... 56
253. Croisements en rails assemblés..... 57
254. Montage des branchements..... 59
Charpente des croisements, 62.
255. Conditions d'exécution des changements et croisements..... 63
Matières, 63. — Changements, 64. — Croisements, 65. — Charpentes, 66.
256. Pose des branchements..... 66
Pose d'un branchement pendant l'exploitation, 72.
257. Prix de revient des changements et croisements,..... 73
258. Bois nécessaire à l'établissement des branchements..... 76
259. Frais de pose des changements et croisements..... 78
Conditions d'exécution, 79. — Série de prix, 80.
260. Entretien des changements et croisements de voies..... 82

§ II. — *Traversées de voies.*

261. Conditions générales..... 86
262. Traversées à niveaux différents..... 87
263. Traversées au même niveau..... 88
Traversées rectangulaires, 88. — Traversées obliques, 89.
264. Montage et pose des traversées..... 91
264 *bis*. Emploi des traversées à la circulation temporaire sur voie unique..... 92

§ III. — *Branchements-traversées.*

265. Considérations générales..... 93
266. Tracé des branchements-traversées..... 94
267. Construction des branchements-traversées..... 95
Aiguillages, 95. — Manœuvre des aiguilles, 95, — Croisements doubles, simples, 96.
268. Montage et pose..... 96

§ IV. — *Plaques tournantes.*

269. Classification..... 97

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos. Pages.

270. Petites plaques tournantes d'ateliers..... 98

Plaques volantes, plaques en bois, 98. — Petite plaque en fonte 99.

271. Plaques tournantes moyennes 101

Plaque en fonte de 5m,50, 102. — Plaque anglaise, 105. — Plaque en fonte et bois, 105. — Plateau mobile en acier fondu, 109. — Plateau mobile en fer et tôle, 110. — Augmentation du diamètre des plaques tournantes, 113.

272. Grandes plaques et ponts tournants..... 114

Ponts tournants en fer, Nord, 116.— Ponts tournants en Prusse, 121. — Pont tournant de Lyon, 122.

273. Conditions de fabrication..... 124

Qualités des matières, épreuves et réception, 125. — Garantie, règlement, 126.

274. Fondations et pose..... 127

275. Entretien des plaques tournantes 129

§ V. — *Chariots.*

276. Classification 133

277. Chariots à fosse..... 134

Petits chariots, 134. — Chariots du Bourbonnais, 135. — Grands chariots, 135.

278. Chariots à niveau..... 138

Chariot Dunn, 138. — Chariot badois, Est, 139. — Chariot autrichien, 140.— Chariot de l'Ouest, 142.— Grands chariots, 143.

279. Construction et installation des chariots..... 144

CHAPITRE VIII. — ACCESSOIRES DE LA VOIE.

§ I. — *Signaux fixes.*

280. Classification 146

281. Conditions générales..... 147

Influence de la forme, 148. — Influence des contrastes, 148.

282. Sémaphores 149

Signaux anglais et allemands, 149. — Sémaphores de Lyon, 153. — Signaux d'Orléans, 154.

283. Signaux avancés 154

Mât de signal : Lyon, Est, 155; — Ouest, 158; — Nord, 159.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos. Pages.

284. Manœuvre des signaux avancés 161
Manœuvre de Lyon, 161 ; — de l'Est, 163 ; — du Nord, 164 ; — de l'Ouest, 166 ; — Manœuvre à deux fils, 169.

285. Signal automoteur 170
Manœuvre à la main, 170; — à la machine, 171.

286. Transmission de mouvement 172
Fil de fer, 172. — Piquets, 172. — Supports-poulies, 173.

287. Signaux de protection 177
Disques spéciaux, 178. — Pétards, knall-signal, 179.

288. Contrôle des signaux avancés 179
Disques répétiteurs, 180. — Signaux à transmissions multiples, 182. — Disques répétiteurs électriques, 183.— Miroirs réflecteurs, 184.

289. Signaux de bifurcation 184
Enclanchement, 186. — Manœuvre au chemin du Nord, 188.

290. Calculs relatifs aux signaux avancés 189
Résistance au mouvement, 189. — Résistance du disque, 190. — Frottement du fil sur ses supports, 191. — Résistance sur une poulie horizontale, 192. — Résistances totales, 195. — Course du levier de manœuvre, 196.

291. Conditions d'exécution des signaux fixes 199
Qualités des matières, 199. — Epreuves, 200.— Fabrication, 200. — Réception et garantie, 201.

292. Frais de construction des signaux 201

293. Emplacement des signaux avancés 204

294. Pose des signaux fixes 206
Pose du mât de signal et du levier de rappel, 207. — Pose du levier de manœuvre, 208. — Pose de la transmission, 208. — Signaux à deux ou trois transmissions, 210. — Peinture des appareils, 210.

295. Entretien des signaux fixes 210
Mât de signal, 210. — Lanternes et écrans, 211. — Levier de rappel, levier de manœuvre, 212. — Transmission, 213. — Peinture, 213. — Répétiteurs à sonnerie électrique, 214. — Agents chargés de l'entretien, 215.

§ II. — *Appareils de levage.*

296. Classification 215

297. Grues fixes 215
Grues à révolution partielle, 215. — Grues à révolution complète, 217. — Grues à pivot fixe, 218. — Grues à pivot tournant, 219.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos. Pages.

298. Grues locomobiles 222

Grues à équilibre constant, 223. — Chèvre à trois pieds, 225.

299. Treuils-chariots 225

Treuils-chariots simples, 225. — Treuils-chariots à double mouvement, 226.

300. Manœuvre des appareils de levage 228

301. Appareils hydrauliques 231

Dispositions générales, 231. — Engins de manutention, 234. — Machine motrice, 236. — Accumulateur central, 239. — Conduite d'eau, 242. — Elévation simple, 243. — Monte-charge, 244. — Grues fixes avec treuils à chariots, 246. — Grues pivotantes, 246. — Appareils de la gare de la Rapée, 248.

302. Construction des appareils de levage 249

Transmission, 249. — Mécanisme, 250.

303. Conditions de fabrication 252

Montage à l'usine, 252. — Montage sur place, 252.

304. Emploi des appareils de levage 253

Puissance des grues, 253. — Emploi des grues locomobiles, 256. — Démontage des grues roulantes pour expédition, 257. — Remontage pour mise en service, 258.

305. Entretien des appareils de levage 259

Entretien des chaînes, 260. — Remplacement d'un fuseau, 262. — Remplacement d'un maillon, 263.

306. Prix d'établissement des appareils de levage 263

§ III. — *Appareils de pesage.*

307. Dispositions générales 267

308. Pont-bascule à fosse 269

309. Pont-bascule sans fosse 271

310. Conditions d'établissement et d'emploi des ponts-bascule 274

Réception, 275. — Emploi, 275.

311. Entretien des appareils de pesage 276

Assainissement des fosses, 277. — Fondation et maçonnerie, 278. — Type de rails : arrêt, 278. — Tablier, pointes et couteaux ; romaines, curseurs, index, etc., 279. — Appareils de calage, 280. — Peinture, 280.

312. Vérification des ponts-bascule 281

Nécessité de vérifier les appareils, 281. — Causes d'inexactitude dans les pesées ; vérification des rapports des leviers, 281. — Vérification des curseurs, 282. — Vérification de la graduation, 283.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ IV. — *Appareils divers.*

Nos. Pages.
313. Indicateurs de distances..... 283
314. Indicateurs de déclivité..... 287
315. Indicateurs divers..... 289
316. Poteaux d'indicateurs en vieux rails..... 291
317. Heurtoirs..... 292
Heurtoirs pour voies de garage, 292. — Heurtoirs de quais à marchandises, 293. — Heurtoirs de voies principales, 294. — Prix de revient, 296, 298.
318. Arrêts mobiles ou taquets..... 301

CHAPITRE IX. — STATIONS.

§ I. — *Dispositions d'ensemble.*

319. Conditions générales..... 305
Service de la voie, 306. — Service de la locomotion, 306. — Service du trafic, 307.
320. Classification..... 310
321. Haltes simples ou points d'arrêt..... 311
Haltes aménagées, 311. — Anhaltstelle, 312.
322. Stations secondaires..... 315
Dépendances du service de la locomotion, 320.
323. Stations principales..... 322
Service de la locomotion, 323.
324. Bifurcations..... 326
Raccordement de deux lignes à deux voies, 326. — Raccordement d'une ligne à deux voies et d'un embranchement à une voie, 328.
325. Types de bifurcations..... 329
326. Grandes stations de voyageurs..... 332
327. Grandes stations de marchandises..... 339
Locaux de manutention, 340. — Voies charretières, 343. — Voies de fer : voies de garage, voies de manutention, 342; — Voies de triage, 344.
328. Gares de triage..... 346

§ II. — *Installations intérieures.*

329. Plans généraux..... 347
330. Dispositions des voies..... 348

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos. Pages

331. Espacement des voies 351
332. Orientation et emploi des branchements..... 353
333. Piquets d'arrêt ou de distance..... 357
334. Disposition des plaques tournantes et chariots 358
335. Fosses à visite — Feuergruben —..... 360
336. Peinture et numérotage des appareils..... 364

Signaux, 364. — Changements de voie, appareils divers, 365.

CHAPITRE X. — ARCHITECTURE.

337. Conditions générales..... 367

§ 1. — *Questions d'hygiène.*

338. Ventilation 369

Air respirable, 369. — Entretien des lumières, 370.

339. Ventilation par échauffement de l'air..... 372
340. Ventilation par machines..... 375

Aspiration, 375. — Refoulement, 375. — Emploi de l'air comprimé, 376. — Aérage des tunnels, 377.

341. Chauffage. — Classification..... 379

Appareils de chauffage; réchaud portatif, 382.

342. Chauffage par foyer ouvert..... 384
343. Chauffage par foyer fermé..... 386
344. Chauffage par calorifères..... 389

Calorifères à air chaud, 389. — Calorifères à vapeur, 392. — Calorifères à eau chaude, 393.

345. Appareils de chauffage des chemins de fer..... 394

Chauffage des magasins, 395. — Chauffage des corps de garde, 395. — Dortoirs, 396. — Chauffage des bureaux, 396. — Chauffage des stations, 398.

346. Urinoirs..... 399
347. Latrines..... 401

Fosses, 402. — Désinfection et emploi des produits des fosses, 403. — Ventilation, 404. — Bâtiment, 405. — Cabinets, 405. — Siége, 406. — Latrines des gardes, 408.

348. Puits et puisards..... 409

Emplacement, profondeur, 410. — Calcul du volume d'une source; construction, 412. — Puits forés, 413. — Prix de revient, 414. — Puisards, 415.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ II. — *Guérites et maisons de gardes.*

Nos. Pages.
349. Conditions générales..... 416
350. Guérites et loges..... 417
351. Maisons de gardes..... 419
352. Dispositions relatives au service des gardes..... 421

§ III. — *Installations du service des voyageurs.*

253. Distribution des bâtiments..... 423
Vestibule, billets, bagages, 425. — Salles d'attente, bureau du chef de station, 426. — Télégraphe, commissaire, water-closet, lampisterie, etc., 427. — Poste, correspondances, octroi, logements, 428. — Buffet, bureaux de l'administration, 429.
354. Surfaces nécessaires aux diverses branches du service..... 430
355. Types de bâtiments des voyageurs..... 435
Haltes, 435. — Stations secondaires, 439. — Stations principales, 441.
355 *bis*. Aménagements intérieurs..... 444
Billets; barrières, 444. — Guichet, 445. — Salles d'attente, 448. — Bagages au départ, 450. — Bagages à l'arrivée, 453.
356. Marquises et abris..... 454
357. Trottoirs..... 456
Dépressions et échancrures dans les trottoirs, 458. — Détails d'exécution, 459.

§ IV. — *Installations du service des marchandises.*

358. Conditions générales..... 462
Hauteur des quais, 463.
359. Halles et quais couverts..... 464
360. Quais découverts et rampes..... 474
Rampes roulantes, entonnoirs, 475.
361. Estacades..... 478
362. Ecuries..... 481

§ V. — *Construction et entretien.*

363. Fondations..... 486
364. Maçonneries..... 488
365. Ouvrages en bois..... 490

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos. Pages

366. Ouvrages en fer..... 493
367. Pavages intérieurs..... 495
368. Appareils de chauffage..... 495
369. Toiture..... 497
370. Couverture..... 497
Tuiles, 497. — Ardoises, 498.— Couvertures métalliques, 499.— Paratonnerres, 502.
371. Ecoulement des eaux..... 503
372. Peinture et vitrerie..... 504
Peinture, 504. — Vitrerie, 506.
373. Entretien des bâtiments..... 507

CHAPITRE XI. — ORGANISATION DU SERVICE DE LA VOIE.

374. Division du service..... 510

§ I. — *Travaux et surveillance.*

375. Attributions..... 510
Personnel de l'entretien, 511.—Personnel de la surveillance, 512.
376. Exemples d'organisation..... 514
Nord; Paris-Lyon-Méditerranée, 515. — Ouest, 516. — Est, chemin d'Alsace, 518. — Chemin badois, 519.
377. Mesures de sécurité..... 520
377 *bis*. Emploi des signaux..... 528
Position des agents sur la voie, 528. — Observation des heures, 528.— Travaux sur la voie, 529.— Circulation en sens inverse, 529. — Dérangements sur, la ligne, 530. — Résumé synoptique des signaux, 531.
378. Service des passages à niveau..... 531
Fermeture permanente des barrières, 532. — Fermeture intermittente, 534. — Emploi des femmes à la manœuvre des barrières, 536.
379. Cantonniers, poseurs, gardes..... 537
Durée du travail, 537. — Présence obligée sur la ligne, — mesures de précautions pendant la nuit, 538. — Dépôts de matériaux : service des dimanches et fêtes ; tournées sur le canton ; outils et instruments, 539. — Responsabilité, 540. — Gardiennage en Allemagne du Nord, 540. — Gardiennage en Suisse, 543. — Gardiennage en Allemagne du Sud, 544.
380. Attributions spéciales des gardes..... 545
Garde-pontonnier, — Garde tunnel, 546. — Aiguilleurs, 548. —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos. Pages.

Manœuvre et entretien des signaux, 549. — Surveillance des lignes télégraphiques, 550.—Service dans les petites stations; — Retenues, amendes, punitions, 552.

381. Piqueurs, chefs poseurs, surveillants..... 553

Gardes et ouvriers, 554. — Travaux d'entretien, 555. — Exécution des travaux dangereux, 556.—Exécution des travaux neufs, 557.— Matériaux et outils, 560.— Police et surveillance, 561. — Objets trouvés; — Garde-chef ou surveillant de nuit; —Devoirs en général, 564.

382. Chefs de section..... 566

Personnel adjoint, 566. — Inspection, 567. — Devoirs en général, 570.

§ II. — *Etudes techniques.*

383. Attributions..... 572
384. Etudes générales..... 573
385. Architecture..... 574
386. Matériel de la voie..... 575

Contrôle et réception, 576. — Laboratoire et atelier d'épreuves, 577.

§ III. — *Agents des magasins et comptables.*

387. Attributions..... 577
388. Agents des magasins..... 578
389. Comptes-matières..... 580

Réception et conservation, 580. — Sortie des matières, 581. — Ecritures, 582. — Inventaires et vérification, 582.

390. Comptables..... 583
391. Comptes financiers..... 584

Traitement des agents commissionnés, 585. — Traitement des agents en régie, 586.—Salaires des ouvriers.— Frais de déplacement et de voyage, 586.—Travaux et fournitures en régie; — Travaux et fournitures à l'entreprise, 587.— Dépenses diverses, — Payement, 588. — Recettes, 589.

§ IV. — *Affaires générales.*

392. Secrétariat..... 589

Enregistrement, 590. — Personnel, 591.— Oppositions, — Acquisitions de terrains, — Chef de section hors cadre, — Correspondance, 593. — Archives, 594.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos. Pages.

393. Ingénieur, chef du service de la voie 595
Fonctions en général, 595.— Rapports périodiques du personnel, 596. — Circulaires et ordres de service, 598. — Trains de matériaux, — Approvisionnements, 599. — Ordonnancement des dépenses, — Permis de circulation, — Discipline, 600. — Soins à donner au personnel, 601.

CHAPITRE XII. — GESTION DU SERVICE.

§ I. — *Personnel.*

394. Choix du personnel 604
Cantonniers, poseurs, gardes-ligne, gardes-barrière, chefs d'équipe gardes-chefs, surveillants. — Piqueurs, chefs poseurs, 606. — Comptables, commis, gardes-magasins, chefs de sections, 607.

395. Salaires et traitements 607
Budget d'une famille d'ouvriers, 608.— Budget d'un employé, 609. — Tableau des traitements, 610. — Frais de déplacement, 611. — Logements, 612.

396. Avancement, gratifications 613
Etat de proposition concernant le personnel, 615. — Feuille de signalement, 616.

§ II. — *Approvisionnements de matériaux.*

397. Importance des approvisionnements 618
Rails, coussinets, éclisses, traverses, coins, boulons, crampons, tire-fond, appareils et accessoires de la voie, 619. — Production périodique des états de matériaux à employer, 620.

398. Renouvellements généraux 621
Influence des renouvellements sur l'exploitation, 621. — Renouvellement du ballast, des traverses, des rails, 622.

399. Commandes et marchés 627
Construction et réparations par les ateliers du chemin de fer, 628.

§ III. — *Budget.*

400. Statistique 629

401. Budget 630
Projet de budget, 631. — Répartition des dépenses ; type de classification, 632. — Autre type de classification, 634.

402. Rapport sur le budget 636

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos Pages

403. Evaluation des dépenses d'entretien d'une ligne en projet..... 640

Etat des dépenses d'entretien et de surveillance : 1° d'une ligne à deux voies, 643. — 2° d'une ligne à simple voie, 645. — 3° d'une petite ligne à voie étroite, 646.

ANNEXES.

Observation..... 647
A. — Type de marché et de soumission..... 647
B. — Appareils et accessoires de la voie (cahier des charges)..... 651
C. — Type de nomenclature..... 653
D. — Stations, maisons de gardes et accessoires (cahier des charges). 657
E. — Emploi des sémaphores..... 681
F. — Signaux appliqués à la correspondance..... 683
G. — Règlement pour les aiguilleurs..... 692
H. — Outils du service de la voie..... 695
I. — Renseignements concernant le personnel..... 701
J. — Programme des connaissances exigées pour l'admission..... 703
K. — Rédaction et affirmation des procès-verbaux..... 714
L. — Livret de garde et de chef d'équipe..... 719
M. — Rapports périodiques..... 722
N. — Pièces concernant le personnel..... 728
O. — Comptabilité concernant le personnel..... 733
P. — Comptabilité concernant les travaux et fournitures..... 737
Q. — Premiers secours aux blessés..... 740

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

(Voir l'*Errata* à la fin du volume.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PREMIÈRE PARTIE

SERVICE DE LA VOIE

TRAVAUX — ENTRETIEN — SURVEILLANCE

CHAPITRE VI.

APPAREILS DE LA VOIE.

La rencontre des voies dans les stations ou embranchements peut présenter diverses dispositions ; on distingue :

— Les *branchements* simples à droite, à gauche, ou symétriques, ou doubles, servant de point de départ à deux ou trois voies, ou de mise en communication de deux voies parallèles. Ce cas comprend les *changements* et les *croisements* simples et doubles.

— Les *traversées de voies*, sous un angle variant de 4° à 90° sans communication des voies entre elles.

— Les traversées mettant en communication les voies rencontrées, au moyen de *plaques tournantes* ou de *chariots*.

§ I.

CHANGEMENTS DE VOIE.

170. — **Conditions générales.** — Pour qu'un véhicule puisse passer d'une voie sur un branchement, il faut que ce dernier soit établi suivant une courbe décrite avec un rayon suffisamment grand pour que le véhicule en effectue le parcours sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les roues quittent les rails. La première question à résoudre, quand il s'agit d'établir un changement de voie, est donc de connaître l'écartement maximum et le jeu latéral des essieux extrêmes des véhicules qui doivent y circuler.

Ceci posé, on distingue dans un branchement deux appa-

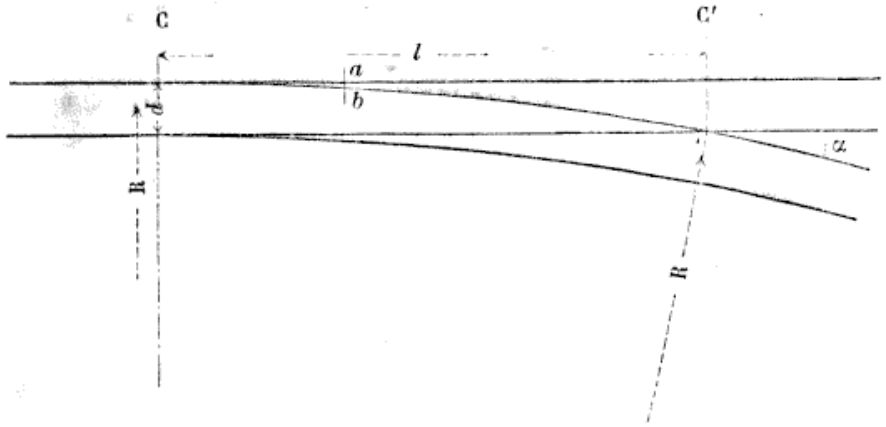


Fig. 178. Branchement à droite.

reils : le changement proprement dit C (fig. 178), et le croisement C'. Les relations qui existent entre eux dépendent :

— De la largeur de la voie, d;

— Du rayon de la courbe, R;

— De la longueur l, distance comprise entre les pointes théoriques des aiguilles du changement et la pointe théorique du croisement;

— De la déviation ab, espacement des extrémités des premiers rails faisant suite à ceux du changement;

— De l'angle de croisement, α.

La *longueur* l du changement et l'angle α du croisement dépendent du rayon adopté; ils sont déterminés par les formules :

$$l = \sqrt{2Rd - d^2},$$

$$tg\,\alpha = \frac{l}{R}.$$

La *déviation ab* est donnée par la distance entre les deux premiers rails qui suivent l'aiguille du changement, augmentée de la largeur du champignon. La distance entre ces deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rails est au minimum de $0^m,05$; si donc le champignon des rails employés a une largeur de $0^m,06$, la déviation sera $0^m,11$.

La distance des rails d'axe en axe étant, en effet, de $1^m,50$, et la largeur du champignon de $0^m,06$, l'écartement intérieur des rails sera de $1^m,44$. D'un autre côté, la distance de calage des roues à l'intérieur des bandages est de $1^m,36$ et l'épaisseur du boudin $0^m,03$. L'espace à ménager entre l'extrémité du rail contre-aiguille et le talon de l'aiguille sera donc :

$$1^m,44 - (1^m,36 + 0^m,03) = 0^m,05.$$

En ce qui concerne le rayon, nous savons par l'expérience de l'exploitation de l'embranchement de Chauny à Saint-Gobain (réseau du Nord) que les machines de construction récente peuvent circuler sur des courbes de 80 mètres de rayon. On pourrait donc prendre ce rayon minimum pour décrire les courbes des changements de voie, mais à titre d'exception seulement. Les limites généralement admises sont :

— Pour les branchements sur lesquels passent des trains entiers, des rayons compris entre 180 mètres et 300 mètres ;

— Pour les branchements qui servent aux mouvements de machines isolées, 150 mètres à 180 mètres ;

— Pour les branchements parcourus par des waggons isolés, des rayons qui peuvent descendre sans inconvénient jusqu'à 100 mètres.

La grandeur du rayon comporte également une limite maxima. En effet, d'une part, la déviation doit être au moins égale à $0^m,11$ avec des champignons de $0^m,06$; d'autre part, un angle trop aigu résultant de l'adoption d'un rayon trop grand, entraînerait l'emploi d'aiguilles dont la longueur et le rabotage seraient impraticables, d'une pointe de croisement très-allongée et très-mince, et par conséquent très-susceptible d'altération ; il en résulterait enfin, entre la pointe de cœur et la joue du croisement une solution de continuité dangereuse à cause de sa longueur.

Les mêmes inconvénients se présentent pour les traversées de voies. C'est ainsi qu'ayant à souder, sur une ligne à deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voies en alignement droit, un embranchement dont la courbe de départ avait 500 mètres de rayon, nous avons dû avancer vers l'embranchement le point de tangence, décrire la courbe du changement de voie avec un rayon de 300 mètres de longueur, et placer la traversée des voies sur une tangente commune aux deux cercles de 300 et de 500 mètres de rayon.

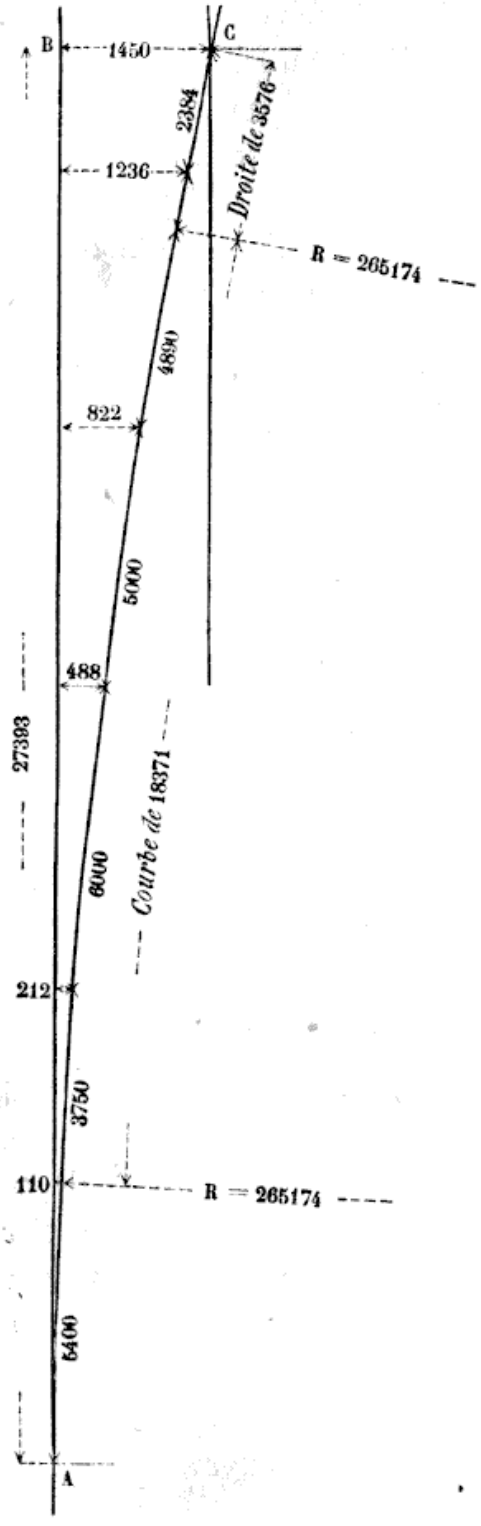


Fig. 179. Tracé géométrique d'un branchement à droite $\frac{1}{200}$ pour les longueurs et $\frac{1}{100}$ pour les largeurs.

Quand il s'agit d'étudier la construction ou la pose d'un changement de voie et de son croisement, il faut se rendre compte de la position relative de tous les appareils, de toutes les pièces qui les constituent, et de toutes celles qui les relient entre eux. On a donc recours à un tracé géométrique analogue à celui que nous donnons comme exemple (fig. 179), emprunté au chemin de fer de Paris à Lyon ; il s'applique spécialement au cas d'un branchement se dirigeant vers la droite d'une voie en alignement droit. Les lignes AB et AC représentent les bords intérieurs des rails de la file extérieure de la voie oblique, et de la file continue de la voie droite. A et C sont les pointes mathématiques du changement et du croisement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On conçoit, du reste, que la question peut se présenter avec de nombreuses variations dépendant de l'espace dont on dispose, de la direction de la voie principale et de la voie branchée, etc.; mais il faut s'efforcer de faire rentrer toutes les solutions dans un nombre limité de types, afin de donner, autant que possible, de l'unité aux appareils de la voie.

Quand nous parlerons de la disposition des gares et stations, nous verrons que l'on doit placer les changements de voie de façon que les aiguilles ne soient jamais prises en pointe par les trains, sauf les cas ou il est impossible de faire autrement.

De tous les systèmes de changements de voie qui ont été appliqués depuis l'origine des chemins de fer, il n'en est qu'un seul qui remplisse aussi bien que possible les conditions demandées à ces appareils : sûreté de manœuvre et simplicité de construction. C'est le changement à aiguilles d'égale longueur, dont la pointe se dissimule sous le champignon ou dans l'épaisseur du champignon du rail contre-aiguille.

En donnant aux deux aiguilles la même longueur, on réduit de moitié le nombre des pièces de rechange qu'il est nécessaire de tenir en approvisionnement pour l'entretien des appareils.

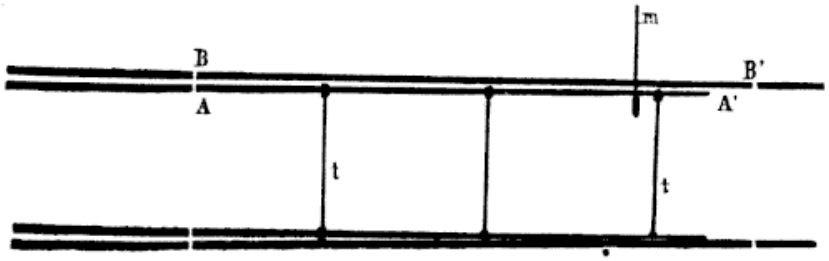


Fig. 180. Changement de voie proprement dit. $\frac{1}{100}$.

Le changement simple (fig. 180), latéral ou symétrique, comprend :

Deux aiguilles AA′;

Deux rails contre-aiguilles BB′;

Quatorze à seize coussinets de support;

Trois tringles de connexion, *t*;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une transmission de mouvement avec tringle de mouvement, *m*.

Le tout est fixé sur un châssis en bois qui rend solidaires toutes les parties de l'appareil.

171. **Rails contre-aiguilles.** — Quand le changement de voie est construit en rails à deux champignons, le rail contre-aiguille peut être simplement un rail de la voie courante, l'extrémité de l'aiguille étant suffisamment amincie pour pouvoir se loger sous son champignon (fig. 181). Quelquefois on lui fait subir une légère inflexion de quelques millimètres, sur $0^m,25$ à $0^m,40$ de longueur, du côté de l'entrée du changement, pour

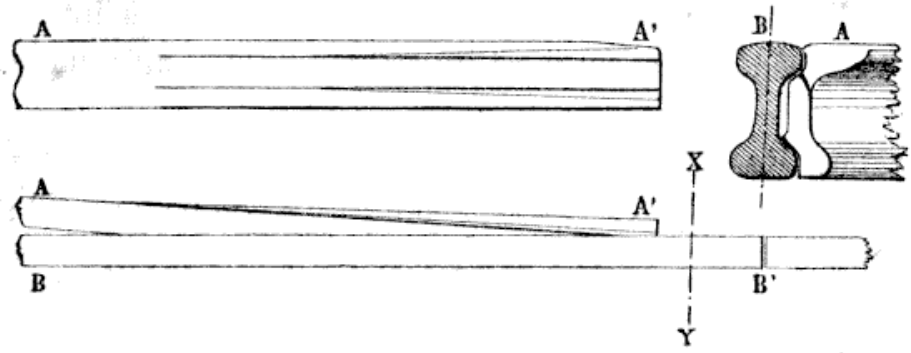


Fig. 181. Rail droit et aiguille Wild, $\frac{1}{20}$. Coupe XY. $\frac{1}{10}$.

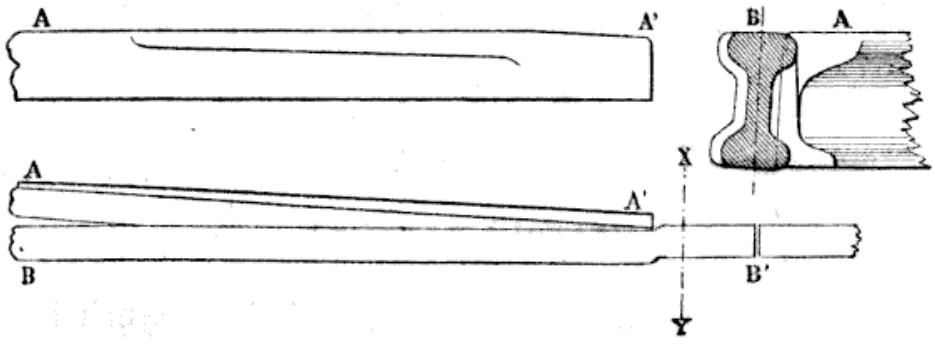


Fig. 182. Rail contrecoudé et aiguille droite. $\frac{1}{20}$. Coupe XY. $\frac{1}{10}$.

permettre à la pointe de l'aiguille de s'effacer tout en conservant une épaisseur convenable (fig. 182).

Dans les deux cas précédents, le rail est percé, de distance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en distance, de trous donnant passage aux boulons qui le fixent contre les joues des coussinets de glissement, et l'aiguille, rabotée de chaque côté du champignon supérieur, est également amincie à sa base d'appui, ce qui en diminue beaucoup la résistance. Ce dernier inconvénient est atténué en substituant à l'aiguille en rail à deux champignons (fig. 181) l'aiguille en rail Vignoles (fig. 182).

On peut encore employer des aiguilles d'un profil spécial et moins hautes que les rails ordinaires (fig. 184, 3 et 4).

Lorsque le changement de voie est exécuté en rails Vignoles avec aiguilles de même hauteur, il faut, pour que ces dernières puissent s'appliquer exactement contre les rails de la voie sans être trop affaiblies, raboter le patin du rail sur une grande partie de sa longueur. Au chemin de Lyon, on entaille

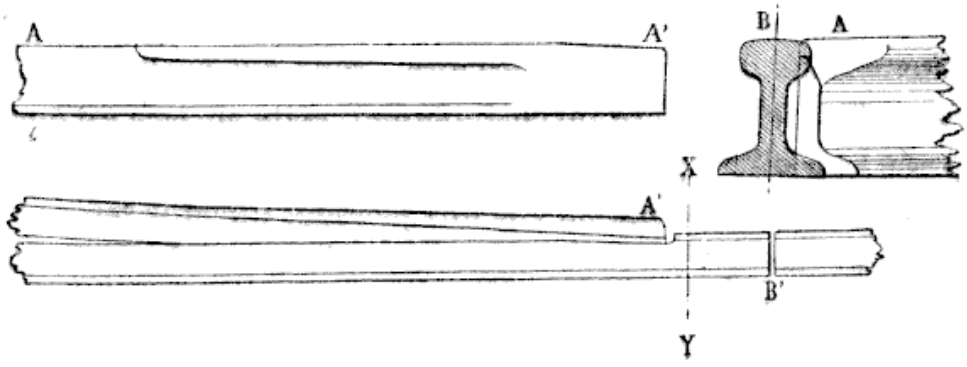


Fig. 183. Rail entaillé et aiguille infléchie. $\frac{1}{20}$. Coupe XY. $\frac{1}{10}$.

même sur une petite longueur le champignon du rail (fig. 183). Comme le rail contre-aiguille est soutenu par des points d'appui très-rapprochés, l'affaiblissement du patin ne compromet que très-peu la résistance du rail ; néanmoins quelques ingénieurs, désirant conserver au rail contre-aiguille sa section entière sur toute la longueur, ont adopté une forme d'aiguille d'une hauteur différente (172).

La pointe de l'aiguille peut, comme nous venons de le voir, être dissimulée sous le champignon du rail contre-aiguille ou dans son épaisseur. Chacune de ces dispositions a ses avantages et ses inconvénients. Quand l'aiguille est noyée sous le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

champignon (fig. 181), le rail contre-aiguille conserve toute sa résistance, mais si le châssis est mal bourré, et s'il se produit un tassement à l'entrée du changement, l'abaissement du rail contre-aiguille tend à écarter la pointe de l'aiguille de sa position normale et peut causer de graves accidents. Cet inconvénient ne se présente pas quand on entaille le champignon du rail droit et que la face d'appui de l'aiguille est verticale (fig. 183). Le rail fixe peut alors s'abaisser sans que l'aiguille change de place. On remédie aussi à l'inconvénient de l'écartement de l'aiguille par l'abaissement du rail de la voie, en fixant à ce dernier un goujon qui traverse l'aiguille et l'entraîne dans sa descente.

Les rails contre-aiguilles se trouvent dans toute leur longueur sur un rélargissement de la voie qui vers le talon atteint jusqu'à $0^m,06$; il en résulte que les roues des véhicules ne portent en certains points sur le rail que par la zone du bandage la plus voisine de sa face extérieure, zone qui produit l'effet de tranche sur la surface du champignon ; cette surface est donc exposée à un cisaillage très-énergique. On ne tarda pas à s'apercevoir de cet effet quand on eut mis pendant quelque temps en service les changements de voie construits avec des rails de même qualité que ceux de la voie courante. Sur certains changements de voies fréquemment parcourus, les contre-aiguilles se fendaient, se creusaient, s'exfolliaient de telle sorte qu'ils étaient hors de service au bout de quelques semaines. Les mêmes effets se produisirent quand on essaya des rails fabriqués en fer à couverte mieux corroyée ; une amélioration sensible fut introduite par l'emploi des rails en fer au bois avec le champignon cémenté. Puis on substitua aux rails en fer des rails en acier puddé, dont l'emploi ne fut pas plus satisfaisant. C'est alors que l'acier fondu a été appliqué à la confection des rails contre-aiguilles, dont la durée est par là considérablement augmentée.

172. **Aiguilles.** — Quel que soit le profil du rail de la voie courante, on a construit les aiguilles au moyen de barres de sections très-différentes, mais qui toutes offrent un inconvénient.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, le rail à double champignon raboté en aiguille perd considérablement de sa résistance, même aux efforts latéraux vers l'entrée du changement, comme le montre la partie hachée de la figure 184, 1. Pour éviter cet affaiblissement, quelques ingénieurs ont fait construire des aiguilles d'un profil spécial, ayant tantôt une hauteur égale à celle du rail (fig. 184, 2), tantôt une hauteur moindre, afin de conserver intact le patin du rail (fig. 184, 3, 4).

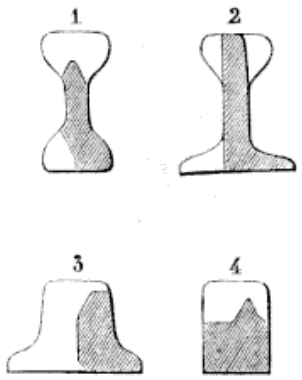


Fig. 184. Différentes formes d'aiguilles. $\frac{1}{10}$.

Enfin, quel que soit le système d'aiguilles adopté, on rabote la partie supérieure de la pointe de manière à former un petit plan incliné, d'environ $0^m,01$ de hauteur et de $0^m,40$ à $0^m,50$ de longueur (A′, fig. 180, 181, 182). En assurant encore, par cette mesure, la dissimulation de l'extrémité de l'aiguille sous le champignon du rail de la voie, on évite les chocs des roues contre la pointe. De plus, le contact des bandages et de l'aiguille n'a lieu que quand cette dernière présente une section suffisamment résistante.

La plupart des déraillements en gare proviennent du passage des véhicules sur les aiguilles mal placées pour la direction que doivent suivre les roues. Les boudins ne pénètrent convenablement dans le changement qu'en évitant la tranche des pointes d'aiguilles ; il est donc très-important que l'une d'elles se trouve complétement masquée sous ou par le champignon et en contact absolu avec le rail et que l'autre soit placée à une distance telle qu'une roue, fût-elle mal calée, ne puisse jamais l'atteindre (fig. 191).

Pour satisfaire à cette condition, l'ouverture *ab* doit être plus grande que la différence entre l'écartement des rails et la distance intérieure des bandages des roues, augmentée de l'épaisseur du boudin. On double généralement cette différence pour tenir compte du jeu des roues, des variations de calage, de l'usure des bandages, enfin des imperfections de l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les chemins désignés ci-après ont adopté, pour cette ouverture, les nombres suivants :

Saxo-silésien	$0^m,070$
Est	0 ,100
Lyon	0 ,105
Nord	0 ,120
Bavarois	0 ,150

Nous croyons que la distance de $0^m,120$ répond le mieux à toutes les conditions.

Le branchement n'est convenablement ouvert que par le développement complet du mouvement du levier de manœuvre et la rigidité des tringles de connexion et des aiguilles. Comme le rabotage fait perdre à celles-ci une très-grande partie de leur rigidité, il faut, pour en prévenir la flexion, les faire appuyer en plusieurs points de leur partie faible contre des *buttoirs* fixés aux rails contre-aiguilles. Cette simple précaution fait disparaître toutes les chances d'accidents pouvant résulter de la flexion des aiguilles, le changement de voie étant d'ailleurs entretenu en bon état.

Quant à la nature du métal employé pour fabriquer les aiguilles, on a suivi les mêmes errements que pour les rails contre-aiguilles, et l'on en vient aujourd'hui à construire ces pièces en acier fondu dont le prix permet chaque jour davantage d'en étendre l'application. C'est ainsi que les rails en acier fondu, maintenus longtemps en France à 90 francs les 100 kilogrammes, sont fournis aujourd'hui aux Compagnies de chemins de fer à raison de 55 francs, le maître de forges garantissant les pièces pendant un délai de deux ans, avec engagement de reprendre les rognures, ainsi que les pièces usées, au prix de 20 francs les 100 kilogrammes.

La longueur des aiguilles varie suivant les données de la construction de l'appareil. En Belgique et en Angleterre, on a fréquemment réduit cette longueur à 4 mètres et même au-dessous, tandis qu'en France elle est généralement arrêtée à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5 mètres. Si les aiguilles courtes sont d'une exécution facile, elles ont par contre l'inconvénient de rendre la déviation trop brusque, disposition défectueuse dans beaucoup de cas. Cependant, en Hanovre, on a quelquefois adopté des aiguilles de changement de voie de $3^{m},60$, lorsque la voie déviée s'éloignait brusquement de la voie droite.

173. **Coussinets de support.** — On distingue les *coussinets de talon* ou de rotation et les *coussinets de glissement*. Les premiers forment liaison entre les rails courants et ceux du changement. Au talon de l'aiguille, on laisse assez de jeu pour que le rail puisse décrire sans difficultés son mouvement de glissement circulaire.

Si les rails sont à deux champignons et si le joint du rail contre-aiguille ne correspond pas à celui de l'aiguille, le coussinet de talon présente une forme assez compliquée, comme

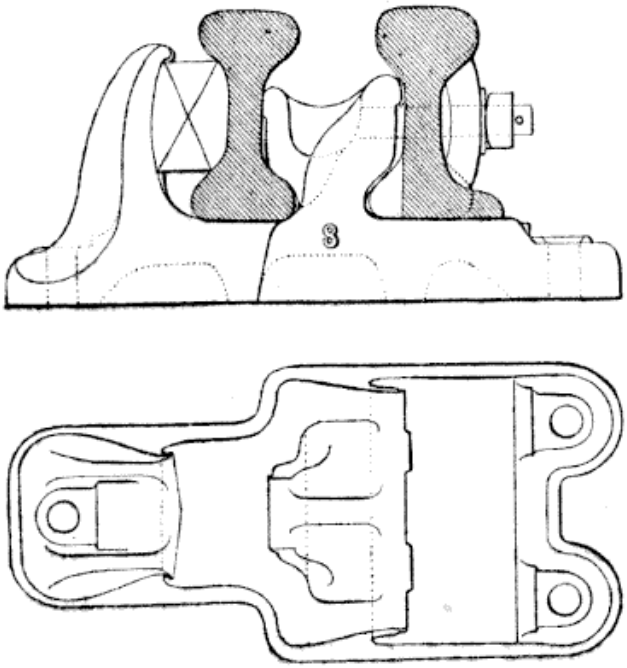


Fig. 185. Coussinet de talon pour changement en rails à deux champignons, $\frac{15}{100}$.

le montre la figure 185. Le rail de la voie est maintenu, par un coin, dans une chambre analogue à celle des coussinets intermédiaires de la voie courante ; le talon de l'aiguille et l'extré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mité du rail qui se trouve dans son prolongement sont réunis, sur l'une des faces, par une joue venue de fonte avec le coussinet, et sur l'autre, au moyen d'une éclisse dont les boulons présentent un certain jeu (fig. 185).

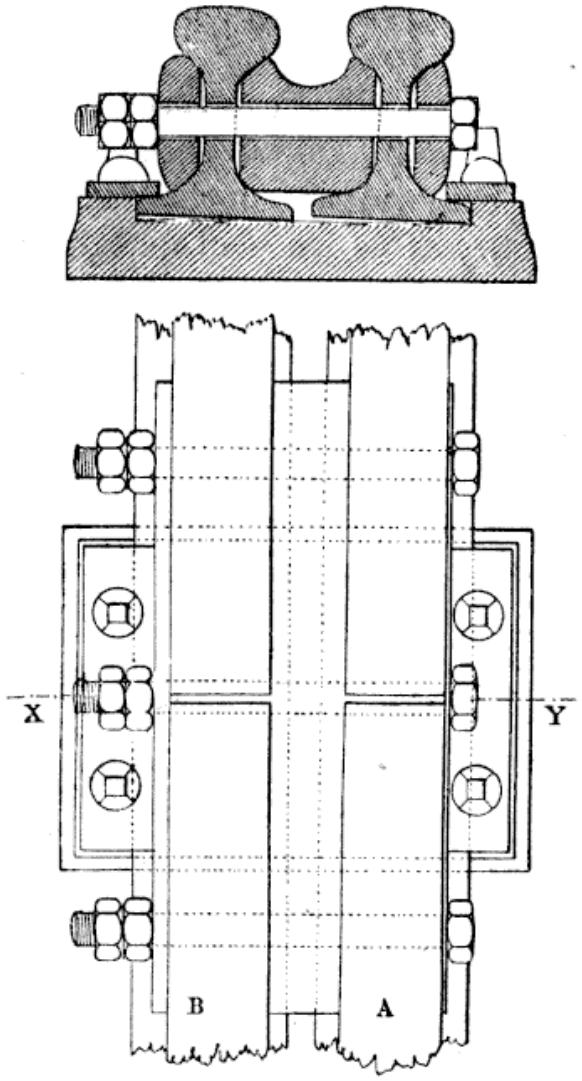


Fig. 186. Coussinet de talon pour changement en rails Vignoles. $\frac{15}{100}$.

Avec les rails Vignoles, on peut employer simplement, comme au chemin de Lyon, une semelle en fonte qui reçoit les extrémités du rail contre-aiguille, de l'aiguille et des rails courants. Des éclisses sur les faces extérieures et un bloc de fonte entre les faces intérieures constituent le joint qui est complété par des boulons traversant toutes les pièces de part en part (fig. 186).

Quelques chemins allemands ont des changements dont les rails contre-aiguilles sont fixés sur des coussinets sans joues, par des rivets à tête noyée dans le patin, ou bien au moyen de platines maintenues par des boulons à tête fraisée dans une plaque en tôle régnant sur toute la longueur du rail contre-aiguille (Saarbruck). En donnant à cette semelle une épaisseur suffisante, on évite la rupture fréquente des joues de coussinets, au passage à grande vitesse des trains qui ont un mouvement de lacet prononcé. Le coussinet de talon ne sert plus que de support et le mouvement de rotation s'opère soit par un axe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vertical (fig. 187) pour les aiguilles de section ramassée (Prusse), soit par des éclisses ordinaires.

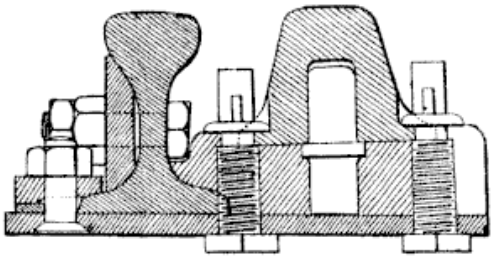


Fig. 187. Coussinet de talon et pivot d'aiguille à section spéciale. $\frac{15}{100}$.

Les coussinets de glissement présentent des formes beaucoup plus simples : l'aiguille glisse sur la semelle, qui doit toujours avoir une largeur suffisante. A cet effet on emploie soit un

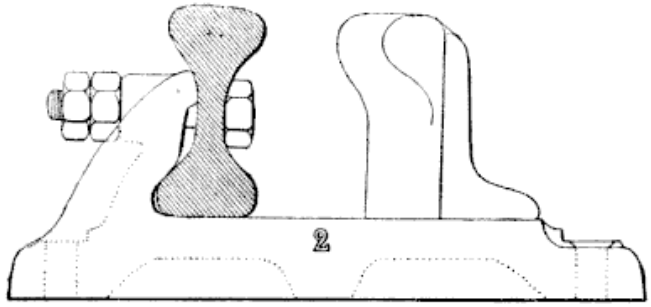


Fig. 188. Coussinet de glissement pour rail à deux champignons. $\frac{15}{100}$.

seul modèle de coussinets ayant le développement maximum de la surface de glissement, c'est-à-dire la longueur du coussinet correspondant à la pointe de l'aiguille (172), soit plusieurs modèles dont les surfaces de glissement diminuent de la pointe de l'aiguille jusqu'au coussinet de talon.

Dans tous les cas, chaque coussinet porte une joue contre laquelle le rail contre-aiguille est fixé au moyen d'un boulon.

La forme de la semelle et de la joue des coussinets de glissement peut varier d'ailleurs suivant que l'on emploie des aiguilles de même hauteur que le rail de la voie dont le profil est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à deux champignons (fig. 188) ou à patin (fig. 191), ou bien des aiguilles à profil spécial, de hauteur réduite (fig. 189).

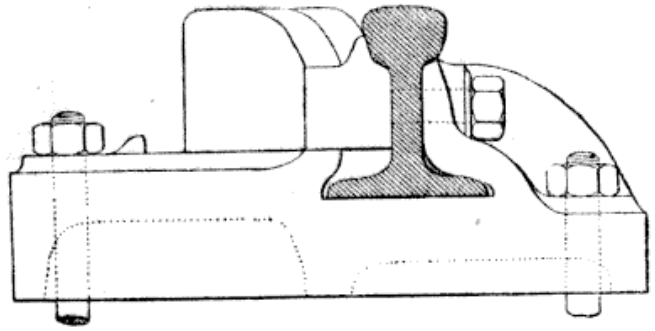


Fig. 189. Coussinet de glissement avec aiguille à profil spécial. $\frac{15}{100}$.

Ces coussinets sont coulés en fonte de bonne qualité, et les surfaces de glissement rabotées à la machine; c'est seulement après cette opération qu'on en fait la réception.

Les trépidations qui se font sentir sur toutes les pièces d'un changement, sont une cause constante du desserrage des écrous de boulons; il est donc prudent, sur tous les points où il n'y a pas d'empêchement, d'armer tous les boulons d'une rondelle, de deux écrous, et même d'une goupille.

174. **Tringles de connexion.** — Ce sont les tiges qui établissent entre les aiguilles un mouvement de déplacement si-

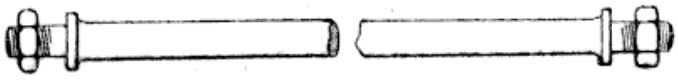


Fig. 190. Tringle de connexion. $\frac{1}{10}$.

multané. Dans l'origine, ces tiges se composaient d'une simple barre portant deux embases suivies d'une partie filetée d'un diamètre plus faible que celui de la tige, avec écrou (fig. 190). La partie filetée traverse l'aiguille, qui se trouve serrée entre l'embase et l'écrou.

Les dimensions de cette tringle sont les suivantes :

Diamètre de la tige entre les embases, $0^m,035$;

Diamètre des parties filetées, $0^m,027$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le but de rendre le mouvement plus doux, on a cru devoir établir ces tringles avec une et même dans certains cas

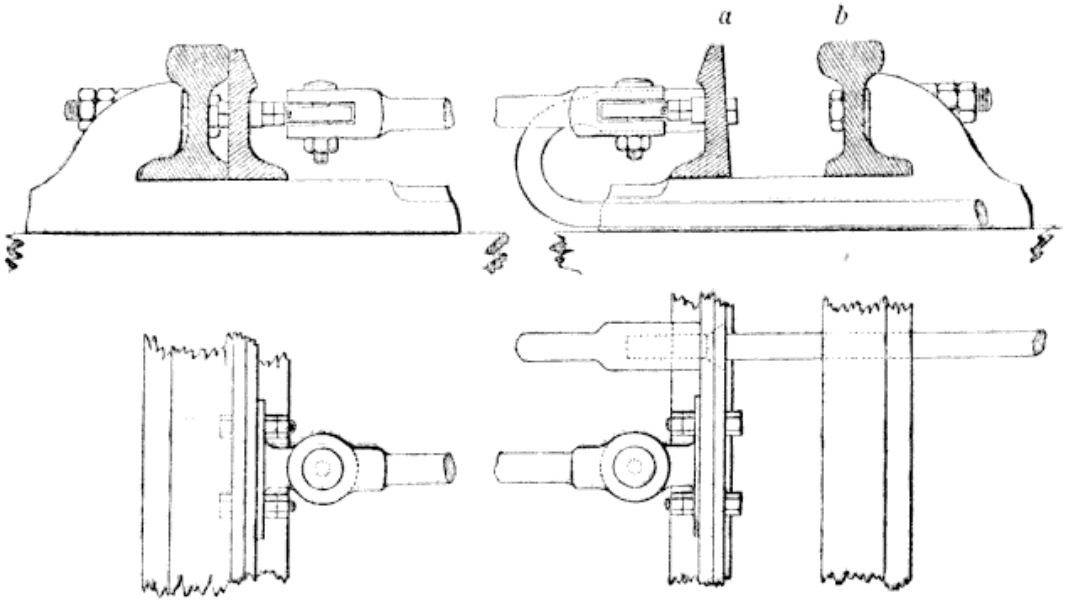


Fig. 191. Tringle de connexion articulée. — Coussinets de glissement. — Tringle de mouvement. $\frac{1}{10}$.

avec deux articulations (fig. 191). Chaque tringle se compose alors de trois parties séparées : deux T, dont la branche droite se fixe par deux boulons à l'aiguille, la branche d'équerre se terminant par un œil entrant à frottement dans la fourche qui se trouve à chacune des extrémités de la tige de connexion. Ces tringles sont plus lourdes et plus coûteuses que les autres (fig. 190) sans donner aucun avantage.

175. **Manœuvre.** — Les aiguilles des changements de voie sont mises en mouvement et maintenues dans une position déterminée, au moyen d'un levier dont le grand bras reçoit l'impulsion que lui imprime la main de l'agent chargé de la manœuvre des aiguilles. Dans la plupart des cas, et lorsque les dispositions locales permettent au grand bras du levier de se mouvoir dans un plan perpendiculaire à l'axe de la voie, l'extrémité du petit bras est liée par une articulation à la tringle de manœuvre des aiguilles; c'est la transmission de mouvement directe. Quand l'espace manque, on fait mouvoir le levier dans un plan parallèle à l'axe de la voie ; la tringle qui reçoit le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement se rattache alors à l'une des branches d'un levier coudé situé dans un plan horizontal, et qui, par son autre branche, transmet le mouvement du levier aux aiguilles, au moyen d'une tringle semblable à celle employée dans la transmission directe.

Enfin, cette dernière transmission s'opère par une tringle qui tantôt traverse le rail contre-aiguille et s'arrête à la première aiguille, tantôt passe sous ce rail et se recourbe sur lui-même pour s'attacher à l'aiguille en la pénétrant par la face intérieure (fig. 191).

En principe, les aiguilles d'un branchement doivent être toujours placées pour la circulation sur la voie principale, situation que nous désignerons sous l'indication de *position normale*. La disposition des aiguilles pour le passage vers la voie déviée n'est alors qu'une exception.

Le levier de manœuvre devant maintenir les aiguilles dans leur position normale, on ajoute à son action celle d'un poids supplémentaire. Alors la manœuvre d'un changement, pour faire passer un train de la ligne principale sur la voie déviée, exige absolument la présence de l'aiguilleur, qui doit maintenir les aiguilles dans leur position exceptionnelle pendant tout le temps du passage du train.

Dans les gares où les branchements sont nombreux et les mouvements multipliés, l'obligation de tenir constamment à la main le levier des aiguilles peut devenir onéreuse par les frais considérables de main-d'œuvre qu'elle occasionne. On cherche donc à réduire autant que possible le nombre d'aiguilleurs et à confier à chacun d'eux la manœuvre de plusieurs changements de voie. A cet effet, le contre-poids est disposé de manière à maintenir à volonté les aiguilles, tantôt pour la direction normale, tantôt pour la voie déviée.

Ce résultat s'obtient par plusieurs moyens : les trois dispositions suivantes sont les plus fréquemment appliquées.

— Le levier du contre-poids (fig. 192) est terminé par une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons dit, en traitant du tracé des changements de voie avec déviation à droite ou à gauche — 233 — que l'angle de croisement était déterminé par la formule :

$$\text{tang } \alpha = \frac{l}{R - \frac{d}{2}}.$$

On conçoit que, le rayon du branchement pouvant varier à l'infini, la tangente et son angle passeraient aussi par une série infinie de valeurs ; mais comme il importe de limiter autant que possible le nombre des types différents qui entrent dans la constitution de la voie, on s'est efforcé de réduire ce nombre en choisissant quelques types qui se présentent le plus fréquemment et en les appliquant aux différents cas.

Voici les dimensions adoptées par quelques chemins de fer pour la construction de leurs croisements :

Le chemin de fer Central suisse, exploité avec un matériel roulant établi sur les types américains, a fait varier les croisements d'après le rayon de courbure des branchements et la distance des voies à raccorder. C'est ainsi qu'il a été conduit à adopter les six types suivants :

Rayons.	Angles.
135m,00.....	8°30′ — 11°54′
180 ,00.....	7°30′ — 10°36′
240 ,00.....	6°40′ — 9°32′

Le chemin Saxo-Silésien n'a pris que quatre types de croisements présentant des inclinaisons de :

1 : 7 — 1 : 8,5 — 1 : 10 — 1 : 13.

Aux chemins du Hanovre, les croisements normaux sont ramenés de vingt et un qu'ils étaient à l'origine au nombre de quatre, avec les inclinaisons suivantes :

1 : 8 — 1 : 9 — 1 : 10 — 1 : 12.

Le chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée se sert d'une grande variété de types de croisements, établis sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les inclinaisons suivantes, qui servent aussi aux traversées de voies :

0,07 — 0,09 — 0,11 — 0,13 — 0,16 — 0,18 — 0,20 — 0,24.

Enfin les chemins de l'Est, du Nord et de l'Ouest n'emploient pour les croisements de branchements que deux types sous les angles 5° 30′ et 7° 30′, dont les tangentes sont 0,09 et 0,13.

Bien qu'un peu réduit, surtout pour des stations où les rayons des courbes sont faibles et les croisements multipliés, ce nombre de types suffit dans la plupart des cas. Quand le rayon ou l'entrevoie varie, on rapproche ou on éloigne le croisement du changement. Comme on établit en ligne droite le croisement de part et d'autre de la pointe de cœur, on fait porter la variation sur l'arc de cercle tangent à l'aiguille et à cette partie droite du croisement.

237. Construction des changements. — La sécurité de la circulation — *Exploitation*, chap. II, § VII — la facilité des manœuvres, l'économie dans les frais d'entretien des appareils et des véhicules exigent une étude attentive des conditions d'établissement des branchements et une mise en œuvre très-soignée sous le rapport du choix des matériaux, de la résistance des pièces et de leur montage. Théoriquement, la voie d'embranchement devrait être tracée et construite en courbe continue, depuis le point de tangence de la courbe de raccordement jusqu'à la séparation des deux voies. En pratique, il faut tenir compte des moyens d'exécution, des épaisseurs à conserver aux pièces pour qu'elles aient une résistance suffisante, de l'usure des bandages et des boudins des roues, du jeu des essieux dans leurs boîtes à graisse, etc. Si l'on voulait amener les aiguilles mobiles depuis le point où la déviation nécessaire fixe leur origine jusqu'au point de tangence du raccordement, elles prendraient des longueurs impossibles à réaliser en pratique, à moins de se résoudre à employer des rayons de raccordement extrêmement réduits. En effet, on peut prendre cette longueur comme sensiblement égale à $\lambda = \sqrt{\delta \times (2R - \delta)}$, en la considérant comme la demi-corde de l'arc dont δ est la flèche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on pose $R = 300^m$, $\delta = 0^m,11$, on trouve $\lambda = 8^m,123$, longueur que l'on a pu admettre exceptionnellement, mais impossible en application courante.

On renferme donc le problème entre des limites plus étroites : établir un branchement suivant un tracé mixte se rapprochant autant que le permet l'application du tracé théorique.

On connaît l'angle du croisement α et sa distance de la pointe du croisement à l'origine du changement. — L'expérience indique qu'à partir de cette pointe les rails doivent se présenter en ligne droite sur 3 à 4 mètres au moins, afin de diriger les roues de manière que les boudins ne choquent pas cette pointe ; la courbe cherchée devra donc être tangente à cette droite inclinée de l'angle α sur la file de rails intérieure supposée droite.

La déviation étant donnée, on connaît le point où les aiguilles devront se raccorder avec les rails fixes ; à partir de là, on applique la longueur choisie pour les aiguilles et l'on détermine ainsi l'origine du changement. La longueur de l'aiguille est inférieure à celle des rails de la voie, afin qu'il ne tombe pas de joints de la voie courante dans toute l'étendue du changement et que l'ajustage des rails soit limité à un minimum de pièces.

Il ne reste plus alors qu'à décrire la courbe définitive du branchement.

En France, on tient à donner aux aiguilles une direction rectiligne, afin de pouvoir adapter le même type à tous les cas de branchements simples. Aussi le choc des roues entrant dans un changement par la pointe est-il assez sensible quand l'aiguille a une longueur inférieure à 5 mètres, autrement dit, quand la déviation linéaire de l'entrée du branchement est supérieure à $\frac{0^m,11}{5^m,00} = 0^m,022$.

Sacrifiant l'avantage de la symétrie de l'appareil donné par les aiguilles droites, quelques chemins allemands et hollandais prolongent la courbe du branchement jusque vers la pointe de l'aiguille. Ainsi le chemin rhénan donne à l'aiguille extérieure et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au rail fixe intérieur une courbure du rayon de 180 mètres et la raccorde au croisement par une courbe de 210 mètres.

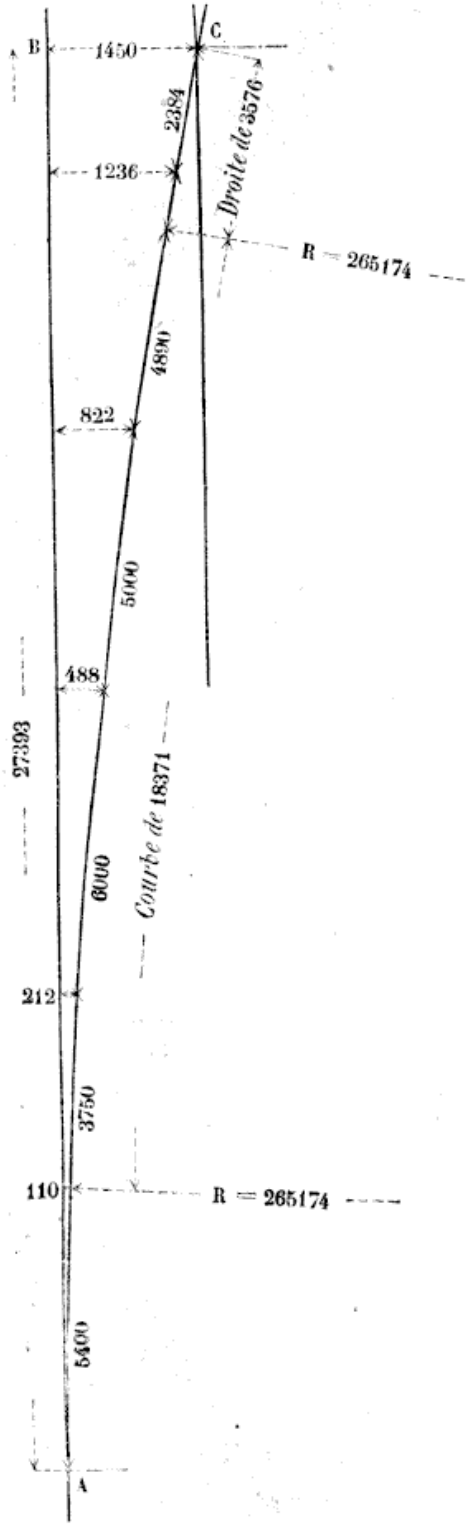


Fig. 276. Tracé géométrique d'un branchement à droite. 1/200 pour les longueurs et 1/100 pour les largeurs.

Le chemin de l'Est prussien place l'aiguille dans la courbe (180 mètres de rayon), ainsi que le rail contre-aiguille intérieur, en augmentant la déviation du rail contre-aiguille de $0^{m},0035$, soit 2/16″ pour faciliter le dégagement du boudin sur la voie courbe.

Le chemin badois construit l'aiguille extérieure et le rail contre-aiguille intérieur en courbe de $844^{m},35$ de rayon.

Enfin le chemin de l'Etat hollandais, voulant échapper au coude brusque des aiguilles droites, donne à l'aiguille extérieure une courbure de 190 mètres de rayon, et au rail contre-aiguille intérieur une courbure de 218 mètres de rayon. La déviation de l'aiguille courbe est de $0^{m},046$ et celle du rail contre-aiguille courbe de $0^{m},063$.

L'expérience sanctionnera-t-elle ces dispositions récemment introduites? Retrouvera-t-on dans les frais d'entretien des roues et des branchements l'excédant de dépenses nécessitées par le manque de symétrie des nouveaux appareils?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il serait permis d'en douter si leurs partisans ne recherchaient pas, dans l'emploi des matériaux de premier choix, le moyen d'augmenter la durée des appareils et de diminuer l'importance des approvisionnements de rechange.

Le tracé du raccordement arrêté, on divise l'intervalle compris entre le talon des aiguilles et la branche droite du croisement en longueurs de rails s'écartant le moins possible de la longueur normale, tout en tenant compte de la position des traverses à répartir et des joints à établir.

La figure 276 représente, comme exemple, le tracé géométrique appliqué par le chemin de fer de Paris-Méditerranée au cas d'un branchement simple à droite enté sur une voie droite. Comme tout est symétrique dans le cas d'une déviation à gauche, un branchement simple à gauche se tracerait d'une manière complétement analogue.

La ligne AB représente les bords intérieurs des rails de la file extérieure de la voie droite et la ligne AC les bords intérieurs des rails de la file extérieure de la voie oblique.

La ligne AB sert d'axe des x, à partir duquel on détermine les ordonnées réglant la courbe AC.

Le point A est l'origine du branchement, la pointe mathématique de l'aiguille, l'extrémité du rail contre-aiguille, qui a $5^m,400$ de longueur, tandis que l'aiguille n'a que 5 mètres. La pointe réelle de l'aiguille est donc à $0^m,400$ en arrière de la pointe mathématique. Le point C est à la pointe mathématique du croisement.

On conçoit, du reste, que la question se présente avec de nombreuses variations dépendant de l'espace dont on dispose, des directions de la voie principale et de la voie branchée, etc.; mais on s'efforcera toujours de revenir aux types arrêtés, afin de réduire le nombre des pièces différentes et de tendre vers l'uniformité.

238. Rails contre-aiguilles. — Quand le changement de voie est construit en rails à deux champignons, le rail contre-aiguille B peut être simplement un rail de la voie courante, l'extrémité de l'aiguille A étant suffisamment amincie pour pouvoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se loger sous le champignon du rail (fig. 277). Quelquefois on lui fait subir une légère inflexion de quelques millimètres, sur

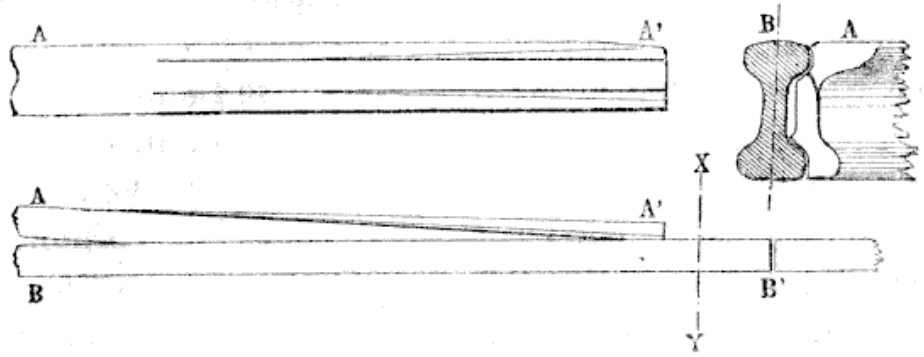


Fig. 277. Rail contre-aiguille droit et aiguille rabattue. 1/20. Coupe XY. 1/10.

$0^m,25$ à $0^m,40$ de longueur, du côté de l'entrée du changement, pour permettre à la pointe de l'aiguille de s'effacer tout en conservant une épaisseur convenable (fig. 278).

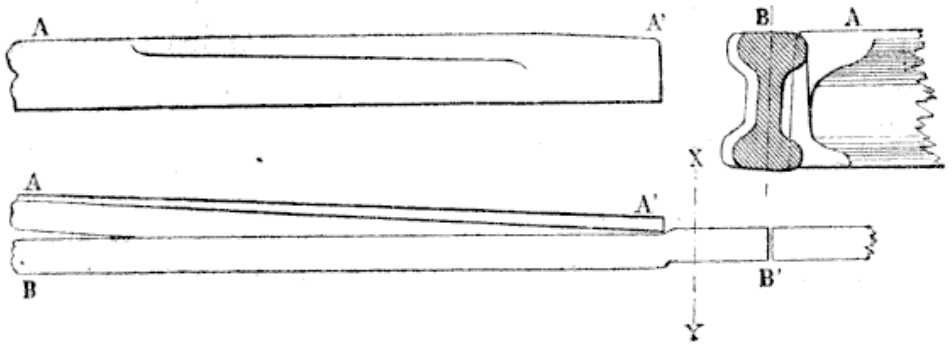


Fig. 278. Rail contre-aiguille coudé et aiguille droite. 1/20. Coupe XY. 1/10.

Dans les deux cas précédents, le rail est percé, de distance en distance, de trous donnant passage aux boulons qui le fixent contre les joues des coussinets de glissement, et l'aiguille, rabotée de chaque côté du champignon supérieur, est également amincie à sa base d'appui, ce qui en diminue beaucoup la résistance. Ce dernier inconvénient est atténué en substituant à l'aiguille en rail à deux champignons (A, coupe XY, fig. 277) l'aiguille en rail Vignoles (A, coupe XY, fig. 278).

On peut encore employer des aiguilles d'un profil spécial et moins hautes que les rails ordinaires (3 et 4, fig. 280).

Lorsque le changement de voie est exécuté en rails Vignoles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec aiguilles de même hauteur, il faut, pour que ces dernières puissent s'appliquer exactement contre les rails de la voie sans être trop affaiblies, raboter le patin du rail contre-aiguille sur une grande partie de sa longueur. Au chemin de Lyon, on entaille même sur une petite longueur le champignon du rail (fig. 279). Comme ce rail contre-aiguille est soutenu par des points d'appui très-rapprochés, l'affaiblissement du patin ne compromet que très-peu la résistance du rail ; néanmoins quelques ingénieurs, désirant conserver au rail contre-aiguille sa section entière sur toute la longueur, ont adopté une forme d'aiguille d'une hauteur différente — 239 —.

La pointe de l'aiguille peut, comme nous venons de le voir,

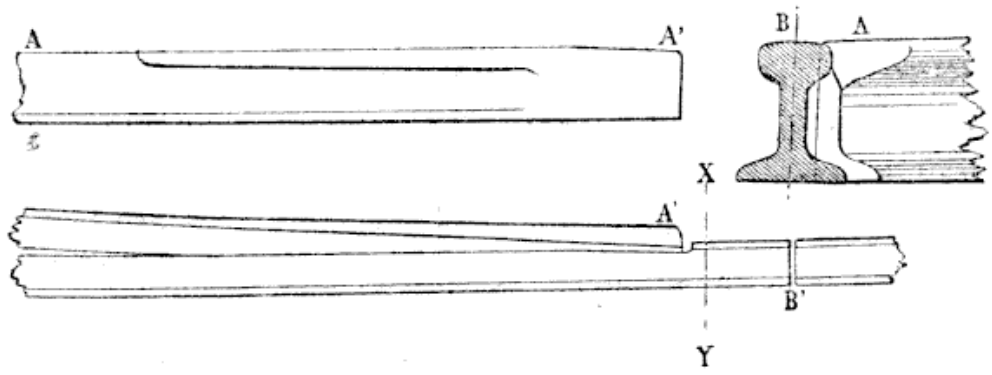


Fig. 279. Rail contre-aiguille entaillé et aiguille infléchie. 1/20. Coupe XY. 1/10.

être dissimulée sous le champignon du rail contre-aiguille ou dans son épaisseur. Chacune de ces dispositions a ses avantages et ses inconvénients. Quand l'aiguille est noyée sous le champignon (fig. 277), le rail contre-aiguille conserve toute sa résistance ; mais si le châssis est mal bourré, et s'il se produit un tassement à l'entrée du changement, l'abaissement du rail contre-aiguille tend à écarter la pointe de l'aiguille de sa position normale, et peut causer de graves accidents. Cet inconvénient ne se présente pas quand on entaille le champignon du rail fixe, et que la face d'appui de l'aiguille est verticale (fig. 279). Le rail fixe peut alors s'abaisser sans que l'aiguille change de place. On remédie aussi à l'inconvénient de l'écartement de l'aiguille par abaissement du rail de la voie, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixant à ce dernier un goujon qui traverse l'aiguille et l'entraîne dans sa descente, ou, mieux encore, en faisant pénétrer dans la tige du rail les tringles de connexion.

Contre-aiguilles en acier. — Les rails contre-aiguilles se trouvent dans toute leur longueur sur un rélargissement de la voie qui, vers le talon, atteint quelquefois jusqu'à $0^{m},06$; et comme les bandages se creusent en gorge sur la partie affectée au roulement, après un certain temps de service il en résulte que les roues des véhicules ne portent plus que sur le rail contre-aiguille et seulement par la zone du bandage la plus voisine de sa face extérieure, zone qui produit l'effet de tranche sur la surface du champignon; cette surface est donc exposée à un cisaillage très-énergique. On ne tarda pas à s'apercevoir de cet effet quand on eut mis pendant quelque temps en service les changements de voies construits avec des rails de même qualité que ceux de la voie courante. Sur certains changements de voies fréquemment parcourus, les contre-aiguilles se fendaient, se creusaient, s'exfoliaient de telle sorte qu'ils étaient hors de service au bout de quelques semaines. Les mêmes effets se produisirent quand on essaya des rails fabriqués en fer à couverte mieux corroyée ; une amélioration sensible fut introduite par l'emploi des rails en fer au bois avec le champignon cémenté. Puis on substitua aux rails en fer des rails en acier puddlé, dont l'emploi ne fut pas plus satisfaisant. C'est alors que l'acier fondu, puis l'acier Bessemer ont été appliqués à la confection des rails contre-aiguilles, dont la durée est par là considérablement augmentée.

239. Aiguilles. — Quel que soit le profil du rail de la voie courante, on a construit les aiguilles au moyen de barres de sections très-différentes, mais qui toutes offrent un inconvénient. Ainsi le rail à double champignon raboté en aiguille perd considérablement de sa résistance, même aux efforts latéraux vers l'entrée du changement, comme le montre la partie hachée de la figure 280, 1. Pour éviter cet affaiblissement, quelques ingénieurs ont fait construire des aiguilles d'un profil spécial, ayant tantôt une hauteur égale à celle du rail (2, fig. 280),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tantôt une hauteur moindre, afin de conserver intact le patin du rail (3, 4, fig. 280).

La forme que l'on doit rechercher est celle qui exige le moindre rabotage et qui conserve à l'aiguille une résistance aux pressions horizontales suffisante pour ne pas faire ressort sous l'action des boudins des roues. Le profil 2 de la figure 280 conserve à l'aiguille une roideur convenable, mais elle nécessite un rabotage assez important sur l'aiguille et le contre-aiguille. C'est la forme adoptée par le Nord et l'Est français, Bade et Bavarois. Paris-Méditerranée et Hanovre emploient le rail de même hauteur, mais non symétrique, de façon à donner à l'aiguille l'inclinaison de 1/20, tout en conservant la face de glissement horizontale.

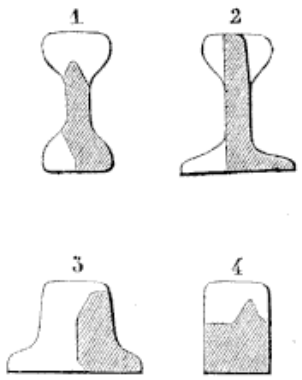


Fig. 280. Différents profils d'aiguilles. 1/10.

Le Taunus, Berlin-Stettin, le hollandais de l'Etat, le Wurtemberg donnent la préférence à la forme qui se rapproche du profil 3. Les chemins de Thuringe, de Berlin-Hambourg, la Saxe et quelques chemins belges adoptent le profil 4.

Le chemin de la basse Silésie emploie un profil non symétrique, présentant la forme d'un rail Vignoles trapu de $0^m,10$ de hauteur, coupé verticalement par un plan tangent à l'extérieur de la tige. Cette forme, très-robuste, exige peu de rabotage et laisse intacte le contre-aiguille.

Enfin, quel que soit le système d'aiguilles adopté, on rabote la partie supérieure de la pointe de manière à former un petit plan incliné, d'environ $0^m,01$ de hauteur et de $0^m,40$ à $0^m,50$ de longueur (A′, fig. 277, 278, 279). En assurant encore, par cette mesure, la dissimulation de l'extrémité de l'aiguille sous le champignon du rail de la voie, on évite les chocs des roues contre la pointe. De plus, le contact des bandages et de l'aiguille n'a lieu que quand cette dernière présente une section suffisamment résistante.

La plupart des déraillements en gare proviennent du passage des véhicules sur les aiguilles mal placées pour la direction que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doivent suivre les roues. Les boudins ne pénètrent convenablement dans le changement qu'en évitant la tranche des pointes d'aiguilles ; il est donc très-important que l'une d'elles se trouve complétement masquée sous ou par ce champignon et en contact absolu avec le rail et que l'autre soit placée à une distance *ab* telle qu'une roue, fût-elle mal calée, ne puisse jamais l'atteindre (fig. 288).

Pour satisfaire à cette condition, l'ouverture *ab* doit être plus grande que la différence entre l'écartement des rails et la distance intérieure des bandages des roues, augmentée de l'épaisseur du boudin. On double généralement cette différence pour tenir compte du jeu des roues, des variations de calage, de l'usure des bandages, enfin des imperfections de l'appareil.

Les chemins désignés ci-après ont adopté, pour cette ouverture, les nombres suivants :

Saxo-silésien	$0^m,070$
Est	0 ,100
Lyon	0 ,105
Nord	0 ,120
Bavarois	0 ,150

Nous croyons que la distance de $0^m,120$ répond le mieux à toutes les conditions.

Le branchement n'est convenablement ouvert que par le développement complet du mouvement du levier de manœuvre et la rigidité des tringles de connexion et des aiguilles. Comme le rabotage fait perdre à celles-ci une très-grande partie de leur rigidité, il faut, pour en prévenir la flexion, les faire appuyer en plusieurs points de leur partie faible contre des *buttoirs* fixés aux rails contre-aiguilles. Cette simple précaution fait disparaître en partie les chances d'accidents pouvant résulter de la flexion des aiguilles, le changement de voie étant d'ailleurs entretenu en bon état.

Nous disons *en partie*, car malgré toutes ces précautions les déraillements de machines sur les changements de voie sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore trop fréquents, sans que la cause en soit bien déterminée et que l'on puisse l'attribuer aux dérangements propres de l'appareil ou aux modifications dues à la trop grande roideur dans le montage des roues des véhicules, ou enfin aux affaissements des charpentes signalés par M. le baron de Weber [1]. Il est probable qu'en soutenant convenablement les aiguilles sur toute leur longueur, en les rendant solidaires des contre-aiguilles à l'aide d'entretoises, enfin en donnant du jeu aux essieux, on parviendra à éviter la plupart de ces accidents.

Nous regardons comme très-efficace la réunion des contre-aiguilles par des entretoises traversant les aiguilles, adoptée par le chemin bavarois de l'Est, pour améliorer ses anciens changements. Peut-être pourrait-on craindre l'affaiblissement de ces pièces ainsi percées de trous assez gros ; mais en employant des tringles d'acier, on pourrait réduire le diamètre de ces trous.

Quant à la nature du métal employé pour fabriquer les aiguilles, on a suivi les mêmes errements que pour les rails contre-aiguilles. Presque partout on construit ces pièces en acier fondu ou Bessemer dont le prix permet chaque jour davantage d'en étendre l'application. Les rails en acier Bessemer sont fournis aujourd'hui aux compagnies de chemins de fer à raison de 29 à 33 francs les 100 kilogrammes, le maître de forges garantissant les pièces pendant un délai de deux ans et plus, avec engagement de reprendre les rognures, ainsi que les pièces usées, au prix de 15 francs les 100 kilogrammes.

Longueur des aiguilles. — La longueur des aiguilles varie suivant les données de la construction de l'appareil. En Belgique et en Angleterre on a fréquemment réduit cette longueur à 4 mètres et même au-dessous, tandis qu'en France elle est généralement arrêtée à 5 mètres. Si les aiguilles courtes sont d'une exécution facile, elles ont par contre l'inconvénient de rendre la déviation trop brusque, disposition défectueuse dans beaucoup de cas. Cependant, en Hanovre, on a quelquefois

[1] *Die Stabilitæt des Gefüges der Eisenbahngeleise*, août 1869.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

adopté des aiguilles de changement de voie de $3^m,60$, lorsque la voie déviée s'éloignait brusquement de la voie droite.

Aujourd'hui la longueur généralement adoptée se tient entre $4^m,750$ et $5^m,400$. Voici les dimensions employées sur les principales lignes pour les rails contre-aiguilles et les aiguilles :

Désignation des lignes.	Longueur des contre-aiguilles.	Longueur des aiguilles.
Bade	$6^m,000$	$4^m,500$
Est prussien	5 ,652	4 ,725
Est bavarois	6 ,000	4 ,930
Est français	6 ,000	5 ,000
Paris-Méditerranée	5 ,400	5 ,000
Rhénan	5 ,652	5 ,184
Taunus	6 ,000	5 ,250
Berlin, Stettin, basse Silésie, etc.		5 ,652

240. AIGUILLES DES CHANGEMENTS DOUBLES. — Nous avons dit que l'on plaçait les grandes aiguilles tantôt à l'intérieur, tantôt à l'extérieur de la voie droite. Dans les anciens appareils de l'Est français, les grandes aiguilles ont 5 mètres de longueur et les petites $3^m,60$. La faible longueur de ces dernières donne lieu à un élargissement trop considérable de la voie droite. Chaque déviation à droite et à gauche étant de $0^m,023$ par mètre, l'élargissement de la voie à la pointe de la petite aiguille est égal à $(5^m,00 - 3^m,60) \times 0,023 \times 2 = 0^m,064$, ce qui donne pour largeur de la voie entre les bords intérieurs des rails $1^m,447 + 0^m,064 = 1^m,511$. Or, d'après le gabarit du calage des roues, on a (fig. 275, pl. XVIII) :

Largeur d'un bandage	$0^m,126$
Distance entre les bandages	1 ,362
Epaisseur d'un boudin	0 ,025
	$1^m,513$

Il ne faudrait donc qu'une surlargeur de $0^m,001$ ou $0^m,002$ ou une diminution sur l'épaisseur du boudin pour que l'une des roues fût exposée à tomber.

En portant la longueur des petites aiguilles à $4^m,45$, la largeur de la voie droite à la pointe des petites aiguilles est ramenée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à $1^m,447 + 2 \times 0^m,55 \times 0^m,023 = 1^m,472$. On pourait même diminuer cette largeur par une inflexion du rail contre-aiguille ; mais cette précaution n'est pas nécessaire.

241. COUSSINETS DE SUPPORT ET DE GLISSEMENT. — Il faut absolument maintenir les contre-aiguilles dans une position invariable et en même temps faciliter le glissement des aiguilles ; on obtient ce double résultat à l'aide des coussinets de support. Ces coussinets n'ont qu'une seule joue, à l'extérieur du changement, et contre laquelle on boulonne le contre-aiguille ; un long patin, bien dressé, sert de chemin à la face inférieure de l'aiguille.

On distingue les *coussinets de talon* ou de rotation des *coussinets de glissement*. Les premiers forment liaison entre

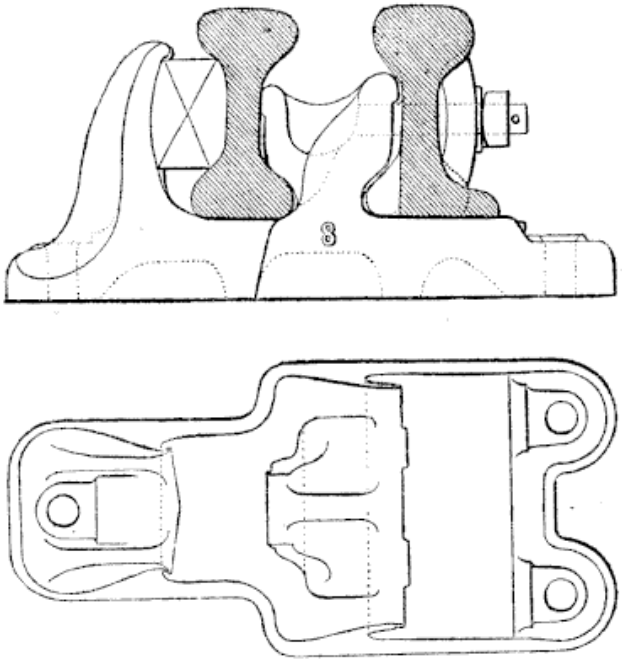


Fig. 281. Coussinet de talon pour changement en rails à deux champignons. 15/100.

les rails courants et ceux du changement. Au talon de l'aiguille, on laisse assez de jeu pour que le rail puisse décrire sans difficulté son mouvement de glissement circulaire.

Si les rails sont à deux champignons et si le joint du rail contre-aiguille ne correspond pas à celui de l'aiguille, le coussinet de talon présente une forme assez compliquée, comme le montre la figure 281. Le rail de la voie est maintenu, par un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coin, dans une chambre analogue à celle des coussinets intermédiaires de la voie courante ; le talon de l'aiguille et l'extrémité du rail qui se trouve dans son prolongement sont réunis, sur l'une des faces, par une joue venue de fonte avec le coussinet, et sur l'autre, au moyen d'une éclisse dont les boulons présentent un certain jeu (fig. 281).

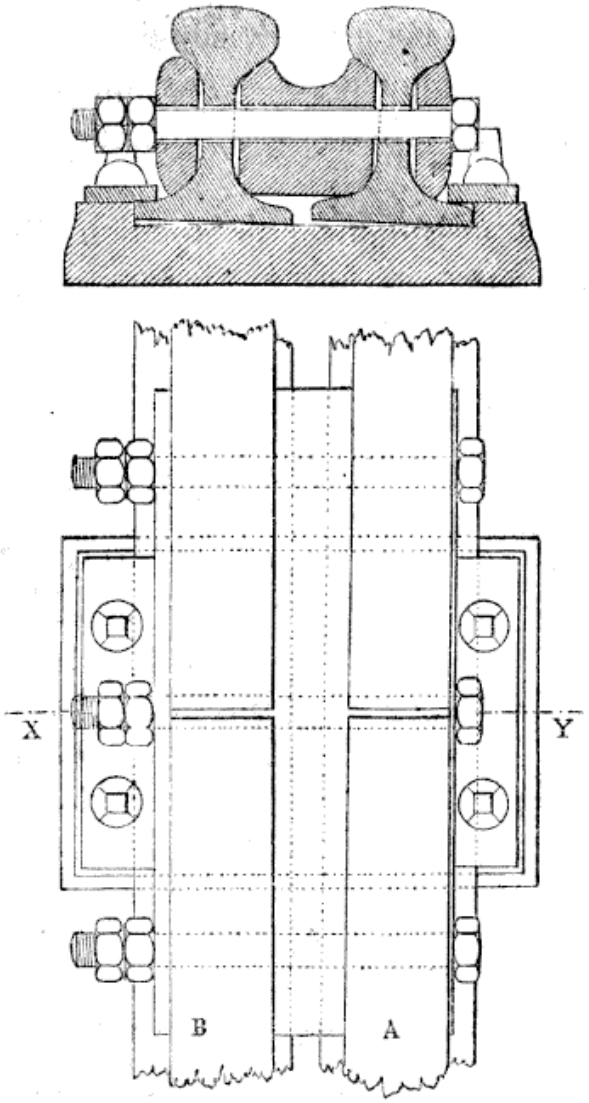


Fig. 282. Coussinet de talon pour changement en rails Vignoles. 15/100.

Avec les rails Vignoles, on peut employer simplement, comme au chemin de Lyon, une semelle en fonte qui reçoit les extrémités du rail contre-aiguille, de l'aiguille et des rails courants. Des éclisses sur les faces extérieures et un bloc de fonte entre les faces intérieures constituent le joint, qui est complété par des boulons traversant toutes les pièces de part en part (fig. 282).

Le boulon AB qui relie les éclisses au talon des aiguilles A et des contre-aiguilles B n'est plus de section uniforme, comme l'indique la figure 282. Pour augmenter la résistance du boulon dans la partie exposée aux chocs, on lui donne une section ovale aplatie A′, représentée par la figure 282 *bis*, pl. XVIII.

La figure 283, pl. XVIII, reproduit le mode d'attache des aiguilles au chemin de l'Est.

Quelques chemins allemands ont des changements dont les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rails contre-aiguilles sont fixés sur des coussinets sans joues, par des rivets à tête noyée dans le patin, ou bien au moyen de platines maintenues par des boulons à tête fraisée dans une plaque en tôle régnant sur toute la longueur du rail contre-aiguille (Saarbruck). En donnant à cette semelle une épaisseur suffisante, on évite la rupture fréquente des joues de coussinets, au passage à grande vitesse des trains qui ont un mouvement de lacet prononcé. Le coussinet de talon ne sert plus que de sup-

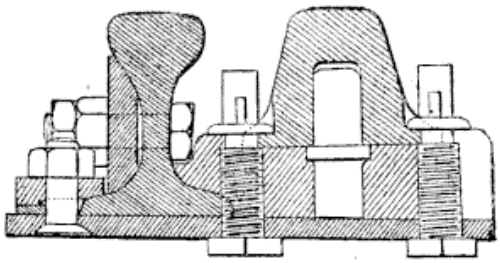


Fig. 284. Coussinet de talon et pivot d'aiguille à section spéciale. 15/100.

port et le mouvement de rotation s'opère soit sur un axe vertical (fig. 284) pour les aiguilles de section ramassée (Saarbruck, Taunus, Lubeck-Buchen), soit à l'aide d'éclisses ordinaires.

Les coussinets de glissement présentent des formes beaucoup plus simples : l'aiguille glisse sur la semelle, qui doit toujours avoir une largeur suffisante. A cet effet on emploie soit un seul modèle de coussinets ayant le développement maximum de la surface de glissement, c'est-à-dire la longueur du coussinet correspondant à la pointe de l'aiguille — 239 —, soit plusieurs mo-

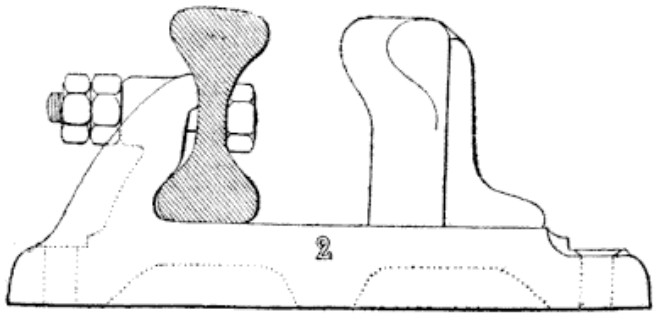


Fig. 285. Coussinet de glissements. 15/100.

dèles dont les surfaces de glissement diminuent de la pointe de l'aiguille jusqu'au coussinet de talon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans tous les cas, chaque coussinet porte une joue contre laquelle le rail contre-aiguille est fixé au moyen d'un boulon.

La forme de la semelle et de la joue des coussinets de glissement peut varier d'ailleurs suivant que l'on emploie des aiguilles de même hauteur que le rail de la voie dont le profil est

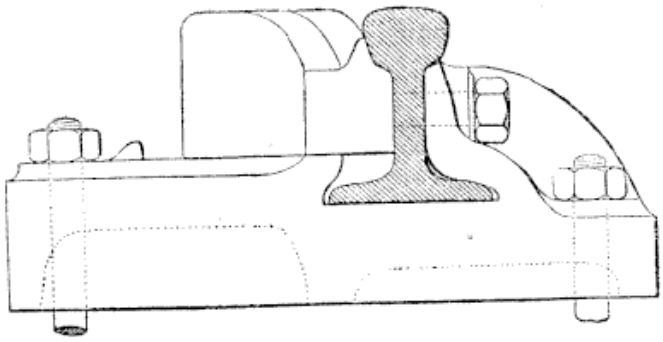


Fig. 286. Coussinet de glissement avec aiguille de profil spécial. 15/100.

à deux champignons (fig. 285) ou à patin (fig. 288), ou bien des aiguilles à profil spécial, de hauteur réduite (fig. 286).

Ces coussinets sont coulés en fonte de bonne qualité, et les surfaces de glissement rabotées à la machine; c'est seulement après cette opération qu'on en fait la réception.

Les trépidations qui se font sentir sur toutes les pièces d'un changement amènent le desserrage des écrous de boulons ; il est donc prudent, sur tous les points où il n'y a pas d'empêchement, d'armer tous les boulons d'une rondelle, de deux écrous, et même d'une goupille.

Dans la plupart des changements, le talon des aiguilles coïncide avec l'extrémité des contre-aiguilles ; il en résulte sur un même point une complication d'assemblages qui ne laisse pas d'en affaiblir la résistance. On améliore cette position en reportant le joint des contre-aiguilles au delà du talon de l'aiguille, comme l'a fait le chemin de fer de l'Est dans ses nouveaux changements. La réunion des aiguilles et des rails fixes s'opère à l'aide d'éclisses ordinaires, dans lesquelles il faut enlever quelques millimètres aux portées pour racheter la différence d'inclinaison des pièces à réunir (fig. 283, pl. XVIII).

242. Tringles de connexion. — Ce sont les tiges qui établis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sent entre les aiguilles un mouvement de déplacement simultané. Dans l'origine, ces tiges se composaient d'une simple barre portant deux embases suivies d'une partie filetée d'un diamètre



Fig. 287. Tringle de connexion. 1/10.

plus faible que celui de la tige, avec écrou (fig. 287). La partie filetée traverse l'aiguille, qui se trouve serrée entre l'embase et l'écrou.

Les dimensions de cette tringle sont les suivantes :

Diamètre de la tige entre les embases, $0^{m},035$;

Diamètre des parties filetées, $0^{m},027$.

Dans le but de rendre le mouvement plus doux, on a cru devoir établir ces tringles avec une et même, dans certains cas,

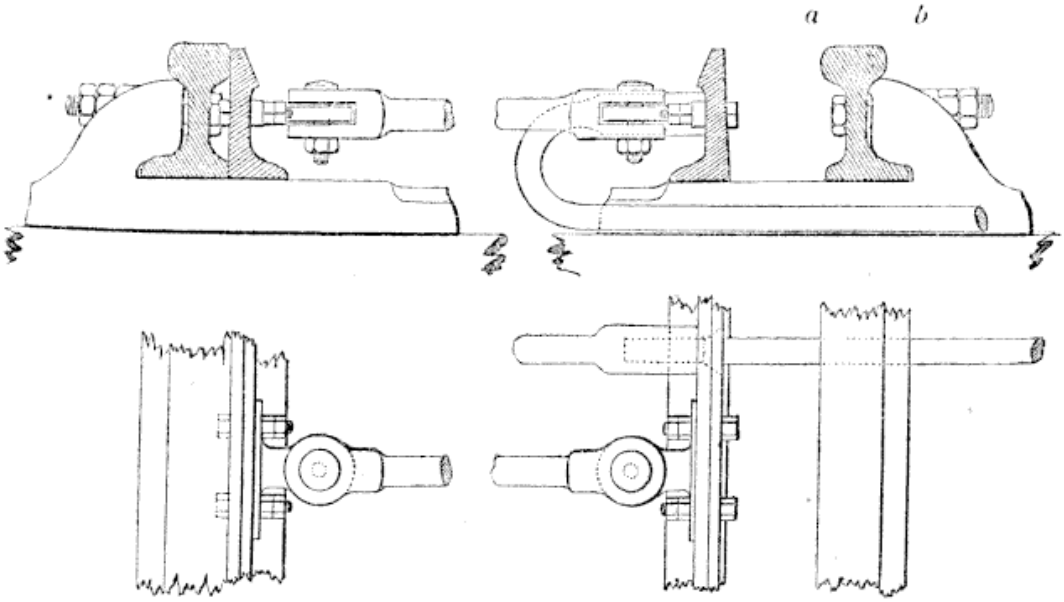


Fig. 288. Tringle de connexion articulée. — Coussinets de glissement. — Tringle de mouvement. 1/10.

avec deux articulations (fig. 288). Chaque tringle se compose alors de trois parties séparées : deux T, dont la branche droite se fixe par deux boulons à l'aiguille, la branche d'équerre se terminant par un œil entrant à frottement dans la fourche qui se trouve à chacune des extrémités de la tige de connexion. Ces tringles sont plus lourdes et plus coûteuses que les autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 287), mais elles offrent l'avantage de faciliter la pose ou le démontage en cas de dérangement de l'appareil, par exemple à la suite d'un déraillement.

243. Appareil de manœuvre des aiguilles. — Les aiguilles des changements de voies sont mises en mouvement et maintenues dans une position déterminée, au moyen d'un levier dont le grand bras reçoit l'impulsion que lui imprime la main de l'agent chargé de la manœuvre des aiguilles. Dans la plupart des cas, et lorsque les dispositions locales permettent au grand bras du levier de se mouvoir dans un plan perpendiculaire à l'axe de la voie, l'extrémité du petit bras est liée par une articulation à la tringle de manœuvre des aiguilles; c'est la transmission de mouvement directe. Quand l'espace manque, on fait mouvoir le levier dans un plan parallèle à l'axe de la voie ; la tringle qui reçoit le mouvement se rattache alors à l'une des branches d'un levier coudé situé dans un plan horizontal, et qui, par son autre branche, transmet le mouvement du levier aux aiguilles, au moyen d'une tringle semblable à celle employée dans la transmission directe. La figure 315, *a*, pl. XVIII, représente la disposition de la charpente supportant cette transmission de mouvement employée par l'Est français.

Enfin le mouvement direct se transmet par une tringle qui tantôt traverse le rail contre-aiguille et s'arrête à la première aiguille, tantôt passe sous ce rail et se recourbe sur lui-même pour s'attacher à l'aiguille en la pénétrant par la face intérieure (fig. 288).

En principe, les aiguilles d'un branchement doivent être toujours placées pour la circulation sur la voie principale, situation que nous désignerons sous l'indication de *position normale*. La disposition des aiguilles pour le passage vers la voie déviée n'est alors qu'une exception.

Le levier de manœuvre devant maintenir les aiguilles dans leur position normale, on ajoute à son action celle d'un poids supplémentaire dont l'effet est de tenir les aiguilles convenablement appliquées au contact des contre-aiguilles, de telle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sorte que leur manœuvre est automatique quand le changement est manœuvré à l'*anglaise*, c'est-à-dire quand les véhicules entrent dans le changement par la voie déviée, tandis que les aiguilles sont placées sur la voie droite. Alors la manœuvre d'un changement, pour faire passer un train de la ligne principale sur la voie déviée, exige absolument la présence de l'aiguilleur, qui doit maintenir les aiguilles dans leur position exceptionnelle, pendant tout le temps du passage du train.

Dans les gares où les branchements sont nombreux et les mouvements multipliés, l'obligation de tenir constamment à la main le levier des aiguilles peut devenir onéreuse par les frais considérables de main-d'œuvre qu'elle occasionne. On cherche donc à réduire autant que possible le nombre d'aiguilleurs et à confier à chacun d'eux la manœuvre de plusieurs changements de voie. A cet effet, le contre-poids est disposé de manière à maintenir à volonté les aiguilles, tantôt pour la direction normale, tantôt pour la voie déviée.

Ce résultat s'obtient par plusieurs moyens : les trois dispositions suivantes sont les plus fréquemment appliquées.

— 1° Le levier du contre-poids (fig. 289) est terminé par une douille que traverse le levier de manœuvre ; il décrit autour de ce levier, comme axe, un cône de révolution et peut s'orienter dans le sens de l'inclinaison de ce levier — Est, Nord, Lyon, Ouest, Berlin-Potsdam, rhénan, Palatinat, saxo-silésien, etc. —. Pour conserver au contre-poids la position voulue, la douille et son axe sont percés d'un trou dans lequel passe un goujon qui empêche tout mouvement de rotation, une fois l'orientation fixée.

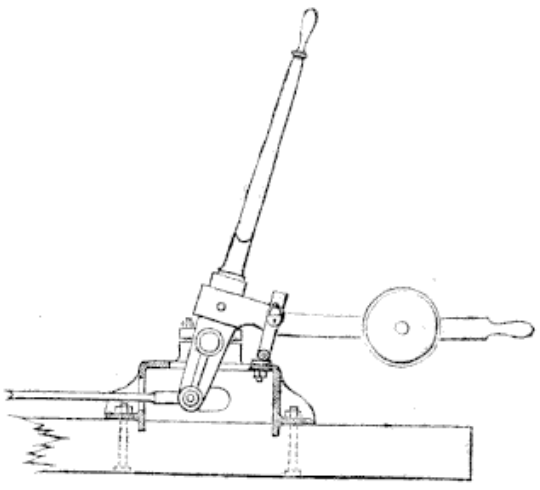


Fig. 289. Levier de manœuvre. — Cadenassement (France). 3/100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— 2° Le levier de manœuvre (fig. 290) porte à la hauteur de son axe de rotation une croix dont les bras sont tantôt terminés par deux petits retours d'équerre, tantôt formés de deux flasques réunies par des entretoises. Le levier du contre-poids est fixé par une douille sur l'arbre horizontal du levier de manœuvre; quand celui-ci doit conserver la position qu'on lui a donnée, on amène le contre-poids, qui se meut dans un plan

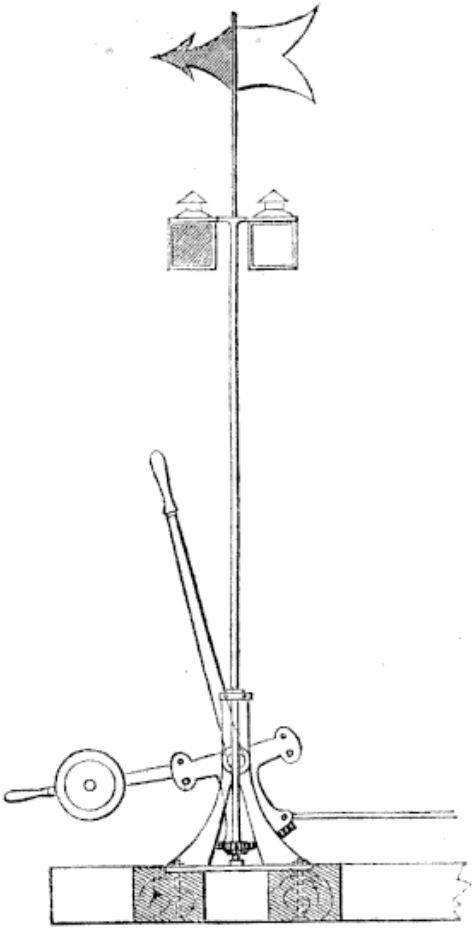


Fig. 290. Levier de manœuvre avec signal (Prusse). 3/100.

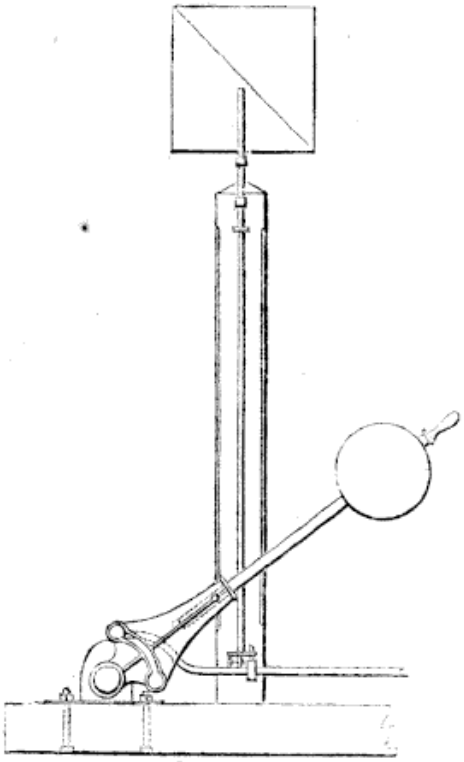


Fig. 291. Levier de manœuvre (Bavière). 3/100.

parallèle au plan de mouvement du levier, sur le retour d'équerre ou l'entretoise du bras de la croix qui se trouve sous l'aplomb de la poignée du levier de manœuvre.

Le maintien du levier du contre-poids s'obtient dans cette dernière disposition au moyen d'un goujon qui passe à travers deux trous ménagés dans les flasques au-dessus des entretoises d'appui de ce levier.

— 3° Le levier de manœuvre (fig. 291) est du second genre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est-à-dire que l'attache de la tringle de manœuvre est placée entre le point de rotation du levier et le point d'application de la force. Ce levier, qui porte le contre-poids, est évidé à la hauteur de l'attache de la tringle de manœuvre suivant une zone circulaire terminée à chaque extrémité par une surface cylindrique pouvant envelopper le goujon d'attache de cette tringle. Quand le levier de manœuvre est dirigé vers l'appareil du branchement, il pousse par l'extrémité de l'évidement la tringle de manœuvre et tient l'aiguille disposée pour la circulation sur la voie droite. En renversant le levier avec son contre-poids, l'entaille glisse sur le goujon jusqu'à ce que, parvenue au bout de sa course, elle l'entraîne avec elle dans son mouvement; les aiguilles sont alors ramenées pour livrer passage sur la voie déviée.

La première de ces dispositions nous paraît la plus commode, mais la moins bonne au point de vue de la sécurité de manœuvre des trains. Le plus souvent, les aiguilleurs chargés du service de plusieurs branchements ne prennent pas la peine ou n'ont pas le temps de diriger le levier et d'arrêter le mouvement du contre-poids dans la position voulue; ils se contentent, pour aller manœuvrer à temps un autre branchement plus ou moins éloigné, d'imprimer au contre-poids un mouvement de rotation. L'impulsion ainsi donnée peut quelquefois suffire à l'effet désiré ; mais d'autres fois aussi elle dépasse le but et fait décrire au contre-poids une révolution complète. Pendant cette manœuvre, les aiguilles ont parcouru toutes les positions, depuis celle qui maintient la voie directe jusqu'à celle qui ouvre la voie déviée, et si en même temps un train est poussé sur le changement par une locomotive très-souvent loin de l'appareil, les wagons ou même les deux trains de roues d'un wagon peuvent se trouver sur deux voies différentes; de là des déraillements n'ayant pas d'autre cause que cette fausse manœuvre des aiguilles.

Le levier de Prusse ou de Hanovre ne présente pas cet inconvénient, car le contre-poids doit être soulevé et amené

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la position voulue, sans qu'il ait tendance à revenir à sa position initiale.

Du reste, les avis sont partagés sur le plus ou moins d'efficacité de l'un ou l'autre de ces procédés : ainsi le mouvement du contre-poids est vertical sur les chemins du Hanovre, hollandais de l'Etat, Bade, Palatinat, Est prussien ; il est horizontal sur les lignes de Berlin-Potsdam, du Mecklembourg, de basse Silésie, d'Altona-Kiel, de Bavière, rhénan et la majorité des chemins français.

En tout cas, les leviers du contre-poids doivent être disposés pour pouvoir, au besoin, être verrouillés, et limiter leur action automotrice à une seule des positions extrêmes des aiguilles. Ainsi, quand les aiguilles sont prises en pointe sur les voies principales, le déplacement du contre-poids ne doit plus être facultatif ; il faut river son levier pour maintenir les aiguilles sur la voie principale quand le levier est abandonné à lui-même et forcer l'aiguilleur à soutenir le levier pendant tout le temps du passage des trains sur la déviation.

Observation sur la manœuvre automatique. — Dans les manœuvres de gare, les aiguilleurs ne prennent pas toujours le soin de déplacer les aiguilles de manière à laisser passer les trains des voies déviées sur le tronc commun. Aussi, dans les mouvements de *scie* que font les trains en composition ou en décomposition, n'est-il pas rare de voir un changement abandonné à lui-même faire passer un essieu sur une voie et l'essieu suivant sur une autre voie. De là, ou déraillement ou rupture d'attelage, etc.

Le levier indiqué par la figure 292, pl. XVII, et adopté en dernier lieu par l'Est prussien, est disposé pour supprimer la faculté du *self-acting* dès qu'un changement est sorti de la position qu'il occupe. Ainsi, quand, par suite de manœuvre à l'anglaise, les aiguilles sont repoussées par les boudins, le contre-poids est suffisamment ramené au delà de la verticale pour qu'immédiatement il s'abaisse dans la position opposée et déplace complétement les aiguilles. Il résulte de cet arrangement que, dans les manœuvres, le changement ouvert ne peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas se refermer sous le train qui l'a déplacé; mais cet avantage entraîne la nécessité d'annexer un signal au changement, afin d'avertir l'aiguilleur et les machinistes du déplacement des aiguilles — 247 —.

244. CADENASSEMENT. — Certains branchements, bien que placés sur des voies importantes, ne servent qu'accidentellement. Les agents chargés de leur manœuvre n'y étant pas constamment fixés, il faudra prendre les mesures nécessaires pour que les aiguilles ne puissent être déplacées de leur position normale que par ces agents; on obtient ce résultat en cadenassant l'appareil.

Ce cadenassement se fait au moyen d'une chaîne ou d'un verrou agissant sur le levier de manœuvre (fig. 289), ou bien encore d'un goujon rivé sur l'aiguille qui doit être habituellement fermée (fig. 293). Cette dernière disposition est préférable aux deux autres, car elle ne permet le cadenassement qu'au moment où l'aiguille est en contact *absolu* avec son rail contre-aiguille; l'interposition d'un corps étranger entre les deux pièces empêche le goujon de sortir d'une quantité suffisante pour démasquer le trou de la clavette de cadenassement.

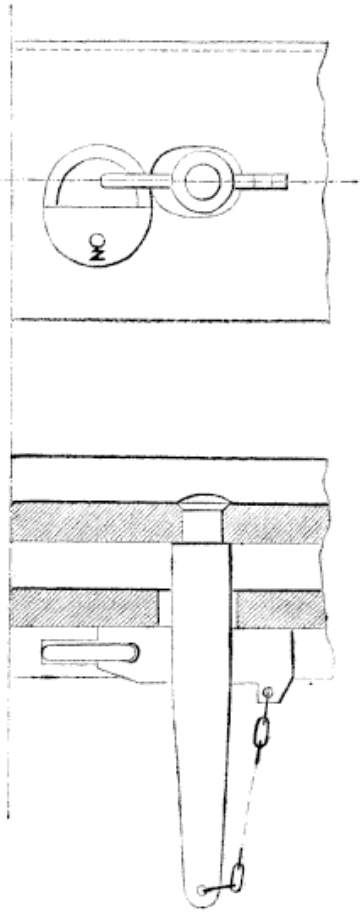


Fig. 293. Cadenassement des aiguilles prises en pointe. 1/5.

245. ENCLANCHEMENT. — En étudiant la question des signaux — chap. VIII — nous verrons qu'il est nécessaire, pour régler l'ordre du passage des trains soit sur les bifurcations, soit à la sortie ou à l'entrée des gares et prévenir les collisions, de rendre solidaire la manœuvre des signaux et des branchements.

Le problème à résoudre consiste à empêcher un train devant quitter une voie de s'engager sur un embranchement avant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que la voie de ce dernier soit libre et que la circulation y soit interceptée. M. Vignier, ingénieur attaché au chemin de fer de l'Ouest, a depuis longtemps résolu la question en reliant la manœuvre des signaux avancés à celle des changements de voie, de telle sorte que si l'on veut placer les aiguilles d'un branchement pour donner accès à une bifurcation, on ne peut manœuvrer ces aiguilles que lorsque toutes les voies qui donnent accès à un train sur la bifurcation sont interceptées par les signaux d'arrêt. A cet effet, M. Vignier réunit au même poste d'aiguilleur les leviers des aiguilles et des signaux à distance; il ajoute aux leviers des signaux un verrou *t*V (fig. 293 *bis*) qui, pénétrant dans des trous ménagés dans les tringles de manœuvre des aiguilles VT, les *enclanche*, c'est-à-dire met obstacle à tout déplacement de ces tringles. Pour pouvoir manœuvrer les aiguilles, il faut d'abord faire cesser l'*enclanchement*, ce qui ne peut s'opérer qu'en plaçant à l'arrêt le signal avancé protégeant la bifurcation — 289 —.

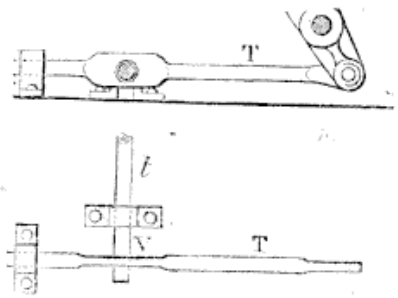


Fig. 293 *bis*. Enclanchement. 1/20.

246. Manœuvre a distance [1]. — Il y a des gares et des bifurcations où le nombre des trains en circulation est très-considérable ; on en trouve qui, à certains moments de la journée, voient des trains se succéder à des intervalles de moins de deux minutes. Ce mouvement incessant ne s'opère avec sécurité qu'en réglant la marche de chaque train par des signaux, et en rendant solidaires la manœuvre des signaux et celle des branchements. Il faut en outre de l'unité et de la promptitude pour toutes ces manœuvres. Si la manœuvre de tous les branchements est disséminée, un nombre considérable d'agents devient nécessaire sans résoudre convenablement la question, car malgré toute leur vigilance, il peut bien s'introduire quelque confusion dans leurs opérations. Les branchements et signaux des grandes gares de Cannon-street (fig. 294, pl. XIX)

[1] Voir sur le même sujet la note de M. Tardieu: *Mémoires des ingénieurs civils*, numéro de septembre 1868.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et de Victoria, qui donnent accès dans la Cité aux chemins de South-Eastern, de Brighton et de Douvres par Chatam, qui reçoivent ou expédient à certaines heures près d'un train par minute, sont desservis par deux hommes seulement, qui, placés dans une cabine élevée AB (fig. 294 *bis*, pl. XIX), dominent toutes les voies et manœuvrent de là tous les signaux et tous les changements de voie.

Les leviers de ces appareils sont semblables à ceux des anciens leviers de mise en marche des locomotives. Ils se distinguent les uns des autres par leur couleur et par des plaques de cuivre avec inscription de leur destination.

La manœuvre à distance des changements de voie s'effectue à l'aide de tringles en fer creux de $0^m,033$ de diamètre extérieur et de $0^m,005$ d'épaisseur, supportées par des galets en fonte de $0^m,120$ de diamètre, espacés de 3 mètres. Ces tringles sont assemblées bout à bout à l'aide de mandrins rivés et de manchons taraudés et s'attachent, ainsi assemblées, d'un côté aux aiguilles, de l'autre aux leviers de manœuvre. Pour que les changements de température n'aient aucune influence sur les relations du levier et des aiguilles, les tringles de manœuvre sont interrompues par des balanciers compensateurs (fig. 297, pl. XIX), qui partagent la transmission en plusieurs sections d'égale longueur. On a soin d'abriter les tringles et les balanciers par des caisses en planches.

Les figures 296, *a*, *b*, *c*, pl. XIX, représentent les appareils exécutés par MM. Saxby et Farmer, constructeurs à Londres, dans la station de Cannon-street.

Il va de soi que les changements de voie ne sont plus *self-acting* et qu'ils ne peuvent pas se manœuvrer par le talon, car la transmission de mouvement est rigide, et si un véhicule passe dans le changement, il fausse la transmission quand les aiguilles ne sont pas préalablement déplacées. La solidarité des signaux et des changements de voie est obtenue à l'aide d'enclanchements dont la figure 296, pl. XIX, donne l'idée. Chaque levier de manœuvre est relié par une bielle et une manivelle à un arbre vertical, qui par une came transmet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un mouvement horizontal à une tringle horizontale. Cette tringle est munie de goujons qui font mouvoir horizontalement des pièces de tôle fixées à des axes verticaux, lesquelles pièces de tôle présentent des talons aux leviers qu'enclanche le levier de commande. Aucun de ces seconds leviers ne peut être manœuvré que quand le premier les a débarrassés de leur talon par son propre mouvement.

Une disposition analogue a été appliquée par la compagnie de la Méditerranée à la bifurcation de Moret. Nous verrons plus loin qu'elle permet une réduction importante dans le personnel nécessaire aux manœuvres et dans le temps d'arrêt imposé aux trains qui franchissent une bifurcation.

247. SIGNAUX DE BRANCHEMENT. — Au moment où un train va passer d'une voie sur une autre en prenant les aiguilles en pointe, le mécanicien indique à l'aiguilleur, par un nombre déterminé de coups de sifflet, la direction qu'il doit suivre. Placé souvent à une grande distance du branchement, il est dans l'impossibilité de s'assurer, par la vue directe, de la position des aiguilles : de là des accidents, des collisions, ou tout au moins des fausses manœuvres.

Pour écarter autant que possible les chances d'erreurs que cet état de choses peut occasionner, les ingénieurs allemands ont conservé, pour chaque changement de voie sur lequel peuvent s'opérer des manœuvres à la machine, un signal indiquant de jour et de nuit la position des aiguilles ; ce signal employé à l'origine des chemins de fer, notamment sur la ligne de Strasbourg à Bâle, et repris depuis quelques années par les chemins de fer français, consiste, pour le jour, en un disque de forme ou de couleur particulière, et pour la nuit, en un ou plusieurs feux de couleurs déterminées.

La position du signal indique celle des aiguilles, et son mouvement s'opère en même temps que celui du levier de manœuvre, avec lequel il doit être parfaitement solidaire.

Aux chemins de fer prussiens et hanovriens, le levier de manœuvre reçoit un segment de roue dentée qui engrène avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un pignon conique fixé sur l'arbre vertical portant le signal (fig. 290). Ce signal se compose, pour le jour, d'une flèche ou d'un disque, et, pour la nuit, de deux lanternes à feux vert et rouge ou d'une lanterne à deux feux.

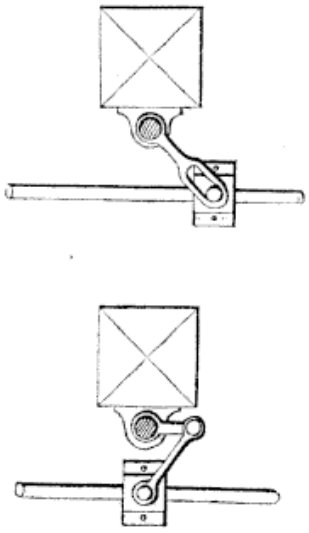


Fig. 298. Transmission du mouvement au signal de branchement. 1/10.

En Bavière, la transmission de mouvement s'opère au moyen d'une manivelle fixée sur l'arbre du signal, et d'une petite bielle articulée sur un boulon attaché à la tringle de manœuvre (fig. 291); on peut d'ailleurs employer diverses dispositions. La figure 298 en représente, en plan, deux des plus facilement applicables. Le disque ou platine de tôle carrée, pour le jour, est remplacé la nuit par une lanterne à deux couleurs.

La transmission de mouvement du levier de manœuvre au signal des aiguilles sur le chemin de fer saxo-silésien s'opère au moyen d'une manivelle fixée à l'arbre vertical du signal. Elle porte un retour d'équerre vertical entrant dans une coulisse en prolongement du goujon d'articulation du levier et de la tringle de manœuvre (fig. 299).

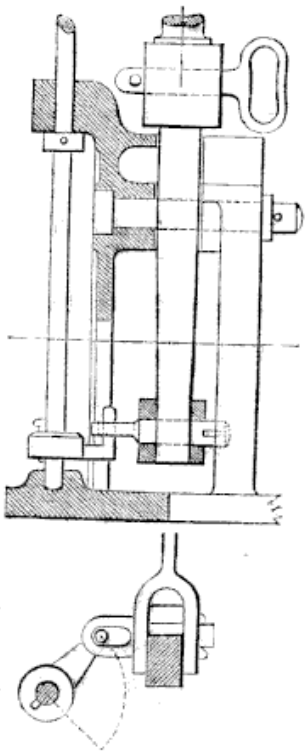


Fig. 299. Signal de branchement (Saxe). 1/10.

Cette disposition de manœuvre est très-simple, facile à appliquer à tous les changements de voie existants et que l'on veut pourvoir de signal indicateur.

Les chemins de fer de la Méditerranée et de l'Ouest indiquent la position des aiguilles d'embranchement au moyen d'un disque-signal (fig. 300) manœuvré par l'aiguille, dont le mouvement se transmet à un petit mât par l'intermédiaire d'une tringle col de cygne à une petite mani-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

velle fixée au mât. Cette dernière pièce est reliée à un poteau en bois placé dans une légère fondation en maçonnerie.

La tôle du disque est peinte en vert ; elle porte une douille verticale destinée à recevoir la lanterne-fallot à feu vert qui sert pour la nuit.

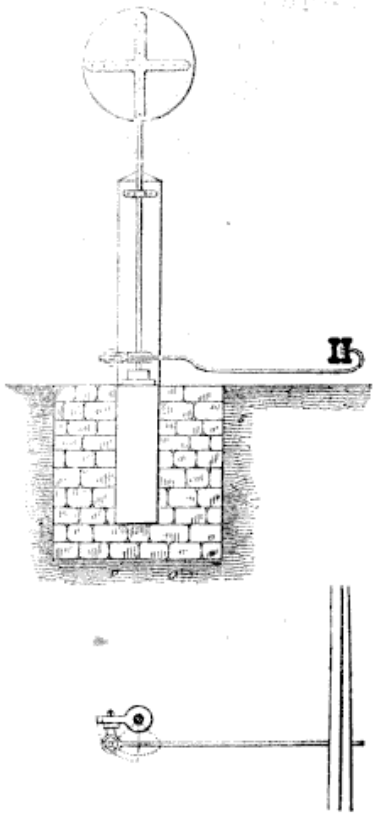


Fig. 300. Signal de branchement (Ouest). 1/50.

Il faut relier le mât du *signal* avec la charpente du changement de voie par une traverse en bois qui règle invariablement l'écartement des deux appareils, sans quoi la tringle de transmission de mouvement peut, en cas de déplacement des axes, s'arc-bouter sur la manivelle de l'axe du signal et amener un déraillement par une fausse position des aiguilles.

La règle pour le mécanicien est la suivante : le disque-signal effacé ou la lumière blanche indique la voie droite ; le disque présentant sa face, c'est-à-dire son plan perpendiculaire à la voie, ou le feu vert, annonce que les aiguilles sont placées pour donner accès sur l'embranchement.

Les frais d'application de ce signal à un branchement quelconque peuvent se résumer ainsi :

Ferrures, 41^{k},500 à 1 franc.....	41^{f},50
Bois, 0^{m3},068 à 100 francs.....	6 ,80
Fondations, 0^{m3},600 à 8 francs.....	4 ,89
Faux frais.....	3 ,40
Lanterne.....	8 ,50
	65^{f},00

Le signal d'aiguilles de la Méditerranée se compose, pour le jour, d'un double disque formé de quatre demi-cercles assemblés deux à deux à angle droit. Ces demi-cercles sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peints, les uns en blanc, les autres soit en vert, soit en rouge.

Lorsque la voie principale est ouverte, le signal est blanc du côté de la pointe de l'aiguille et du côté du talon. Lorsque la voie principale est fermée et la voie latérale ouverte, le signal, du côté de la pointe, est vert ou rouge : vert, si la voie secondaire est raccordée à ses deux extrémités avec la voie principale ; rouge, si la voie secondaire forme cul-de-sac. Le côté opposé est vert dans les deux cas.

La nuit on place au-dessus du disque une lanterne qui reproduit les mêmes couleurs.

Ancien signal Bender. — L'appareil à signaux employé habituellement en Autriche est disposé comme suit :

Pendant le jour, l'arbre vertical porte un disque plat, peint sur les deux faces (fig. 301). Sur chaque face, les deux moitiés séparées par le diamètre vertical du disque sont peintes, l'une en blanc, l'autre en rouge. Le disque est d'ailleurs fixé sur l'arbre de telle manière que quand le changement donne accès sur la voie en ligne droite, la surface du disque se trouve être parallèle à cette voie, et présente la tranche au mécanicien (fig. 301, C). Quand le changement de voie, au contraire, donne accès sur la voie déviée, le disque est perpendiculaire à la voie droite, et se présente de face au mécanicien ; la position du demi-disque blanc, à gauche (fig. 301, A) ou à droite (fig. 301, B), indique si la voie déviée ouverte est à gauche ou à droite.

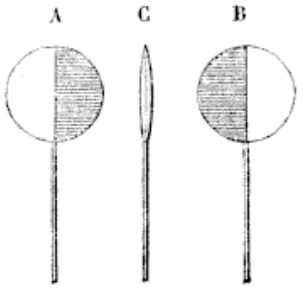


Fig. 301. Signal de branchement, pour le jour (chemins autrichiens). 1/50.

Pendant la nuit, on se servait généralement, pour les signaux, d'une ou de deux lanternes montées sur le disque avec verres de diverses couleurs sur les divers côtés. Les combinaisons des couleurs des feux apparents devaient donner, pendant la nuit, des indications analogues à celles du disque pendant le jour.

Ces signaux de nuit avaient l'inconvénient d'occasionner, dans les grandes gares surtout, des erreurs fréquentes, et par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suite des accidents regrettables, ayant pour cause la grande confusion des couleurs rouges, blanches et vertes provenant des signaux de changement de voie, ainsi que des lanternes à feux de couleur, destinées à garantir le matériel garé.

M. W. Bender s'est donné le problème de conserver de nuit comme de jour, pour les changements de voie, un appareil à signaux ayant son cachet spécial, qui empêche ces confusions.

Le disque des signaux de jour satisfaisant à cette condition, il conserva le même signal pour la nuit en supprimant les lumières directes de différentes couleurs, et se contentant d'éclairer convenablement le disque sur les faces et sur les tranches. Le problème a été résolu par la disposition dont nous n'indiquons que le principe.

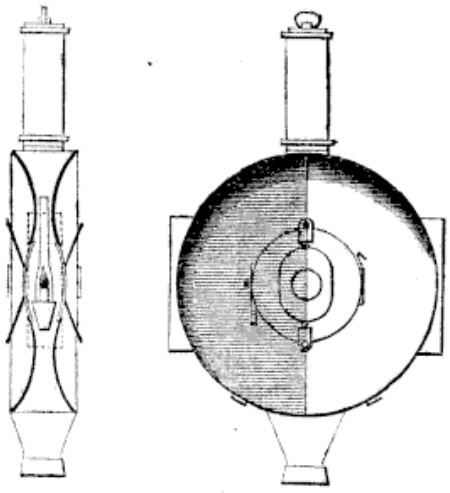


Fig. 302. Signal Bender. 1/20.

Le disque Bender présente deux faces concaves (fig. 302). Ces faces concaves sont peintes moitié en rouge, moitié en blanc, comme il a été dit plus haut pour les disques ordinaires ; seulement, au centre, les deux faces du disque sont évidées et laissent passer à travers des fermetures en verre blanc les rayons lumineux d'un feu central.

En face de cette lumière sont placés deux réflecteurs qui, recevant la lumière sur une surface conique convenable, la réfléchissent de manière à éclairer les faces concaves des disques.

Sur la tranche verticale de l'appareil, des deux côtés, sont des verres dépolis éclairés aussi par le feu central.

Nouveau signal Bender. — On pouvait reprocher au premier signal Bender de n'être pas assez intelligible, surtout en temps de brouillard. Pour le rendre plus positif, M. Bender donne à son indicateur la forme d'une flèche (fig. 303, pl. XIX) éclairée comme le disque de la figure 302.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La position du signal est fixée de façon que lorsque les aiguilles conduisent sur la voie droite, la flèche est parallèle à la voie droite; lorsqu'au contraire les aiguilles conduisent sur la voie latérale, la flèche est dirigée perpendiculairement à la voie droite, la pointe dirigée du côté de la déviation.

Signal du chemin de l'Est prussien. — Ce signal, de construction plus simple que le précédent, remplit le même but, en ce qu'il est le même pour le jour et la nuit. Il consiste en une lanterne cubique *a* (fig. 292, pl. XVII), munie de quatre verres : deux carrés *c* en verre ordinaire se faisant vis-à-vis; les deux autres en verre dépoli, dont l'un porte une flèche peinte *f*, dirigée du côté de la voie branchée, et l'opposé indique par un cercle *o* que le changement est fait pour la voie principale.

Ces signes indicatifs sans couleur nous paraissent préférables aux signaux de branchement munis de couleur rouge, jaune ou verte, qui peuvent porter du trouble dans l'esprit des mécaniciens habitués à considérer ces couleurs comme des ordres d'arrêt ou de ralentissement.

Signal réflecteur à bras mobiles. — La compagnie des chemins de fer de l'Est, en France, s'est préoccupée des dangers que présente le passage des trains sur les changements de voie des bifurcations dont les aiguilles sont prises en pointe. Elle a donc appliqué à ces changements deux sortes de signaux indicateurs de la position des aiguilles, manœuvrés par le déplacement de ces dernières.

Le *signal réflecteur à bras mobiles* (fig. 304) s'emploie aux bifurcations, tant avec aiguilles prises en pointe sur le branchement lui-même qu'à celles posées sur la voie unique des embranchements, pour la relier avec les deux voies de la bifurcation. Il se compose de deux bras en équerre munis de glaces et éclairés la nuit par un feu blanc. Le bras placé horizontalement indique toujours la direction de la voie qui est ouverte.

L'autre signal, qui se place aux aiguilles prises en pointe par les véhicules en marche normale, soit dans les gares et stations,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit en pleine voie lorsque des travaux temporaires l'exigent, se compose d'une simple flamme verte (disque ou flèche) et d'une lanterne à deux feux, blanc et vert, analogues à celles employées sur les chemins de fer allemands.

La flamme effacée et le feu blanc indiquent que c'est la voie

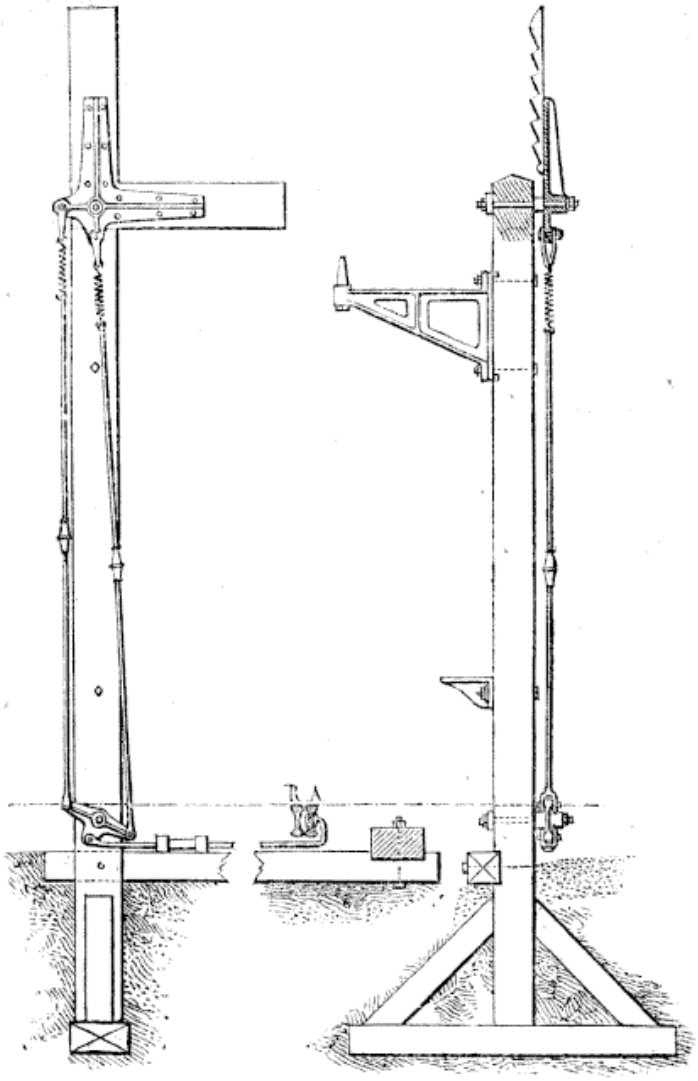


Fig. 304. Signal réflecteur à bras mobiles. 1/50.

directe qui est ouverte. La flamme en travers et le feu vert indiquent que c'est la voie déviée qui est ouverte, et rappellent en même temps que le train doit ralentir pour s'engager sur cette voie.

248. CONSTRUCTION DES CROISEMENTS. — *Observation.* — Il y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a dans les pattes de lièvre — *leitschiene* — et la pointe de cœur — *herzstucke* — une zone sur laquelle s'exerce le plus énergiquement l'action destructive des roues : c'est la partie du croisement où le contact du bandage avec les rails, quittant la circonférence moyenne, ne s'exerce plus que par la zone la plus voisine de l'extérieur, celle du plus petit diamètre. Quand la roue passe sur le croisement, dans le trajet de la solution de continuité, le bandage, s'il est neuf, tend à descendre d'une quantité égale à la conicité et à heurter la pointe fixe. Aussi termine-t-on cette dernière par une partie inclinée qui a en outre pour but de n'admettre le contact entre la roue et la pointe que quand les dimensions de celle-ci sont suffisantes pour supporter l'effort du bandage ; mais lorsque les bandages prennent du *creux*, il se produit un choc dans le passage de la patte de lièvre à la pointe de cœur et *vice versâ ;* aussi des pattes de lièvre en acier fondu, faisant d'ailleurs un très-bon service, ont-elles été avariées par les chocs qui se produisent au point de passage.

Pour ménager la transition et approprier le croisement à l'usure moyenne des bandages, la compagnie de l'Ouest établit la patte de lièvre suivant deux paliers raccordés par une pente de $0^m,015$ par mètre dirigée en sens inverse de la rampe affectée par le plan supérieur de la pointe. Les bandages trouvent dans cette disposition un correctif suffisant pour diminuer très-sensiblement le choc produit dans les appareils ordinaires. Les croisements du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée présentent une disposition analogue, qui consiste, en principe, à soutenir le bandage à une hauteur telle qu'il puisse rencontrer l'aiguille sans choc. Or, au point où le rail coudé change de direction, il s'éloigne du boudin du bandage, dont le cercle de roulement va également en diminuant ; de là un abaissement du bandage équivalent à la conicité. Pour éviter cet abaissement, il suffit de relever le rail coudé à partir du point de bifurcation, et d'en maintenir la hauteur à un niveau tel qu'un bandage porte en même temps sur la pointe et la patte de lièvre. Le croisement de Lyon a donc son rail coudé relevé de $0^m,005$, et il conserve à la pointe du cœur la hauteur normale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des rails de la voie, son extrémité seule étant abattue par un congé de $0^m,05$ de rayon.

Ces dispositions, facilement applicables aux croisements en métal fondu, sont plus coûteuses à pratiquer sur des croisements en rails.

Le défaut capital de tous les croisements réside dans la solution de continuité qui sépare la pointe de cœur des rails pattes de lièvre. Bien des artifices de construction ont été proposés pour pallier ce défaut ; aucun des procédés mis en avant ne présente une solution convenable. Le moyen le plus simple et le plus fréquemment employé consiste à substituer au roulement du bandage sur sa circonférence moyenne celui du boudin sur son plus grand pourtour ; à cet effet, la rainure, espace qui règne entre la pointe et les joues du cœur, est remplie jusqu'à une profondeur un peu inférieure à la saillie du boudin sur la face du roulement du bandage *neuf*. Par cette disposition, quand le bandage passe de la pointe à la patte de lièvre, il est soutenu par son boudin sur le plan résistant qui lui est ménagé dans la rainure.

On objecte avec raison à ce procédé le changement de vitesse que prend la roue à son passage sur la pointe. Si l'on considère un essieu monté, on voit que l'une de ses fusées doit tendre pendant ce parcours à prendre une avance sur l'autre d'une quantité égale à la différence des chemins parcourus par la circonférence moyenne du bandage et celle du boudin ; en outre, si l'essieu est relié à l'essieu voisin par des bielles d'accouplement, le même effet se présente sur les deux roues qui se suivent. De là tendance au glissement des bandages et effort anormal sur les bielles.

Ces inconvénients ont fait repousser l'adoption générale de cette disposition Plusieurs ingénieurs cependant ne se sont pas arrêtés à cette objection ; ils ont employé le roulement du boudin, en le faisant porter tantôt sur une plaque en fer ou en acier incrustée dans le fond de la rainure quand le croisement est d'une seule pièce, tantôt sur des coins ou une fourche en acier ajustée entre les rails qui constituent le croisement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous devons ajouter cependant que cette application ne se rencontre, à notre connaissance du moins, que sur les lignes où la vitesse des trains n'est pas très-considérable, et que sur les chemins exploités avec des trains rapides elle a toujours été repoussée. D'ailleurs l'introduction des pièces en acier fondu ou en fonte durcie dans la construction des croisements a considérablement diminué les chances d'usure de ces pièces ainsi que l'effet des chocs dus à la conicité des roues, et par suite a rendu inutile le recours au roulement sur le boudin.

Pour terminer ces considérations générales sur la construction des croisements, nous recommanderons à l'ingénieur chargé de la construction du matériel roulant, de réduire au minimum la largeur des bandages sans boudins que l'on applique aux véhicules ayant trois essieux et plus. En donnant à ces bandages la largeur ordinaire, comme les roues qui les portent ne sont pas guidées par le contre-rail opposé, on soumet les pattes de lièvre et les contre-aiguilles à un cisaillement très-énergique qui détruit très-rapidement la surface de roulement de ces pièces.

Ceci dit, entrons dans quelques détails de construction.

249. Croisements en fonte ordinaire. — Les croisements proprement dits, employés à l'origine des chemins de fer, étaient construits en un seul bloc comprenant la pointe et les pattes de lièvre venues de fonte avec la semelle ; mais, établis sur des dimensions restreintes et en fonte trop tendre, ils avaient le double inconvénient d'occasionner de fréquents déraillements et de s'user avec une grande rapidité.

Le défaut résultant des dimensions fut facile à corriger en étudiant plus attentivement les conditions du tracé géométrique.

Quant à l'usure rapide de la pointe et des rails coudés, on y porta remède en substituant à la fonte, sur les points le plus exposés, des plaques de fer ou d'acier maintenues sur le plateau par des rivets à tête noyée, des boulons, des platines, etc. Ce système a été appliqué de diverses manières.

250. Croisements en fonte et fer. — Sur les chemins ba-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

varois, le croisement se compose d'un plateau en fonte portant des saillies entre lesquelles on place des pièces en fer fort qui

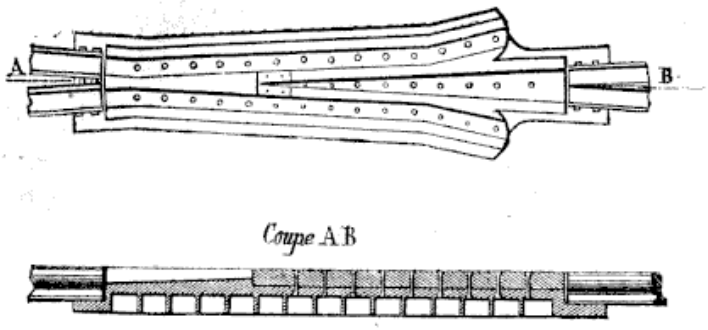


Fig. 305. Croisement bavarois. 1/10.

constituent la pointe et les joues (fig. 305). Ces dernières sont attachées au plateau par des rivets à tête fraisée ; en sus de ce mode de fixation, la pointe est munie de deux ailettes qui sont également rivées sur le plateau. La jonction des rails de la voie avec le plateau s'opère par une simple juxtaposition, les patins des rails étant maintenus sur le plateau à l'aide de crampons.

Le chemin de fer du Nord-Est suisse a remplacé les saillies complétement en fer par des saillies venues de fonte recou-

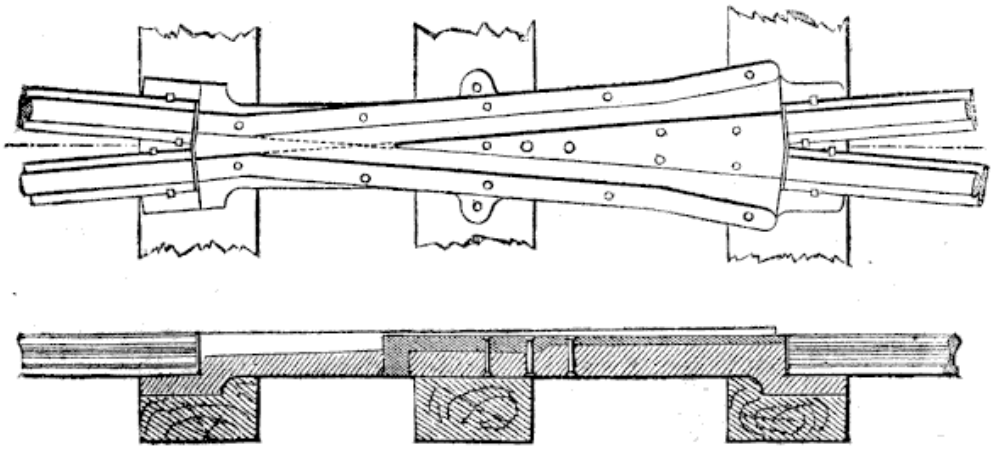


Fig. 306. Croisement suisse. 1/30.

vertes de platines en acier. La figure 306 indique la disposition adoptée dans ce cas ; mais on peut apprécier par la coupe en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

long de cet appareil les inconvénients qu'il présente ainsi que celui précédemment décrit. Ces pièces rapportées et simplement arrêtées au moyen de rivets à tête fraisée ne tardent pas à se laminer sous les chocs des roues et à disloquer leurs attaches.

Pour éviter ce système défectueux, le chemin de fer de l'Est belge a substitué au mode de fixation du cœur et des rails cou-

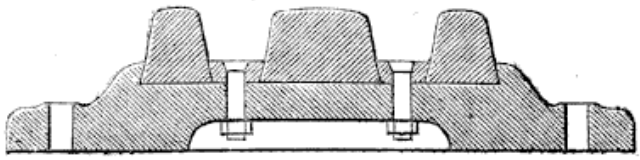


Fig. 307. Croisement belge. 1/10.

dés par des rivets le procédé suivant (fig. 307) : l'appareil se compose d'une table en fonte à ergots sur laquelle reposent les trois pièces de fatigue du croisement. Ces pièces sont fabriquées en fer fort sur un profil bombé pour la surface de roulement et en queue d'hironde vers la base de pose. Quand elles sont en place, deux platines de serrage ajustées entre le cœur et les rails coudés, et fixées par des boulons à tête fraisée, maintiennent les trois pièces dans une position invariable.

La simplicité de cette disposition permet d'opérer très-rapidement le remplacement des pièces qui deviennent défectueuses, puisqu'il suffit dans ce cas de déboulonner les platines de serrage.

L'expérience a démontré que la durée de cet appareil est plus longue que celle des croisements ordinaires, dont le prix est à peu près le même. C'est ainsi que des croisements de ce système placés dans les voies de la station de Lodelinsart, ligne de Charleroi à Louvain, ont fait un service de plus de deux ans, tandis que sur ce même point les croisements ordinaires ne duraient généralement que deux ou trois mois.

251. Croisements en fonte dure. — La détérioration permanente qui se manifeste dans tous les croisements de voie composés de pièces assemblées, quel qu'en soit d'ailleurs le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

degré plus ou moins parfait d'ajustage, a ramené l'attention des ingénieurs vers les croisements en une seule pièce ; depuis quelques années, on fait en Allemagne de grands efforts pour composer ces appareils d'un seul bloc, en fonte durcie — *hart-guss* — par une trempe énergique sur les parties soumises à l'usure la plus rapide, et composée d'un mélange de fontes à divers degrés de carburation, peut-être même de fontes et de ferrailles.

Ces appareils ne diffèrent entre eux que par quelques détails d'exécution et par le mode d'attache des rails de la voie au plateau en fonte. Après la question de durcissement de la fonte, c'est ce mode d'attache qui constitue le point le plus délicat du problème à résoudre. La liaison des rails de la voie avec les nervures au moyen de goujons et clavettes donne les moins bons résultats; celle qui réussit le mieux jusqu'ici s'obtient à l'aide de boulons ordinaires à filets très-serrés et de rondelles, le tout appliqué sur des portées d'assemblage de $0^m,20$ de longueur minima.

Les compagnies françaises, désireuses d'introduire ce système de croisements dans leurs gares, ont engagé plusieurs constructeurs à leur fournir quelques spécimens de croisements en fonte durcie, établis sur un type soigneusement étudié, repré-

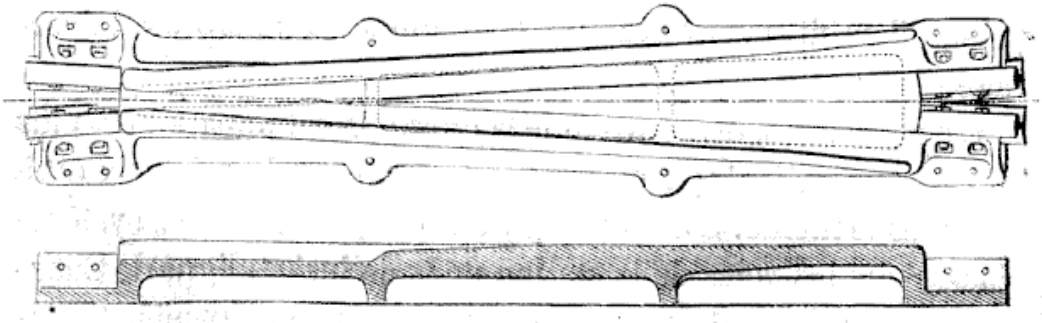


Fig. 308. Croisement en fonte durcie. 1/30.

senté par la figure 308. L'application de ce type n'a pas complétement répondu aux espérances basées sur les résultats obtenus en Allemagne. A notre connaissance, la compagnie du Midi aurait seule à s'applaudir de son emploi ; les croisements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elle tire de l'usine de Beaulac, près Bazas (Gironde), pèsent 565 kilogrammes pour l'angle dont la tangente trigonométrique est 0,09 et 573 kilogrammes pour l'angle dont la tangente trigonométrique est 0,13 (changement à trois voies). Le prix est de 38 francs les 100 kilogrammes.

Les autres compagnies françaises, en les plaçant sur les points les plus fatigués, ont outre-passé la résistance que ces croisements peuvent offrir. Traversés à grande vitesse, les croisements reçoivent un choc violent auquel la fonte ne peut résister, probablement à raison de sa trop grande teneur en carbone. Dès lors, l'expérience n'est pas très-concluante.

Les ingénieurs allemands, toujours préoccupés des avantages que procuraient les croisements en fonte, se sont empressés d'adopter les nouveaux modèles en fonte durcie. Ces types sont aujourd'hui appliqués dans un grand nombre de gares, où ils rendent de très-bons services au point de vue de l'économie de renouvellement et de la main-d'œuvre d'entretien, surtout dans les voies secondaires.

On pourra se rendre compte, par l'examen des chiffres ci-après, du prix de revient des appareils à employer dans différents cas.

Tangentes des angles.	Poids.
1 : 15	700k à 570k
1 : 12	600 — 625
1 : 10	550 — 575
1 : 9	500 — 550
1 : 8	475 — 500
1 : 6	450 — 475

ARTS-METIERS * CONSERVATOIRE NAT. DES Bibliothèque

Trois fabriques de croisements en fonte dure, celles de Carlsruhe, de Ganz à Ofen et de Gruson à Buckau, près Magdebourg, se partagent la fourniture des divers chemins allemands. Nous avons vu à l'Exposition de 1867 un croisement qui, ayant subi le passage de 90 000 locomotives et tenders, de 900 000 essieux pendant l'espace de trois ans et demi dans la gare de Ratibor (Prusse, Wilhelmsbahn), ne portait d'autre trace de fatigue qu'un très-beau poli sur les surfaces de roulement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces produits s'obtiennent en employant des mélanges de fonte à divers degrés de carburation et de fer, coulés dans des moules dont on peut refroidir à volonté les parois qui touchent les parties de la pièce à durcir.

Les prix, tenus, dans l'origine, entre 50 et 60 francs, sont descendus aujourd'hui à 40 francs les 100 kilogrammes.

252. Croisements en acier fondu. — Parallèlement aux tentatives de construction des plaques de croisements en fonte durcie, des essais d'application de l'acier fondu à ces appareils ont été faits par des constructeurs anglais, allemands et français; mais comme le prix de la matière est beaucoup plus élevé que celui de la fonte, on a cherché à tirer complétement parti de toute la masse employée, en donnant aux deux faces

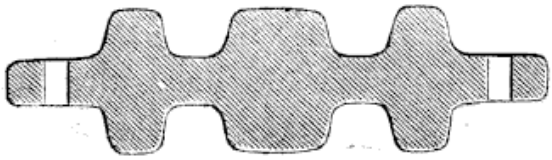


Fig. 309. Croisement anglais en acier fondu. 1/10.

de l'appareil (fig. 309) la même disposition, de manière qu'il puisse être retourné sens dessus dessous quand l'une des faces est usée, et fournir une nouvelle campagne sans autres frais que ceux de la main-d'œuvre du retournement.

Nous avons vu quelques appareils dont le service après plusieurs années de pose ne laissait rien à désirer; d'autres, au contraire, présentaient au bout d'un temps très-court une surface égrenée, rugueuse, quelquefois des soufflures, en un mot des défectuosités qui pouvaient faire prévoir une durée assez limitée. Ces irrégularités dans la texture des pièces en acier fondu non travaillé, provenant de dégagement de gaz pendant le refroidissement du métal, étaient les principales causes qui s'opposaient à un emploi plus général de ces appareils.

Les premiers croisements en acier fondu présentaient un autre inconvénient également sérieux : la saillie qui supporte le roulement se comprimait verticalement et horizontalement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous l'action des roues des véhicules, et prenait au bout de peu de temps la forme d'un taillant de cisaille. L'arête devenait tellement tranchante, qu'elle enlevait aux bandages des copeaux de plus de $0^m,10$ de longueur ; puis cette lamelle coupante détachée du croisement était remplacée bientôt par une nouvelle déformation, de sorte que l'appareil se détériorait tout en avariant les bandages des roues.

Mais depuis les études des propriétés de l'acier, provoquées par la fabrication de l'acier Bessemer — chap. V, § III — on parvient à tourner la plupart de ces difficultés. Jointes à un abaissement du prix de vente, ces améliorations devraient incontestablement rendre le croisement en acier fondu le meilleur de tous les appareils de ce genre et le faire adopter partout où le mouvement est considérable.

En général, la jonction des extrémités de la plaque de croisement avec les rails de la voie laisse à désirer. L'attache étant trop courte, le métal du croisement se trouve soumis à un trop grand effort par unité de surface et se brise — 251 —.

Au chemin de Westphalie, on boulonne le croisement sur une plaque de tôle, afin de répartir la pression sur un plus grand nombre de points. Les autres lignes placent le croisement sur les traverses de bois reliant les rails et contre-rails à la pointe de cœur.

Les deux modèles employés par la compagnie du Midi pèsent l'un 484 kilogrammes et l'autre 453 kilogrammes. Ils sont payés au fournisseur à raison de $0^f,80$ le kilogramme.

253. Croisements en rails assemblés. — Nous avons dit plus haut que les croisements en fonte employés à l'origine se brisaient ou s'usaient promptement. Pour obvier à cet inconvénient, on remplaça le croisement en une seule pièce par l'appareil en plusieurs parties distinctes, qui comprenaient :

La pointe de cœur indépendante, formée d'une ou de deux pièces ;

Les deux rails pattes de lièvre, ou joues.

Pour les rails à deux champignons, ces pièces sont maintenues par des coussinets en fonte d'une forme très-compliquée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On évite cette dernière complication en employant les rails Vignoles et en fixant leurs patins sur une platine en tôle qui réunit l'ensemble des pièces. Ces deux systèmes de croisement, établis en rails ordinaires ou simplement aciérés sur une partie de leur longueur, ne sont en aucune façon susceptibles de durée et les frais de construction et d'entretien sont élevés ; nous préférerions même le croisement en fonte ordinaire. Mais en employant des pièces fabriquées en acier fondu, on peut obtenir des appareils convenables.

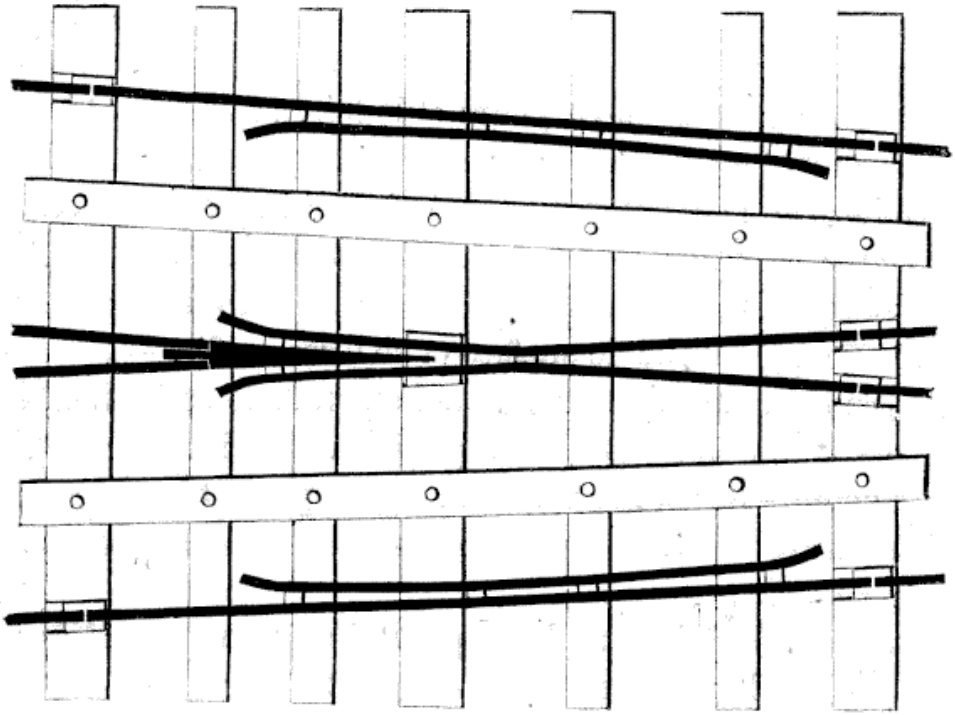


Fig. 310. Croisement.
Pointe de cœur en une pièce forgée. — Joues en rails. — Châssis. 15/1000.

Pour utiliser les appareils existants, on améliore beaucoup les conditions d'emploi en substituant à la pointe de cœur formée par l'ajustage de deux bouts de rails une pointe en fer forgé et cémenté ou en acier fondu et étiré au marteau (fig. 310), et en remplaçant les rails pattes de lièvre en fer par des rails en acier fondu et laminé. Sous ces conditions seulement on peut encore tirer parti de ce système de croisement, mais avec la sujétion de remplacer fréquemment les attaches ou tout au moins de les surveiller très-attentivement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les nouveaux croisements de l'Est, la pointe forgée avec rails de raccord est remplacée par une pointe composée de deux rails en acier Bessemer. L'assemblage de ces rails est disposé de telle sorte, que l'extrémité de la contre-pointe p' se loge sous le champignon de la pointe p et s'y appuie comme une éclisse (fig. 311, pl. XVIII); quatre boulons réunissant ces deux pièces rendent l'assemblage assez résistant.

234. MONTAGE DES BRANCHEMENTS. — L'ensemble des pièces d'un changement de voie repose sur un système de charpente qui conserve à tous les organes de l'appareil la position rigoureusement assignée par le dessin géométrique du branchement.

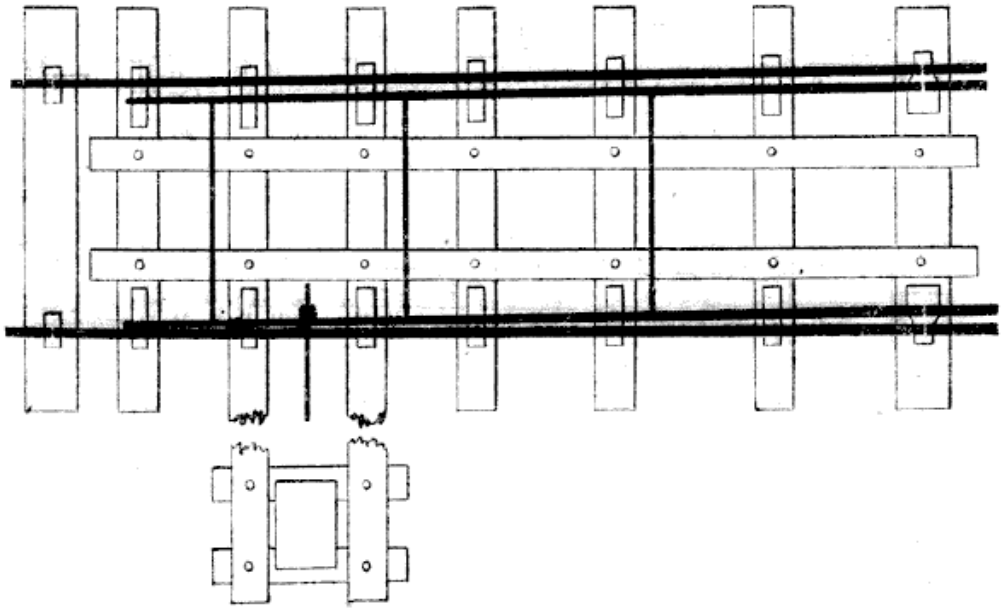


Fig. 312. Châssis de changement (Est). 15/1000.

Cette charpente fait partie des voies et participe, dans son ensemble, au tassement ordinaire qu'elles subissent.

Pour lui donner la position voulue, il faut que l'on puisse bourrer le ballast, sous toutes les pièces qui le composent, d'une manière parfaitement régulière et uniforme ; sans quoi les parties moins soutenues que les autres pourraient fléchir et amener une déformation dans le changement. Enfin, comme pour la voie courante, la présence de l'eau en permanence dans le ballast est nuisible à la solidité de l'appareil.

Le système de charpente qui a été longtemps considéré

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme remplissant le mieux toutes ces conditions se composait d'une série de traverses de fort équarrissage, réunies par des longuerines. Ces dernières pièces peuvent être entaillées et boulonnées sur les traverses — Est, ancien dispositif — (fig. 312), et leur office est réduit à celui d'entretoises ; c'était la meilleure disposition. Quelquefois les longuerines sont placées en dessous des traverses et contribuent par leur action à augmenter la surface de pose de l'appareil. On les applique tantôt en dehors de l'aplomb des rails à l'intérieur de la voie, tantôt à l'extérieur, une de chaque côté du changement

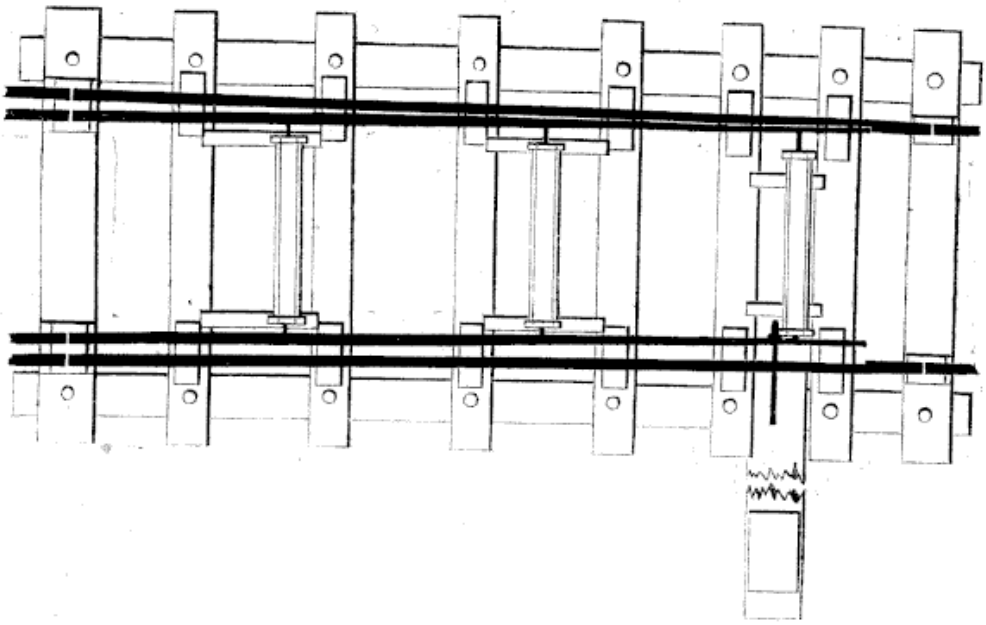


Fig. 313. Châssis de changement (Lyon). 15/1000.

(fig. 313) (Lyon, Louis-de-Hesse), tantôt enfin immédiatement sous les rails (Nord français, Staatsbahn autrichien).

Cette dernière disposition, qui présente la plus grande surface d'assise, puisque les longuerines sont doubles sous chaque file de rails, offre aussi le plus de difficultés au bourrage, en raison de la largeur de ces longuerines ($0^m,50$ à $0^m,60$). Toutes les pièces de cette charpente sont à vive arête et enlevées dans du bois de chêne complétement purgé d'aubier. Elles reviennent donc à un prix supérieur à celui des charpentes employées sur les autres chemins, où l'on se contente de bois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sain, mais à vive arête sur la face de pose seulement, la face supérieure pouvant être affectée de flaches.

Le chemin de fer badois a d'abord posé ses changements de voie sur un cadre composé simplement de deux longuerines portant les coussinets de glissement, et réunies par deux traverses aux extrémités de l'appareil. Cette charpente, d'ailleurs rigide, présente l'inconvénient de ne pas laisser d'écoulement aux eaux de pluie ; les longuerines ont un fort équarrissage ($0^m,19$ sur $0^m,48$) et une longueur de 6 mètres, ce qui les rend coûteuses.

Les chemins de fer de Cordoue-Séville, Nord-Espagne, Est prussien (fig. 314, pl. XVIII) ont établi leurs aiguillages sur de longues plaques de tôle ajustées portant les coussinets de glissement. Ce mode de construction offre une grande résistance dans le sens horizontal et beaucoup de régularité dans la pose, car l'appareil est expédié de l'atelier tout prêt pour l'emploi. Mais il est coûteux d'établissement, et en cas de déraillement, les plaques de tôle subissent de graves avaries qui augmentent considérablement les frais d'entretien.

Il y a aujourd'hui tendance générale à simplifier la construction des appareils de la voie. Les pièces spéciales coûtent fort cher et ne sont pas toujours à la disposition du service ; aussi les supprime-t-on depuis quelques années dans les charpentes des branchements ; l'aiguillage se pose simplement sur des traverses ordinaires qu'on choisit parmi les plus régulières de forme et les bois de meilleure qualité (Hanovre, Palatinat bavarois, État bavarois, Est-Bavière, Saxe, Bade, Est français, rhénan, etc., etc.). Il n'y a plus, comme bois spécial à l'Est, qu'un blochet *ab* de $1^m,20/0^m,20/0^m,20$, servant à relier la traverse supportant la boîte de manœuvre aux traverses de l'aiguillage (fig. 315, pl. XVIII).

On a vu plus haut que la bonne position des aiguilles dépend de la rigidité des tringles de connexion ; or il peut arriver que des chocs réitérés, résultant du passage des chevaux, par exemple, produisent sur ces tringles des flexions qui modifient la distance des aiguilles ; on prend donc la précaution de protéger ces barres et même les tringles de manœuvre au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen de gaînes en bois ou en fer supportées par des tasseaux reposant sur les traverses voisines (fig. 313).

Les ouvriers chargés du montage des changements de voie doivent avoir soin de conserver la largeur normale de la voie sur toute la longueur de l'aiguillage. Il suit de là que dans la pose en déviation, il faut couder le rail contre-aiguille de la voie déviée de manière à gagner l'épaisseur de la pointe de l'aiguille.

Dans les charpentes de branchement des chemins de fer du Hanovre les trois traverses du milieu sont amincies sur leur face supérieure, de manière à former avec le ballast une surface conique renversée dont le sommet se trouve au centre du branchement. En ce point bas on ménage dans le ballast un puisard qui conduit les eaux de surface à un drain, disposition très-convenable pour assurer la stabilité du branchement.

Charpente des croisements. — Pour donner au croisement toute la roideur désirable, on avait cru nécessaire de réunir les quatre files de rails sur une charpente composée de longues traverses s'étendant sous les deux voies, maintenues à distance par des longuerines (fig. 310) ; mais ces longues traverses sont coûteuses et ne présentent pas un caractère d'utilité bien défini. Il suffit, en effet, de maintenir chaque voie séparément, puisqu'il ne peut passer qu'un seul véhicule à la fois. On monte donc maintenant les croisements sur traverses ordinaires (Est, fig. 316, pl. XVIII). Seulement, on a conservé les longuerines, parce que la ferrure ne paraît pas établir entre ces traverses, comme c'est le cas dans les aiguillages, la solidarité nécessaire pour faciliter les relevages.

Dans les croisements du chemin de fer rhénan (fig. 317, pl. XVIII), on a passé outre sur cet inconvénient. La solidarité y est d'ailleurs ménagée par l'emploi de grandes traverses et surtout par la plaque de croisement en fonte durcie — 251 — qui fait l'office de longuerines.

On place quelquefois les longuerines de croisement en dessous des traverses (fig. 316 *bis*, pl. XVIII). Nous répétons encore ici que cette disposition est moins avantageuse que celle où les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longuerines posent sur les traverses, car dans ce dernier cas le bourrage de l'appareil est plus difficile et l'écoulement des eaux moins bien assuré.

En montant la ferrure d'un croisement, on doit conserver très-rigoureusement la largeur de la voie dans toutes les parties. Cette largeur est indispensable à observer, surtout à la pointe du croisement, pour que celle-ci soit efficacement garantie des chocs des roues. Le jeu entre la pointe et le boudin des roues est seulement de $0^m,01$, jeu qui peut encore diminuer par suite de l'usure du contre-rail extérieur (fig. 275, pl. XVIII).

En effet, soient $1^m,447$ la largeur de la voie, $0^m,05$ la largeur de l'ornière, $1^m,362$ la distance intérieure entre les bandages et $0^m,025$ l'épaisseur moyenne du boudin, le jeu sera $(1^m,447 - 0^m,05) - (1^m,362 + 0^m,025) = 0^m,010$.

En montant les pattes de lièvre *pp* du croisement (fig. 316, pl. XVIII), on doit entailler les traverses de manière à donner l'inclinaison ordinaire aux rails, tout en conservant l'espacement de $0^m,050$ au point où les deux pattes de lièvre se rapprochent le plus. La figure 316 *ter*, pl. XVIII, indique le mode adopté par le chemin de fer de l'Est pour fixer les pattes de lièvre au point en question.

255. Conditions d'exécution des changements et croisements de voie. — L'ingénieur du matériel de la voie fait étudier sous sa direction les plans d'ensemble et de détail des appareils à exécuter, en tenant compte des gabarits de calage et de profil des bandages de tous les véhicules à différents degrés d'usure. Ces dessins sont remis à l'atelier de construction, qui, à son tour, établit les plans d'exécution et les soumet à l'approbation de l'ingénieur. Ces plans une fois arrêtés, le constructeur doit s'y conformer et n'y apporter aucune modification sans l'autorisation formelle et écrite des ingénieurs du chemin de fer. Par contre, ceux-ci doivent se réserver la faculté de modifier ces plans en cours d'exécution, en s'entendant du reste avec les fournisseurs sur la valeur des modifications apportées aux dispositions primitives.

Matières. — En général, c'est le constructeur qui fournit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes les matières composant les appareils de la voie. Cependant, lorsqu'il s'agit de rails et pièces spéciales en acier, l'administration du chemin de fer fait bien de livrer au constructeur les matériaux qui exigent une surveillance de fabrication toute particulière.

Nous avons énuméré précédemment — t. I — toutes les conditions de fabrication et de réception applicables aux fers, fontes, boulons, etc. Nous ajouterons aux recommandations spéciales développées précédemment celle de faire venir, lors de la fabrication, une marque distinctive sur toutes les pièces séparées qui constituent les appareils. Cette marque doit servir de désignation dans les états d'approvisionnement ou de consommation.

Changements. — Les façons sont réglées rigoureusement d'après les dispositions des plans approuvés. Ainsi les inflexions doivent être semblables entre elles et aux gabarits dressés sur les plans d'exécution, sans altération de la section en aucun point ; les rabotages parfaitement droits, réguliers et sur les longueurs et largeurs stipulées.

Les tringles de connexion et de commande sont brutes de forge, à l'exception des parties articulées, qui doivent être ajustées de manière à fonctionner bien librement, mais sans jeu sensible. A moins de prescription contraire, la tringle de commande sera livrée en deux morceaux que l'on soudera sur place, à la longueur voulue par les dimensions de l'emplacement disponible. La boîte de manœuvre est brute de fonte, à l'exception des paliers de l'arbre du levier de manœuvre, qui sont alesés. Cet arbre, en fer, est tourné sur toute sa longueur ; il s'emmanche à frottement dans la douille en fonte, qui est alesée très-exactement pour recevoir le levier.

La manette et la partie de ce levier qui entre dans la douille en fonte sont tournées avec soin. Le reste est brut de forge, mais proprement venu.

En un mot, toutes les parties ou pièces constituant les changements conservent leur état brut partout où elles n'ont à supporter aucun frottement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Croisements. — Les croisements fabriqués d'une seule pièce en fonte ou en acier fondu doivent être exempts de rugosités, gouttes froides, gerçures, ampoules ou autres défauts. Les surfaces de roulement surtout seront lisses et unies. Les rainures pour le passage des boudins des roues auront une profondeur bien régulière de $0^m,045$ au minimum.

L'ajustage des portées d'attaches sur les coussinets ou aux rails de raccord avec la voie doit être aussi exact que celui des machines de construction la plus parfaite ; à cet effet les trous de boulons, les mortaises, etc., doivent être faits à la machine et exactement calibrés.

Des marques indélébiles serviront de repères pour toutes les pièces d'assemblage, et les pièces principales porteront la marque du constructeur.

Les croisements en pièces séparées doivent être fabriqués avec le même soin ; les pointes sont dressées et rabotées très-exactement. Les surfaces de roulement des différentes pièces qui se suivent doivent se succéder sans ressaut dans aucun sens, et les assemblages présenter toute la précision mécanique possible.

Les recommandations qui précèdent démontrent que la construction des appareils de branchements et de traversées de voies exige une très-grande perfection de fabrication. L'ingénieur demandera donc que tous ces appareils soient montés à l'atelier sur des marbres en fonte, en les composant de pièces prises au hasard dans la fourniture, et qu'ils satisfassent aux conditions de réception stipulées. — ANNEXES A et B —.

Ainsi les aiguilles munies des tringles de commande et de connexion devront pouvoir se déplacer sans *temps perdu*, s'appliquer très-exactement sur toutes les parties en contact, contre les rails contre-aiguilles et contre les buttoirs. Après réception, les parties frottantes sont bien graissées et toutes les ferrures peintes au minium.

Pour éviter les pertes ou l'emploi défectueux de pièces, le constructeur prendra la précaution de réunir dans une même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caisse toutes les pièces qui s'appliquent à un même appareil et qui sont susceptibles de s'égarer en cours de transport.

Charpentes. — Nous avons vu dans les chapitres précédents les conditions générales à imposer pour la réception des bois employés dans la construction des chemins de fer ; nous n'avons donc plus qu'à signaler à l'ingénieur quelques précautions à prendre quand il s'agit des charpentes nécessaires à l'établissement des appareils en question. Ainsi les parties du bois où doivent s'appuyer les pièces métalliques des appareils seront parfaitement saines, dures, sans aubier ; les ajustages exécutés avec le plus grand soin et sans laisser de jeu ; les portées appartenant au même plan, parfaitement arasées et sans fausses cales ; les trous de boulons, tire-fond ou crampons, percés à la tarière et non brûlés ; enfin tous les assemblages et parties cachées, bien enduits de goudron imprimé à chaud.

On doit, en opérant le montage de l'aiguillage, s'assurer que les faces d'appui des coussinets de support et de glissement sont dressées avec soin, sans creux ni saillies ; que l'écartement des talons d'aiguilles est bien celui qui est fixé par le plan de l'appareil ; que les aiguilles reposent simultanément et dans toutes leurs positions sur tous les coussinets de glissement, et ce, sur toute la largeur des surfaces de contact ; que les aiguilles se placent en contact parfait avec le rail contre-aiguille ainsi qu'avec tous les buttoirs destinés à prévenir la flexion des pièces.

256. Pose des branchements. — L'agent chargé de diriger la pose d'un branchement dans une station doit être muni d'un plan à l'échelle de $\frac{1}{250}$ ou $\frac{1}{500}$, sur lequel toutes les voies et leurs bifurcations sont rapportées très-exactement, avec l'indication précise de leurs points principaux et leurs distances aux piquets d'axe. Tous les changements d'une même station sont numérotés dans un certain ordre, et les numéros sont indiqués sur le plan — chap. IX —. L'agent doit être également nanti de tracés analogues à celui que nous avons indiqué (fig. 276),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et d'une nomenclature de toutes les pièces entrant dans les divers types de branchements. — ANNEXE B —.

L'ingénieur de la voie fera bien de veiller à ce que la pose des branchements ait lieu conformément aux dispositions géométriques étudiées dans ses bureaux et qui ont servi de base à la construction des appareils, ainsi qu'aux plans de pose rédigés pour l'étude des voies à relier entre elles. Quand ces précautions ne sont pas rigoureusement observées, et ce fait se présente souvent dans les nouvelles constructions, il se produit sur les branchements posés sans règle fixe des déraillements dont il ne faut pas, pour la plupart des cas, chercher la cause ailleurs que dans un vice de pose.

Les conséquences de ces défauts ne prennent pas toujours ce degré de gravité; mais ils peuvent tout au moins occasionner des irrégularités qui se traduisent par des accroissements de résistance au passage des véhicules, des augmentations de frais de manutention dans les gares, et enfin une détérioration plus rapide du matériel fixe et roulant.

En Hanovre, les agents du service de la voie sont guidés par un tracé (fig. 318), accompagné d'un tableau renfermant toutes

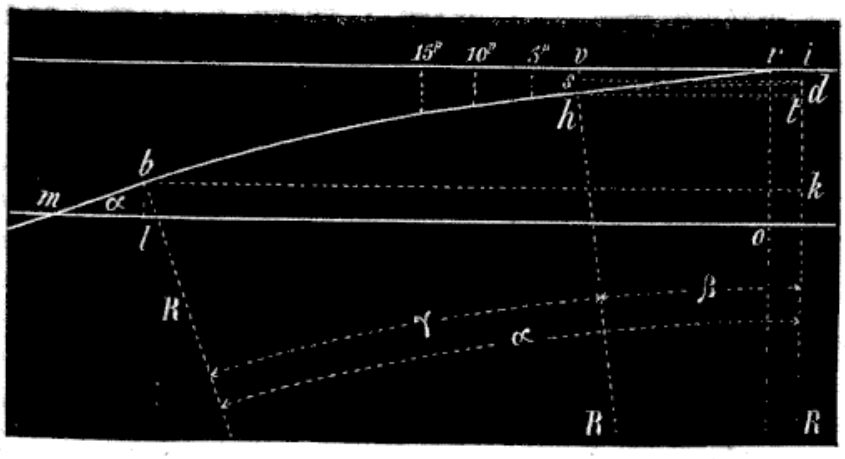


Fig. 318. Epure d'un branchement (Hanovre).

les données de la construction et de la pose des éléments constitutifs des différents types de branchements. Ce tableau, dans lequel toutes les longueurs sont exprimées en pieds de Hanovre de $0^m,292$, a la forme suivante :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Numéros d'ordre.	DÉSIGNATION DES ÉLÉMENTS.	1 R = 500 pieds Inclin., 1 : 8	2 R = 600 pieds Inclin., 1 : 9	3 R = 800 pieds Inclin., 1 : 10	4 R = 1000 pieds Inclin., 1 : 12
1	Tg α (incl. de la p. de cœur).	0,125	0,111	0,100	0,08333
2	Angle α.....	7°8′	6°20′	5°43′	4°46′
3	Sin $\beta = \frac{0,396}{17,217}$.....	0,023	0,023	0,023	0,023
4	Angle β.....	1°19′	1°19′	1°19′	1°19′
5	Angle $\gamma = \alpha - \beta$.....	5°49′	5°1′	4°24′	3°27′
6	$th = R \sin \beta$.....	11p,5	13p,8	18p,4	23p,0
7	$sh = \frac{\overline{th}^2}{2R}$.....	0,132	0,158	0,210	0,260
8	vh.....	0,396	0,396	0,396	0,396
9	$vs = vh - sh$.....	0,264	0,238	0,186	1,136
10	$vr = \sqrt{\overline{17,217}^2 - \overline{0,396}^2}$....	17,212	17,212	17,212	17,212
11	$ir = th - vr$.....	— 5,712	— 3,412	1,188	5,788
12	$bk = R \sin \alpha$.....	62,090	66,187	79,687	83,098
13	$ki = \frac{\overline{bk}^2}{2R} + sv$.....	4,119	3,888	4,155	3,588
14	$bl = 4^p,917^* - ki$.....	0,798	1,029	0,726	1,329
15	$lm = \frac{bl}{Tg\alpha}$.....	6,384	9,271	7,620	15,949
16	$om^{**} = kb + ml \mp ir$.....	74,186	78,870	86,119	93,259
17	Ordonnée à 5 p. du talon de l'aiguille.	0,536	0,532	0,528	0,528
18	— 10.....	0,726	0,710	0,690	0,680
19	— 15.....	0,966	0,929	0,882	0,858
20	— 20.....	1,256	1,190	1,107	1,060
21	— 25.....	1,596	1,492	1,363	1,288
22	— 30.....	1,996	1,836	1,650	1,540
23	— 35.....	2,426	2,222	1,968	1,819
24	— 40.....	2,916	2,650	2,321	2,120
25	— 45.....	3,456	3,119	2,698	2,448
26	— 50.....	4,046	3,616	3,110	2,796
27	— 55.....	—	4,182	3,565	3,178
28	— 60.....	—	—	4,027	3,580
29	— 65.....	—	—	—	4,080

* Écartement des rails.
** Longueur du branchement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'agent chargé de la pose d'un branchement doit, au moyen des documents qui précèdent, commencer par faire un piquetage sur place, déterminer la position exacte de tous les points du branchement, particulièrement celle de la pointe et du talon de l'aiguille du changement, ainsi que celle du cœur du croisement.

La pose de la voie comprise entre le changement et le croisement peut se faire soit au moyen de traverses ordinaires distinctes pour la voie déviée et pour la voie droite, soit avec

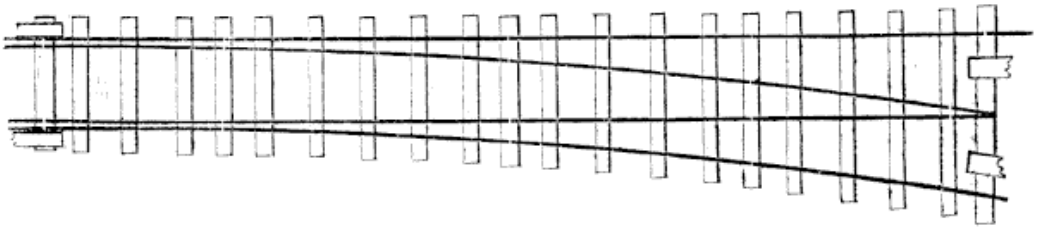


Fig. 319. Branchement posé sur traverses spéciales. 1/200.

traverses communes. Cette dernière disposition (fig. 319) est la plus généralement adoptée en Allemagne. Elle exige moins de bois, mais aussi des bois de plus grandes dimensions, et par conséquent plus coûteux. L'autre disposition (fig. 320) néces-

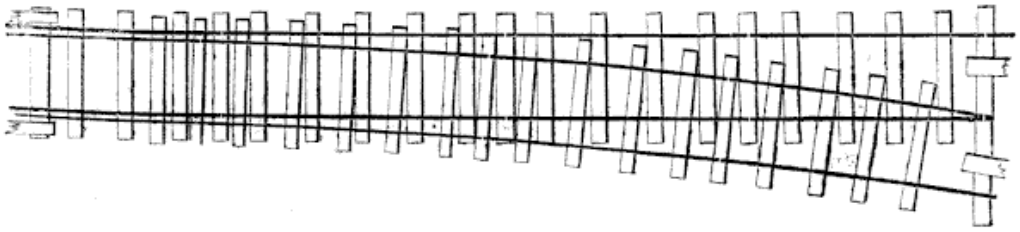


Fig. 320. Branchement posé sur traverses ordinaires. 1/200.

site l'entre-croisement des traverses, qui chevauchent les unes dans les autres : les pioches à bourrer peuvent à peine passer dans les intervalles des bois, et les pièces sont maltraitées ; aussi le système de la figure 319 serait préférable s'il était moins coûteux. — 258 —.

S'il s'agit d'une pose neuve, le piquetage étant terminé et la première couche de ballast répandue suivant les indications que nous avons données — chap. VI, § IV — sur l'emplacement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que doit occuper le branchement, on amène tous les matériaux nécessaires en face de l'endroit où ils doivent être posés. Les traverses sont placées dans l'ordre et aux distances marqués par les dessins. Le nombre et les dimensions des traverses ou longuerines de chaque espèce, comprises entre le changement et le croisement, peuvent être indiqués dans un tableau analogue au suivant, employé sur les chemins de fer de Hanovre.

Numéros d'ordre.	DIMENSIONS DES BOIS.	NOMBRE DE PIÈCES.			
		R = 500 p.	R = 600 p.	R = 800 p.	R = 1000 p.
1	Longuerines de 9 pieds de long et de $\frac{6''}{22}$ d'équarr...	6	6	6	6
2	— 13 —	4	4	4	4
3	Traverses de 9 pieds de long et de $\frac{6''}{12}$ d'équarr...	8	8	8	8
4	— 10 —	4	5	6	7
5	— 11 —	3	3	4	4
6	— 12 —	2	3	3	4
7	— 13 —	1	1	2	2
8	— 14 —	3	3	3	3
9	— 15 —	2	2	2	2
		33	35	38	40

Les rails à employer dans les courbes de branchements sont coupés suivant les longueurs prescrites et courbés d'après le rayon adopté. On emploie à cet usage l'un des moyens que nous avons décrits — 210 —.

On doit, autant que possible, éviter de couper les rails de la voie courante au voisinage du changement et du croisement ; si des coupures sont indispensables, il faut tâcher d'employer un rail d'une longueur égale à celle de l'un des rails de la courbe, afin de diminuer le nombre des pièces dissemblables.

Sur les chemins du Hanovre on commence par placer les rails de la file de la voie droite voisine de la file extérieure du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

branchement ; puis vient la pose de l'autre file de rails de la voie droite avec le croisement ; ensuite, celle de la courbe extérieure entre le changement et le croisement, en se servant des ordonnées calculées à l'avance et en corrigeant à l'œil les défectuosités. La position des rails de la seconde file droite et de la file courbe intérieure du branchement est déterminée par la règle d'écartement, la première file de chaque voie servant de repère. La pose du changement proprement dit ne doit avoir lieu qu'après celle de toutes les autres parties du branchement.

Les châssis de changement et de croisement sont construits, sabotés et assemblés dans un des chantiers de la ligne, puis démontés, exactement repérés et expédiés à la station où ils doivent être posés. Là ils sont assemblés de nouveau près de l'emplacement qu'ils doivent occuper, et ripés dans leur position exacte. Ils sont ensuite bourrés avec toutes les précautions que nous avons indiquées — 216 —.

La voie courbe des branchements reçoit la surlargeur ordinaire — 210 — qui n'est donnée que peu à peu à partir du talon des aiguilles du changement, et de l'entrée du croisement. Cette surlargeur est obtenue par le déplacement de la file intérieure. Pour la pose des courbes de branchement, on doit être muni de règles d'écartement spéciales à chaque rayon.

Quant au surélèvement de la file extérieure dans les courbes de branchements, on n'en tient pas compte, à cause de la petite longueur des branchements et de la faible vitesse des trains sur leur parcours.

Quand la voie est construite en rails Vignoles, il est bon d'employer, sur toute la longueur des branchements, des selles de joint et intermédiaires — 167 — maintenues par des crampons ou des tire-fond, car l'expérience prouve que les rails des courbes de branchement posés comme dans la voie courante ne résistent pas aux efforts latéraux des roues.

Enfin, les châssis de croisement et de changement doivent être, autant que possible, préservés de la stagnation des eaux ; il faut donc disposer la surface du ballast de manière à leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donner un prompt écoulement. Une des meilleures solutions consiste à entailler les deux traverses du milieu des châssis en pente de $0^m,030$ vers l'axe, et les deux traverses voisines de $0^m,015$. On donne alors à la surface du ballast une pente uniforme vers le milieu du châssis, où l'eau se réunit dans un puisard communiquant par un drain avec le canal de décharge.

Les branchements ne font un service satisfaisant qu'à la condition de reposer sur un très-bon ballast. Aussi le sable fin ne convient nullement à cet usage ; il faut donc le rejeter et se procurer à tout prix du ballast bien purgé et bien résistant.

Le bourrage ne demande pas moins de soins que le choix du ballast. Il doit être parfaitement régulier et uniforme; on le vérifie à la règle et au niveau. Quand le bourrage n'est pas très-uniforme sur toute l'étendue de l'appareil, il se produit des dénivellations au passage des véhicules, qui peuvent soit amener des déraillements, soit fausser les pièces, briser les attaches, etc.

L'espace compris entre les traverses des changements fréquentés est rempli avec un pavage qui facilite l'écoulement rapide des eaux de pluie vers le puisard et le nettoyage de l'appareil. Ce pavage ne doit être exécuté qu'après une circulation suffisamment prolongée des trains sur le changement.

On a souvent à effectuer la pose d'un branchement pendant l'exploitation.

Lorsque ce cas se présente, il faut d'abord prendre toutes les précautions de sécurité que nous avons indiquées pour la réfection de la voie — 228 et annexe N, t. I — et sur lesquelles nous reviendrons quand nous parlerons de la surveillance.

Par un piquetage préalable, on a dû déterminer la position exacte de tous les points principaux du branchement. Si la voie comprise entre le changement et le croisement doit être posée sur traverses communes avec la voie droite, on commence par poser ces deux voies par portions, entre le passage des trains, dont on a soin de n'entraver en rien la marche, et en suivant les prescriptions relatives à la hauteur et à la position, par rapport aux rails, des matériaux et outils déposés sur la ligne. — On

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pose ensuite, et dans l'intervalle du passage de deux trains, le changement et le croisement.

Dans les cas spéciaux où l'on n'est pas bien fixé sur la manière dont les rails de la voie comprise entre le changement et le croisement pourront être disposés, et si la voie courbe doit être construite avec traverses obliques, distinctes de celles de la voie droite, on commence au contraire par poser successivement, dans l'intervalle du passage des trains, les châssis de changement et de croisement; il faut laisser la circulation libre sur la voie principale, les aiguilles étant fixées dans cette position par un arrêt solide pendant la pose de la voie latérale.

257. PRIX DE REVIENT DES CHANGEMENTS ET DES CROISEMENTS.

Changement simple en rails Vignoles.

MATIÈRES.

		fr.
Acier. — Rails contre-aiguilles, 12^{m} pesant 40^{k} par mètre = 480^{k} à 35^{f}		188,00
Aiguilles, 10^{m} pesant 40^{k} = 400^{k} à 35^{f}		140,00
Ferrures. — Boulons, buttoirs, col de cygne, leviers, couvre-tringles, etc., 130^{k} à 25^{f}		32,50
Fonte. — 12 coussinets de glissement, 250^{k} à 21^{f}		52,50
Boite d'appareils de manœuvre, douille, contre-poids, 100^{k} à 21^{f}		21,00
Peinture		1,00
Matières		435,00

MAIN-D'ŒUVRE.

	fr.	
Rails contre-aiguilles.—Forge, perçage, cisaillage.	4,50	
Rabotage, ajustage, etc.	3,50	
Aiguilles. — Forge, perçage, cisaillage	4,00	
Rabotage	14,00	26,00
Attaches et tringles de connexion. — Forge, perçage, trous	5,10	
Col de cygne. — Forge, perçage, trous	1,00	
Couvre-tringles	4,50	
Boulons, buttoirs	2,20	
Boulons d'éclissage et d'attache aux coussinets	3,00	15,80
A reporter		41,80

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

		fr.
Report.....		41,80
Boîte d'appareil de manœuvre.....	1,50	
Arbre en fer et douille en fonte	4,00	
Col de cygne et boulons.....	0,80	
Levier de commande	2,50	
— du contre-poids et clef.....	5,40	
Boulons d'attache sur le châssis.....	0,50	14,70
Montage du changement à l'atelier	9,00	
— de l'appareil de manœuvre	5,00	
Peinture	0,75	14,75
Transport et coltinage dans les ateliers		10,00
Main-d'œuvre.....		81,25
Prix de revient d'un changement simple, en rails Vignoles, non compris les frais généraux.....		507,25

Transmission de mouvement à angle droit.

Matières. — Fonte, 11^{k} à 25^{f}.....		2,75
Ferrures, 12^{k} à 30^{f}		3,60
Divers.....		2,15
Main-d'œuvre.....		12,00
Peinture		1,00
Prix de revient d'une transmission à angle droit		21,50

Croisement en rails Vignoles (angles 0,09 à 0,12.)

MATIÈRES.

Acier fondu. — 2 rails pattes de lièvre, de 2^{m},300; 174^{k} à 35^{f}.....		60,90
Acier fondu étiré. — 1 pointe de cœur, 58^{k} à 55^{f}.....		31,90
Fer. — Rails de raccord (mémoire).		
2 contre-rails, 225^{k} à 18^{f}.....		40,50
Semelles en tôle et éclisses, 44^{k} à 23^{f}.....		10,12
32 tire-fond, 15^{k},10 à 40^{f}.....		6,04
Boulons et rondelles, 30^{k} à 25^{f}		7,50
Fonte. — Entretoises.....		0,88
Divers; charbon 200^{k}, couleurs, déchets		6,00
Peinture.....		1,50
Matières.....		165,34
A reporter.....		165,34

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	fr.
Report.....	165,34
MAIN-D'ŒUVRE.	
2 contre-rails de 3m. Forge et perçage.....	1,90
2 rails de raccord —	1,80
2 pattes de lièvre	2,60
Pointe de cœur. Rabotage, perçage, etc.....	9,75
Semelles et platines de serrage.....	1,55
Boulons —	4,15
Traçage, ajustage et montage.	9,00
Transport et coltinage.....	10,00
Main-d'œuvre.....	40,75
Prix de revient d'un croisement en rails Vignoles, non compris les frais généraux.....	206,09

Croisement avec centre en acier fondu.

Plaque en acier fondu (à deux faces).. 450k à 0f,80 =	360,00
Coussinets ajustés..... 120 à 21 ,00 =	25,20
Rails de raccord, ajustage	3,00
Contre-rails	42,40
Tire-fond.....	6,00
Boulons, entretoises, etc.....	12,50
Traçage, ajustage et montage	4,00
Transport et coltinage.....	5,00
	450,00

Prix de revient d'un croisement avec centre en fonte durcie.

Plaque en fonte durcie, 600k à 35f.....	215,00
Rails, tire-fond, etc. (comme plus haut).....	72,93
	287,93

Changement double (type de Lyon).

Acier. — 2 rails contre-aiguilles de 5m,40 pesant 41k le mètre = 451k,440 à 35f	158,00
2 grandes aiguilles de 5m,00 = 418k,000.....	146,30
2 petites aiguilles de 4m,58 = 382k,888.....	134,00
Fonte. — 12 coussinets, 330k,600 à 21f.....	69,43
8 buttoirs, 20k,40.....	4,28
A reporter.. ..	512,01

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

		fr.
	Report	512,01
Fonte. —	4 cales de talon et 2 selles, 125k,000	26,25
Fer. —	2 selles et 8 éclisses, 55k,000 à 23f	12,65
	54 boulons, 72k,240 à 40f	28,90
	36 tire-fond, 9k,000.....	3,60
	12 tire-fond pour couvre-tringles, 3k,120 à 50f..	1,56
	4 entretoises (pattes, tringles et boulons 55k,200 à 30f.....	16,56
	3 couvre-tringles, 60k,000.....	18,00
	Boîte de mouvement, leviers et contre-poids, 142k,000 à 21f.....	29,82
	Axes de rotation, leviers, cols de cygne, boulons, etc., 103k,500 à 30f.....	31,05
	Matières.....	680,40

MAIN-D'ŒUVRE.

2 rails contre-aiguilles. Forge, cisaillage, ajustage, etc...	8,00
2 grandes aiguilles. — — ...	24,00
2 petites aiguilles.....	20,00
Coussinets, buttoirs, etc.....	20,00
Entretoises.....	18,00
3 couvre-tringles.....	13,50
Boîte de manœuvre, leviers et contre-poids, etc.....	7,00
Axes de rotation, leviers, cols de cygne, etc.....	25,00
Montage à l'atelier.....	24,00
Transports et coltinage dans l'atelier	15,00
Peinture et repérage.....	2,00
Main-d'œuvre.....	176,50
Prix d'un changement double, non compris les frais généraux.....	856,90

258. Bois nécessaires a l'établissement des branchements. — Le prix de revient des châssis varie suivant le type adopté et la qualité des bois. On peut employer à cette construction des bois de diverses essences ; mais, parmi celles dont l'ingénieur dispose, il faut choisir la plus dure et celle qui présente le moins de dispositions à la pourriture, au voilement ou gauchissement et à la fente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici un aperçu des cubes de bois entrant dans la composition des châssis de changement et de croisement sur quelques chemins, bien entendu sans y comprendre les bois supportant les rails posés entre les deux appareils, et en admettant l'emploi de grandes traverses et de longuerines.

DÉSIGNATION.	EST.	LYON.	NORD.
CHANGEMENT SIMPLE.	m3	m3	m3
Longuerines.....	0,606 000	0,659 000	0,731 500
Traverses.....	0,661 000	0,909 000	0,255 080
	1,267 000	1,548 000	0,986 580
CHANGEMENT DOUBLE.			
Longuerines.....	0,606 000	0,686 000	0,790 500
Traverses.....	0,661 000	1,050 000	0,279 280
	1,267 000	1,736 000	1,069 780
CROISEMENT SIMPLE.			
Longuerines.....	1,091 000	1,680 000	1,280 600
Traverses.....	»	»	0,136 560
	1,091 000	1,680 000	1,417 160
CROISEMENT DOUBLE.			
Longuerines.....	1,431 000	2,176 000	1,313 600
Traverses.....	»	»	0,163 120
	1,431 000	2,176 000	1,476 720
TRAVERSÉE DE VOIE.			
Longuerines.....	1,614 600	1,470 000	0,640 000
Traverses...	»	»	0,423 200
	1,614 600	1,470 000	1,063 200

NOTA. Nous avons désigné comme longuerines toutes les pièces de bois ayant plus de 2m,80 de longueur.

Ce tableau met en évidence l'importance relative des bois de 2m,80 et plus entrant dans la charpente des branchements ; si l'on se rappelle que les bois de traverses ordinaires coûtent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la moitié du prix des bois longs, on reconnaîtra qu'il y a intérêt à poser les appareils sur traverses ordinaires.

259. Frais de pose des changements et croisements.

Branchement simple.

		fr.
Assembl. du châssis de changement,	3 j. de charpentier à 2f,50.	7,50
— de croisement,	2 —	5,00
Sabotage du châssis de changement,	1 —	2,50
— de croisement,	1 —	2,50
Déblai de l'emplacement, coupement des voies et remblai après la pose	8 j. de poseur à 2f,50.	20,00
Pose des deux châssis	6 —	15,00
Pose de la voie diagonale	2 —	5,00
Coupe de rails et divers	1 j. de forg. et son aide.	6,00
Il faut ajouter les frais de coltinage, qui varient suivant les distances, mais qui sont en moyenne de 8 à 10f, soit		10,00
Pose d'un branchement simple		73,50

Branchement double.

Assemblage du châssis de changement,	3 j. de charpentier à 2f,50.	7,50
— du croist à $7^{o1}/_{2}$,	2 —	5,00
— des 2 — à $5^{o1}/_{2}$,	3 —	7,50
Sabotage du châssis de changement,	1 —	2,50
— du croisemt à $7^{o1}/_{2}$,	1 —	2,50
— des 2 — à $5^{o1}/_{2}$,	2 —	5,00
Déblai, coupt des voies et remblai après la pose,	10 j. de pos. à 2f,50.	25,00
Pose des trois châssis	10 —	25,00
Pose des voies diagonales, compris le sabotage des traverses spéciales	7 —	17,50
Coupe de rails, etc	2 j. de forg. et aide.	12,00
		109,50
Coltinage, en moyenne		15,00
Pose d'un branchement double		124,50

Ces renseignements résultent d'attachements pris pendant les travaux exécutés en régie. Quand le travail est fait par un entrepreneur, ces prix sont naturellement augmentés ; il faut en outre lui tenir compte du temps perdu pendant le passage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des trains et des plus-value extraordinaires pour travail de nuit, quand la pose ne peut s'effectuer pendant le jour.

En général, ces travaux de pose sont mieux exécutés par le service de la voie que par un entrepreneur étranger — 230, t. I —. Or, la question de pose des appareils de branchements étant très-importante pour la sûreté de la circulation, l'ingénieur fera bien de choisir le premier mode d'exécution, préférable à tous les points de vue, y compris celui du montant des dépenses. C'est ce qui résulte d'ailleurs de la comparaison des prix de revient ci-dessus avec ceux portés à la série de prix suivante, qui a servi à une entreprise de pose de changements de voie sur une section du réseau de l'Est en 1855.

Conditions d'exécution. — Ces travaux comprennent l'assemblage des châssis ainsi que le montage des changements et croisements de voies, le coltinage des matériaux à pied d'œuvre, dans un rayon de 30 mètres environ, et la pose proprement dite.

Des ordres de service émanant de l'ingénieur en chef de la construction fixeront le nombre, la nature des appareils à établir, les points d'emplacement et les délais d'exécution.

L'entrepreneur restera responsable de la solidité et de la bonne façon de ses travaux pendant vingt jours, à partir de la mise en circulation des trains sur les voies où seront établis les appareils dont il s'agit. Procès-verbal sera dressé du jour où elle commencera. Pendant ce temps, l'entrepreneur réparera à ses frais les ouvrages, de manière à leur conserver la régularité d'alignement et de niveau que leur aurait fait perdre la circulation des trains.

La compagnie fournira à l'entrepreneur quatre crics et deux clefs pour chaque dimension de boulons, outils que celui-ci s'engage à restituer en bon état après l'achèvement des travaux.

L'entrepreneur renonce d'avance à toute réclamation en indemnité pour ses déplacements, ou ceux de ses ouvriers, pendant l'exécution des travaux.

Ces travaux seront exécutés aux prix de la série ci-jointe, faite en double expédition et acceptée par l'entrepreneur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des attachements contradictoires, pris au fur et à mesure de l'avancement des travaux, constateront la série des opérations successives qui auront été effectuées pour l'établissement de chaque appareil complet.

Les payements auront lieu à la fin de chaque mois, de la manière suivante : huit dixièmes du montant des travaux exécutés, d'après la situation détaillée remise à l'ingénieur en chef, et les deux dixièmes restants, à l'expiration du délai de garantie.

SÉRIE DE PRIX.

Branchement simple ou symétrique.

		fr.
N^{os} 1.	Assemblage de la charpente du châssis de changement, boulonnage et repliage des pièces dans les chantiers, à 10^{f} le mètre cube	12,90
2.	Assemblage de la charpente du châssis de croisement, boulonnage et repliage des pièces dans les chantiers, à 10^{f} le mètre cube	11,00
3.	Sabotage et ferrage du changement (à raison du nombre de coussinets), à 0^{f},30 par coussinet	4,20
4.	Sabotage et ferrage du croisement (à raison du nombre de coussinets), à 0^{f},30 par coussinet	4,80
5.	Et en sus pour remontage du châssis de changement, lorsque, sur l'ordre des agents de la compagnie, le sabotage n'a pas été fait en même temps que l'assemblage (par exemple, quand on démonte un châssis pour le remonter plus tard, ou l'expédier à une autre station)	2,00
6.	De même pour le châssis de croisement	2,00
7.	Pose sur le ballast, en première couche, y compris le pilonage des traverses, le boulonnage, l'ajustage, de toutes les parties et la pose de la boîte de manœuvre. — Pour le châssis de changement	16,80
8.	De même pour le châssis de croisement	12,50
9.	Nettoyage et graissage d'une boîte de manœuvre	1,00
10.	Indemnité en sus si la pose a lieu le jour sur une voie où circulent des trains de ballast	4,00
11.	Indemnité en sus si la pose a lieu la nuit (indemnité totale et une fois payée)	9,00
12.	Démolition de la voie sur l'emplacement des deux châssis de changement et de croisement, coltinage à	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	une distance convenable en dehors des voies (30m au maximum)	2,50
13.	Déblais nécessaires pour la pose des deux châssis de changement et de croisement, et pour les traverses des voies de raccordement	6,50
14.	Démontage et rangement des rails et traverses de la portion de la voie principale comprise entre le changement et le croisement	1,25
15.	Sabotage des coussinets supplémentaires, à 0f,15 l'un.	0,15
16.	Remplissage de ballast dans tout le branchement.	5,00
17.	Pose de la voie déviée entre les châssis, le mètre courant	0,50
18.	Pose de la voie directe entre les châssis, le mètre courant	0,40
19.	Assemblage et pose d'une transmission de mouvement à angle droit	3,00

Branchement double.

Nos 1.	Assemblage du châssis de changement comme pour le branchement simple, à 10f le mètre cube	13,00
2.	Assemblage du châssis de croisement à 7° 1/2	13,30
3.	Assemblage du croisement double à 5° 1/2	14,40
4.	Sabotage et ferrage du changement, 14 coussinets à 0f,40 l'un	5,60
5.	Sabotage et ferrage du croisement à 7° 1/2, 33 coussinets à 0f,30 l'un	9,90
6.	Sabotage et ferrage du croisement double, 22 coussinets à 0f,30 l'un	6,60
7.	Et en sus pour remontage des châssis dans le chantier (même cas que le numéro 5 du changement simple), par châssis	2,00
8.	Pose sur le ballast en première couche, y compris le pilonage, le boulonnage et l'assemblage de toutes les parties; pour le châssis de changement	25,00
9.	De même pour le châssis de croisement simple	12,50
10.	De même pour le châssis de croisement double	25,00
11.	Sabotage de traverses spéciales entre les trois châssis, chaque coussinet à raison de 0f,15	0,15
12.	Indemnité totale (une fois payée pour un branchement) pour temps perdu, si la pose se fait pendant la circulation des trains de jour	8,00
13.	Indemnité de nuit	20,00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

14. Tous les travaux désignés par les articles 12 à 19 du branchement ordinaire, s'appliquent au branchement double et dans les mêmes conditions.

Prix des journées en régie.

Journée de maître charpentier	4,50
— charpentier et chef poseur	3,50
— poseur	3,00
— manœuvre	1,75

260. Entretien des changements et croisements de voies. — Le service de l'entretien doit être organisé de telle sorte que tous les appareils d'un même réseau soient exécutés d'après un même type. Cette uniformité est indispensable pour faciliter les remplacements et réparations, en même temps qu'elle simplifie les commandes et les approvisionnements des pièces de rechange.

En conséquence, chaque appareil est dessiné à une échelle suffisamment grande pour que chacune des pièces qui le composent puisse être désignée par une lettre ou un numéro. On dresse en même temps une nomenclature détaillée de toutes ces pièces, avec leurs marques distinctives, poids et dimensions.

Nous donnons comme spécimen un extrait de la nomenclature des changements de voies du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée — annexe C —.

Tous les ingénieurs de section, étant munis de ces dessins et nomenclatures, sont ainsi en mesure de vérifier le montage des changements et croisements de voies d'après les plans arrêtés, tout en faisant varier leur position relative selon les conditions locales — 256 —. Quant à la nomenclature, elle est encore indispensable pour faire ressortir dans les états de comptabilité les parties d'appareils remplacées et établir les bulletins d'approvisionnement.

Parmi les déraillements qui surviennent dans la traversée des stations ou pendant les manœuvres de gare, il en est un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

certain nombre provenant de l'état des branchements, de la fausse manœuvre ou de la position défectueuse des aiguilles — *Exploitation*, chap. II, § VII —. Une partie de ces accidents pourraient donc être évités si tous les appareils, construits d'ailleurs dans de bonnes conditions, étaient constamment maintenus en parfait état.

Pour obtenir ce résultat, on doit d'abord assurer aux appareils une assiette suffisamment résistante et bien uniforme.

A cet effet, la plate-forme et le ballast, de la meilleure qualité, seront aussi complétement asséchés que possible.

Les traverses et les longuerines, s'il y a lieu, seront toujours bourrées à fond sur toutes les parties en charge, c'est-à-dire sous les rails, de manière à éviter la flexion des bois et par conséquent des modifications dans la position relative des pièces constitutives des appareils.

En ce qui concerne les appareils en eux-mêmes, on doit maintenir les assemblages de manière que les pièces ne puissent prendre aucun jeu ; si quelque ballottement se présente, il est nécessaire de l'arrêter dès le début ; sans cette précaution, le jeu augmente très-rapidement et peut devenir une cause de destruction des pièces ou de déraillement des véhicules. Il faut donc tenir au serrage parfait toutes les pièces en contact et remplacer celles qui ne s'y prêteraient pas. Quand une partie d'appareil manifeste un commencement de détérioration, on doit, si l'avarie est susceptible de réparation, remplacer la pièce défectueuse et la remettre en bon état. Si, par sa nature, elle ne se prête pas à une réparation, et qu'elle appartienne à un appareil très-fréquenté, il est prudent de lui substituer une pièce en bon état et de l'utiliser sur un point où la circulation est moins active.

La position relative des différents organes doit faire l'objet de l'examen le plus scrupuleux. Le service des travaux s'assurera donc par de fréquentes visites que les aiguilles conservent rigoureusement la forme et la position assignées ; qu'elles s'appuient bien exactement contre le rail contre-aiguille dans les changements simples, ou contre l'aiguille voisine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui fait office de contre-aiguille dans les changements doubles.

Dans ce dernier cas, il est prudent de placer, à l'intérieur de l'aiguillage, des arrêts qui limitent la course des aiguilles et contribuent à procurer un serrage complet des autres aiguilles contre celles de l'intérieur.

Les tringles de connexion et de manœuvre sont réglées de manière à obtenir un mouvement des aiguilles toujours complet et simultané.

La profondeur et la largeur des rainures, aux talons des aiguilles ou dans la traversée des pointes de cœur et le long des contre-rails, sont également vérifiées. Si l'on remarquait dans ces parties des avaries anormales, tous les organes se trouvant d'ailleurs dans leur position voulue, il y aurait lieu de signaler ces avaries au chef de service, en appelant son attention sur l'espèce et l'état des véhicules qui circulent sur les appareils en question.

En ce qui concerne l'entretien des appareils, le devoir de l'*aiguilleur*, agent chargé de la manœuvre des changements de voie, est de maintenir les branchements en parfait état de propreté ; il ne laissera donc s'interposer entre les aiguilles et les contre-aiguilles ou se fixer dans les rainures aucun corps qui pourrait gêner la manœuvre des organes ou le passage des bandages des roues. Les parties frottantes des pièces métalliques seront toujours parfaitement nettoyées et lubrifiées. En un mot, si l'on veut être sûr du bon fonctionnement de l'appareil, on doit exiger qu'il soit entretenu avec autant de soin que la machine la plus parfaite.

Par un bon entretien, on évitera les déraillements qui ne peuvent être attribués au mauvais état des véhicules, et surtout on réalisera de notables économies sur les dépenses de renouvellement.

Depuis la création des chemins de fer, les appareils de la voie ont subi de telles transformations, qu'il a été très-difficile, sinon impossible, de séparer bien distinctement les frais de réparation et d'entretien afférents à chaque organe. Ces frais sont d'ailleurs extrêmement variables, même pour deux appareils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de construction identique, mais placés dans des conditions de circulation différentes. Ainsi, pour un branchement d'une voie peu fréquentée sur une voie à grande circulation, une des aiguilles et un des deux contre-aiguilles travailleront et souffriront plus que l'autre aiguille ou le second contre-aiguille. Les deux premières pièces auront donc une durée plus courte que les autres. De même aussi des pattes de lièvre et de toutes les pièces symétriques irrégulièrement exposées aux fatigues du passage des véhicules. C'est pourquoi la comparaison des dépenses d'entretien de ces appareils, d'une ligne à l'autre, n'a pas encore d'intérêt bien marqué.

Il n'en est plus ainsi du rapprochement des dépenses d'entretien des appareils de constructions diverses employés par une même administration. Ainsi, sur un réseau dont le trafic est considérable et qui compte au delà de deux mille branchements, les frais annuels d'entretien des appareils en fer, comparés à ceux des appareils analogues construits en acier fondu, sont entre eux comme 3 : 1. On voit donc l'influence considérable que la nature des matières employées exerce sur les dépenses d'entretien.

Les documents livrés à la publicité font rarement ressortir le montant des frais afférents aux détails de l'exploitation, les statistiques n'étant pas toujours disposées en vue de fournir ces renseignements.

Voici ceux que l'on trouve dans le dixième compte rendu de l'exploitation des chemins de fer bavarois de l'Etat :

Nombre de branchements sur une longueur de 1 173 kilomètres.

1. Appareils à aiguilles inégales, ancien modèle.....	212
— nouveau modèle.....	280
2. Appareils à aiguilles égales en rails ordinaires.....	519
— en rails d'acier puddlé....	212
Nombre total.....	1 223

soit par kilomètre 1^{app},043.

Les frais d'entretien de ces appareils se sont élevés pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'exercice 1860-61 à 65 482 fr. 65, soit par appareil 53 fr. 54 et par kilomètre 55 fr. 82.

Les chemins d'Alsace, avant leur fusion dans la compagnie de l'Est, possédaient cent vingt branchements composés en presque totalité de changements à contre-rails mobiles et de quelques appareils du système Wild. Pendant les dernières années, on avait commencé à substituer de nouvelles pointes de cœur aux anciennes et à remplacer les contre-rails mobiles par des aiguilles Wild. Les frais d'entretien et de renouvellement se sont élevés comme suit :

	1851	1852	1853
Dépenses brutes.....	9837f,93	16653f,95	11065f,46
Valeur des vieux matériaux.	5427,60	4837,15	3019,30
Dépenses nettes.....	4410,33	11816,80	8046,16
Dépenses par appareil.....	36,73	98,47	67,05

La proportion de 1 branchement par kilomètre de ligne en exploitation est un minimum, car pour les lignes à trafic important, cette proportion s'élève à 2 et même à 2,20.

En admettant comme dépense moyenne d'entretien annuel le chiffre de 40 francs par branchement, le budget des dépenses doit porter en compte de ce chef une somme de 80 francs par kilomètre de voie à grand trafic, donnant une recette annuelle de 60 000 francs, et ne tabler que sur la moitié de cette dépense quand la recette brute ne s'élève pas au-dessus de 25 000 francs par kilomètre.

§ II.

TRAVERSÉES DE VOIES.

261. Considérations générales. — Deux voies peuvent se rencontrer et se pénétrer par suite de nécessités de service ou de circonstances locales. Les points de rencontre des rails donnent lieu à la construction de quatre croisements dont l'ensemble constitue une *traversée* — *kreuzung* —, appareil plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou moins compliqué, selon que les rails croiseurs se trouvent au même niveau ou à des niveaux différents, et selon que l'angle de croisement s'éloigne plus ou moins de 90 degrés.

Le dessin d'une traversée de voies démontre que toutes les difficultés proviennent uniquement de la nécessité de ménager aux boudins des roues un passage absolument libre et un guidage suffisant pour maintenir les véhicules sur leur voie, pendant qu'ils franchissent l'interruption des rails.

Ces deux conditions satisfaites, on se préoccupe de trouver des dispositions assez robustes pour mettre les éléments des appareils à l'abri des ébranlements et des dérangements de position qui pourraient résulter des chocs occasionnés par la circulation des roues.

262. TRAVERSÉES A NIVEAUX DIFFÉRENTS. — Lorsque les voies admettent deux niveaux différents, la solution du problème

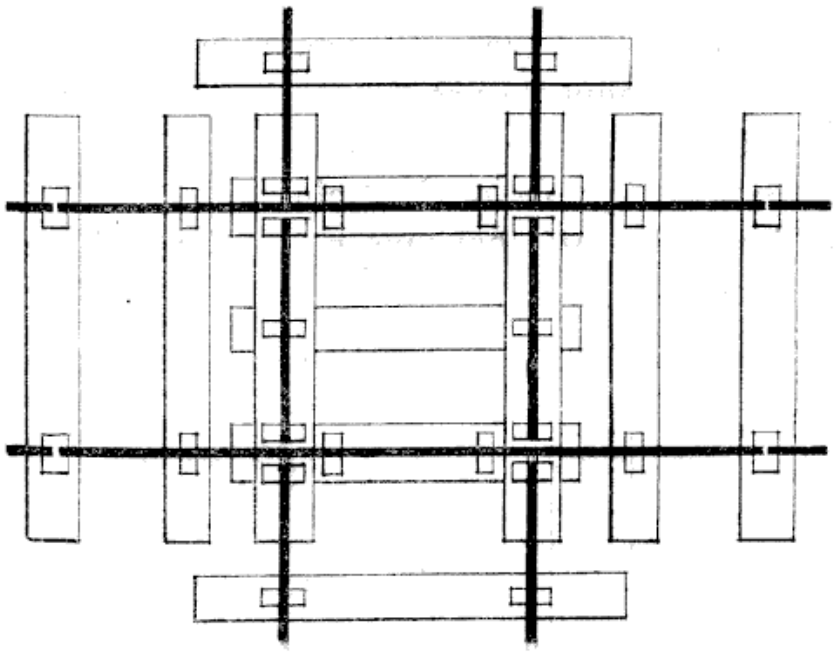


Fig. 321. Traversée à angle droit, en voie courante. 15/1000.

consiste simplement à relever l'une des voies d'une hauteur un peu supérieure à la saillie *maxima* des boudins des roues, soit $0^m,035$ au minimum. Alors les rails de la voie croisante sont seuls interrompus, pour laisser libre passage aux roues qui suivent la voie croisée dont les rails ne présentent aucune solution de continuité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Telle est la solution indiquée par la figure 321, qui se rapporte au cas particulier d'une traversée à angle droit. Indépendamment des mesures générales à prendre pour donner à l'appareil toute la solidité voulue, il n'y a d'autre particularité à signaler que la disposition des rails croiseurs. Pour laisser aux roues de la voie croisée un libre passage, il faut prolonger vers B l'entaille du rail croiseur AB (fig. 322), de manière que les bandages les plus larges ne rencontrent pas ce rail, même dans le cas du déplacement latéral maximum des essieux.

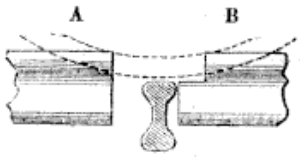
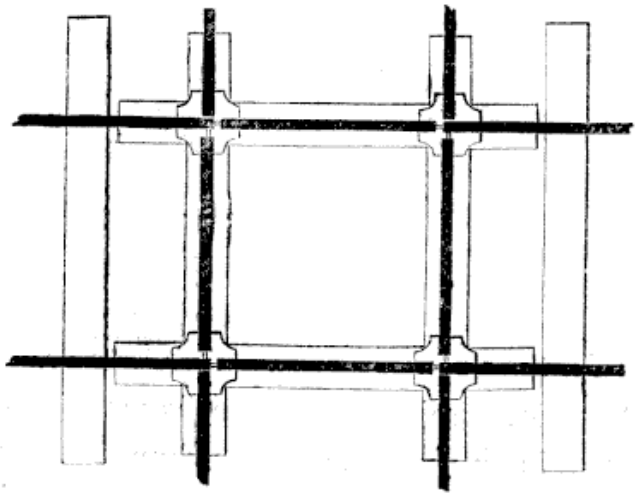


Fig. 322. Rencontre des rails. 1/20.

La même figure 322 rappelle que les boudins des roues qui suivent la voie croisante, s'abaissent de toute la hauteur de la flèche des arcs de cercle de roues compris dans la solution de continuité des rails interrompus. En construisant ces appareils, on choisira pour limite inférieure de distance verticale, entre les plans des deux voies, celle que donne le plus petit diamètre de roues au maximum d'usure.

Cette solution de traversée s'applique aux points où la voie continue sert à la circulation des trains.

263. Traversées au même niveau. — *Traversées rectangulaires.* — Quand les deux voies en croisement ne servent qu'aux manœuvres de wagons ou de trains à petite vitesse, et que la


Fig. 323. Traversée à angle droit, dans les gares. 15/1000.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rencontre a lieu sous un angle droit (fig. 323) ou à peu près droit, il n'y a pas autre chose à faire qu'à couper les rails pour laisser passer les boudins (fig. 323 *bis*).

On emploie avec avantage les rails en acier pour la voie principale et pour les rails coupés de la voie transversale.



Fig. 323 *bis*. Entaillage des rails. 1/20

Traversées obliques. — La rencontre de deux voies peut se faire suivant des angles variables entre 4 et 9 degrés, mais en pratique on limite les types des traversées sous des angles différents, au plus petit nombre possible. La plupart des chemins se sont contentés d'un seul type de traversée oblique, construit sous un angle dont la tangente est comprise entre 0,09 et 0,13. Quelques administrations ne reculent pas devant la diversité des types, qui donne un peu plus de latitude dans l'établissement des voies de station. Ainsi la compagnie de Lyon emploie trois types de traversées obliques composées de deux croisements doubles et de deux croisements simples, sous des angles de 0,13 — 0,18 — 0,24, et quelquefois un quatrième type comprenant deux croisements simples de 0,09 et 0,11, et deux croisements doubles de 0,13.

Les chemins du Hanovre emploient cinq types, présentant des inclinaisons de 0,093 — 0,100 — 0,125 — 0,143 et 0,166.

Evidemment, à l'aide de tous ces appareils combinés, on parvient à résoudre facilement tous les cas qui peuvent se présenter ; mais à côté des avantages qu'elle procure, cette variété de types demande un approvisionnement considérable de pièces qu'il faut conserver en magasin. Bien qu'un peu plus difficile à appliquer, la disposition d'un type unique permet néanmoins de se tirer d'affaire et on fait bien de l'adopter. Ainsi la compagnie de l'Est ne se sert que d'un seul type sous l'angle de 7°30′.

Quelques chemins, reconnaissant que dans ces traversées la solution de continuité est trop longue pour abandonner la roue sur ce parcours, placent dans la rainure un support sur lequel le boudin peut rouler au besoin. La compagnie du Nord

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

emploie à cet usage des plaques en fer fixées sur des blocs en bois par des boulons à tête fraisée.

On comprend aussi que, dans le cas de traversées de voies sous des angles très-aigus, l'action des bandages contre les contre-rails soit très-énergique, surtout si le passage s'effectue avec les freins serrés. Aussi ces contre-rails sont-ils fortement armés contre les déformations (fig. 324).

Il y a dans une traversée oblique six solutions de continuité qui se décomposent en deux groupes : 1° les deux croisements extrêmes ; 2° les quatre croisements intermédiaires.

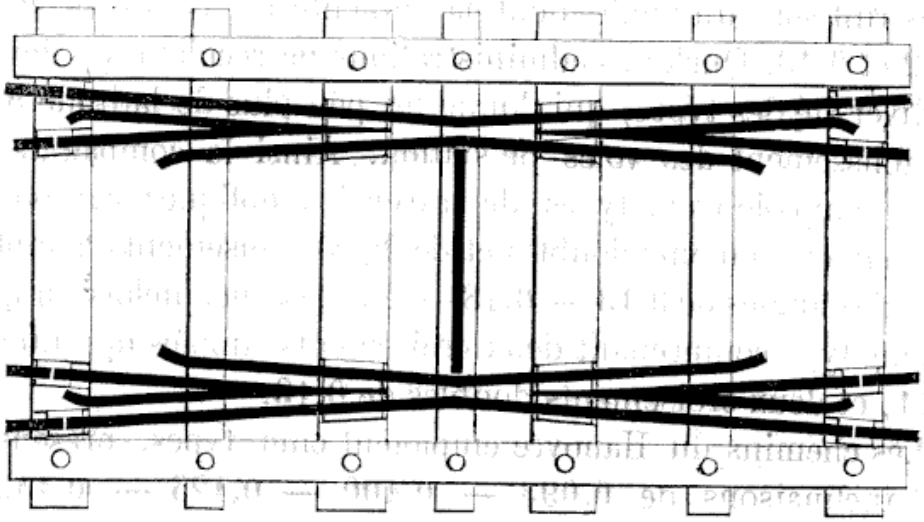


Fig. 324. Traversée oblique. 15/1000.

Les premiers se traitent suivant les principes indiqués plus haut — 248 —.

Le second groupe constitue un appareil qui demande beaucoup de soins dans l'étude et l'exécution. La figure 324, qui représente l'ensemble du second groupe, met en évidence une solution de continuité dans les voies dont la longueur augmente à mesure que décroit l'angle de croisement.

Au moment où les roues d'un essieu s'engagent dans l'espace compris entre les quatre pointes, elles pourraient tout aussi bien prendre la seconde voie, ou buter contre les pointes qui leur font face, ou enfin suivre leur direction primitive. Pour éviter cette hésitation, on a recours à deux moyens : l'emploi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des contre-rails intérieurs et celui des contre-rails qui forment le prolongement en arrière des pointes.

Dans les anciens appareils, chaque pointe était formée d'un rail de la voie et d'un contre-rail servant de guide à l'autre voie. Ce contre-rail avait pour but de guider non pas la première paire de roues, mais la seconde paire, qui en vertu du parallélisme des essieux, devait maintenir la première dans sa piste. Mais ce guidage était insuffisant et compliqué. On se contente aujourd'hui des contre-rails intérieurs qui sont indispensables pour maintenir les véhicules dans leur direction; leur efficacité n'est réelle qu'à la condition de leur donner une hauteur telle que les joues intérieures des bandages les suivent sur un développement assez grand pour qu'en quittant la pointe, la roue soit déjà maintenue dans sa voie par le contact du contre-rail.

Cette hauteur ne peut pas être inférieure à $0^m,055$, comme le fait voir la figure 326, pl. XVIII. Dans les nouvelles traversées de la compagnie de l'Est représentées en partie par la figure 325, pl. XVIII, ce contre-rail est formé d'un fer spécial *mn* de $0^m,175$ de hauteur (fig. 326, pl. XVIII).

264. Montage et pose des traversées. — Le montage et la pose des traversées doivent être traités avec le même soin que les opérations analogues concernant les croisements. On veillera donc à ce que les extrémités des pointes soient en contre-bas des rails extérieurs, de manière à se trouver protégées contre les chocs des bandages, ceux-ci étant suffisamment larges pour porter encore sur le rail extérieur au moment où ils franchissent la pointe. En exécutant les quatre pointes et les rails coudés en acier Bessemer, on obtient des appareils d'assez longue durée.

Dans les anciens appareils, on avait cru nécessaire de réunir toutes les traverses par des longuerines. Mais la solidarité des pièces étant suffisamment assurée par la ferrure, on supprime ces pièces spéciales par les motifs déjà indiqués. La Compagnie de l'Est pose aujourd'hui ses traversées sur traverses de dimensions ordinaires, mais choisies comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forme et comme qualité ; la figure 325, pl. XVIII, en indique les axes.

Tout ce qui se rapporte à l'exécution des changements et croisements, s'applique également à l'établissement des traversées. Nous n'avons donc rien à ajouter, pour ce qui concerne ces derniers appareils, à ce qui a été dit précédemment.

264 *bis*. EMPLOI DES TRAVERSÉES A LA CIRCULATION TEMPORAIRE SUR VOIE UNIQUE. — Quand on veut établir la circulation sur voie unique entre deux points ordinairement réunis par deux voies, on met les deux voies en communication par branchements aux extrémités de la section considérée. En manœuvrant les aiguilles de ces branchements, les agents préposés règlent la marche des trains. La figure 262, p. 584, t. I, représente les dispositions que l'on peut prendre dans la plupart des cas, dispositions qui ne laissent pas d'être assez onéreuses, en ce qu'elles obligent à installer aux extrémités de la voie unique des agents à poste fixe.

On peut éviter une partie de ces inconvénients en faisant chevaucher les deux voies l'une sur l'autre sur une longueur déterminée par la nature des travaux à exécuter, et en les séparant aux extrémités de la voie unique, à l'aide de croisements et traversées.

Cette disposition s'applique encore au cas où l'on veut profiter de l'infrastructure d'une première ligne, en y plaçant la voie d'une seconde ligne sur un certain parcours, comme dans une traversée de propriétés bâties, d'un cours d'eau, etc.

Les arrangements indiqués par la figure 326 *bis*, pl. XX, s'appliquent au cas le plus compliqué, celui où les voies uniques se coupent. Pour mettre une ligne à deux voies en voie unique, ou bien pour établir sur un pont à une voie le passage de deux voies uniques qui ne se traversent pas, il suffit de faire croiser les deux files de rails voisines, ce qui ne demande que la construction d'un croisement simple aux deux extrémités de la voie unique. Par cette combinaison, avec un bon système de signaux, et au besoin à l'aide d'un pilote, on supprime l'emploi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de deux aiguilleurs commandé par les dispositions indiquées au numéro 228.

§ III.

BRANCHEMENTS-TRAVERSÉES.

265. Considérations générales. — Dans les grandes stations de marchandises et aux bifurcations où se font de nombreuses manutentions de wagons, il importe de relier la voie principale de manœuvre au plus grand nombre de voies de classement ou de triage qu'il est possible d'établir dans un espace donné.

Quand on se sert, pour relier ces voies, du procédé ordinaire, — l'emploi du branchement simple ou double, — l'emplacement réservé à cette partie du service est mal utilisé et les manutentions deviennent longues et coûteuses.

Considérons en effet la figure 327, pl. XX, dans laquelle la voie *ab* est reliée par des changements ordinaires aux voies *m*, *m*... Pour décomposer un train, on refoule chaque wagon ayant sa destination spéciale sur l'une des voies de classement affectée à cette destination. Mais, comme le montre la figure 327, l'espace à la droite de la ligne *abb'* n'est pas utilisé.

Si l'on veut en tirer parti et prolonger les voies vers l'espace inoccupé, il faut à chaque rencontre de voies, briser la voie de manœuvre. Ainsi pour avoir le prolongement *bn*, il faut reporter la voie de manœuvre en *cd*. Sur cette voie ainsi brisée, les mouvements à la machine ne sont pas sûrs et les manœuvres des changements deviennent pénibles, souvent même dangereuses.

Pour éviter ces inconvénients, quelques chemins anglais et allemands emploient depuis plusieurs années un appareil que les ingénieurs d'outre-Rhin désignent sous le nom d'*englische weiche*, et que nous dénommons *branchement-traversée*, parce qu'il sert, à l'aide d'une combinaison d'aiguillages et de traversées, soit de branchement pour mettre en communi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cation deux voies croisantes, soit de simple traversée pour les mêmes voies.

L'emploi de cet appareil permet, comme l'indique la figure 328, pl. XX, de brancher sur une voie de manœuvre *ab* autant de voies de classement *m*,*m* que l'on veut, en utilisant complétement l'espace ménagé de chaque côté de la voie de manœuvre.

Le branchement-traversée réduit à ses axes est indiqué par la figure 329, pl. XX. L'appareil se compose de deux changements de voie *gg'* et *ll'* dirigés en sens contraire et séparés par une traversée *tt'*, placée au croisement des deux voies *aa'bb'* et *cc'dd'*. Si l'on veut faire passer un wagon de *aa'* vers *bb'*, il suffit de placer les aiguilles *gg'* de manière que *g* soit éloignée du rail *ab*, et que *g'* touche le rail *a'b'*.

Lorsque le wagon doit passer de *aa'* vers *dd'*, il faut manœuvrer les aiguilles *gg'* de manière que *g* s'applique contre le rail *ab* et que *g'* s'écarte du rail *a'*. Le wagon suit alors les rails de raccord *tt'* et entre dans la voie *dd'* en prenant l'aiguillage *ll'* par le talon.

Si le wagon parvenu en *dd'* doit se diriger vers *cc'*, il suffit de disposer l'aiguillage *ll'* de façon que *l* s'écarte de *d* et que *l'* touche *d'*. Le wagon, après avoir dépassé les aiguilles, s'engage alors sur la traversée et vient en *cc'*.

Quand on veut se réserver la faculté d'opérer une manœuvre analogue en venant du côté *bb'* ou *cc'*, on ajoute à l'appareil un second jeu de double aiguillage, comme l'indiquent les lignes ponctuées de la figure 329, et plus en détail les figures 330 et 331, pl. XX.

Ainsi, par ce procédé qui remplace avantageusement les plaques tournantes, les voies conservent leur direction générale ; elles communiquent toutes entre elles, l'espace réservé aux voies de manutention est complétement utilisé et le temps nécessaire à la manœuvre très-sensiblement moindre que celui exigé dans les dispositions indiquées par la figure 327.

266. TRACÉ DES BRANCHEMENTS-TRAVERSÉES. — La figure 330, pl. XX, peut donner une idée des combinaisons auxquelles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se prête le nouvel appareil pour établir des communications continues entre des voies parallèles ou entre celles-ci et des voies transversales. Ces combinaisons dépendent de certaines règles de tracé mal définies jusqu'à présent.

Pour que la circulation s'établisse avec sécurité sur ces appareils, il faut d'une part que la file des rails extérieurs et le raccordement des talons d'aiguilles intérieures suivent des courbes dans lesquelles les véhicules puissent s'inscrire sans peine ; de là, nécessité de réduire au minimum l'angle de croisement des voies.

D'autre part, plus l'angle de croisement est aigu, plus grande est la lacune, la solution de continuité qui sépare les deux pointes des doubles croisements, et par conséquent plus nombreuses deviennent les chances de déraillement dans le parcours où les boudins des bandages manquent de guidage.

D'après les renseignements fournis à la conférence de Munich en 1868, les angles compris entre 5 et 10 degrés paraissent le mieux remplir les conditions voulues.

Le chemin rhénan, qui fait de ces appareils un fréquent usage, adopte pour le croisement l'angle de 5°43′ dont la tangente est de 0,100. Le rayon moyen de la courbe de raccordement a 188 mètres.

267. CONSTRUCTION DES BRANCHEMENTS-TRAVERSÉES. — *Aiguillages* (fig. 331, pl. XX). — On peut employer soit les changements à rails mobiles, soit les changements à aiguilles ; ces derniers sont généralement préférés. Au chemin rhénan, les aiguilles du type courant ont $5^{m},18$ de longueur et les rails contre-aiguilles $5^{m},65$, montés sur de grandes plaques en tôle qui reçoivent la portée des rails de raccord au talon.

Ces aiguilles ont le profil spécial indiqué par la figure 280, 3, p. 25.

Manœuvre des aiguilles. — Cette manœuvre s'opère à l'aide des leviers décrits précédemment. Il peut y avoir intérêt à rendre solidaires les mouvements des changements opposés par les talons et qui appartiennent aux deux voies, afin d'éviter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les aiguilles prises par le talon soient *faites à l'anglaise*. Pour obtenir la simultanéité de manœuvre et diminuer le travail des aiguilleurs, on réunit les leviers de manœuvre sur une seule boîte et l'on transmet le mouvement par des leviers coudés. Ces transmissions solidaires ont cependant l'inconvénient de ne pas offrir toutes garanties de bon fonctionnement des aiguilles gênées par les gelées et la neige.

Croisements doubles. — Ce sont deux pièces *abcd*, *a'b'c'd'* en fonte dure, qui ont $0^m,630$ de largeur, non-compris les pattes d'attache sur les traverses, et $2^m,60$ de longueur, dont $2^m,16$ avec les parties saillantes et $0^m,22$ en contre-bas à chaque extrémité, pour supporter les bouts des rails de raccord. Sans compter les deux pointes de croisement, chacune de ces plaques porte quatre saillies faisant l'office de quatre rails ou contre-rails.

La distance qui sépare les deux pointes est de $0^m,836$. Entre ces deux pointes, les boudins des roues n'ont d'autre guide que la saillie de la rainure médiane. Cette saillie *xyz*, *x'y'z'* manque généralement de hauteur; aussi plusieurs chemins — bavarois de l'État, Hanovre, Magdebourg-Leipzig, Halle-Cassel — signalent de nombreux déraillements de wagons quand on les refoule, freins serrés, sur les doubles croisements. Il faudrait donner à ces saillies un relief au-dessus des rails de $0^m,055$, au moins — 263 —.

Pour réduire le poids des plaques du croisement double, on peut limiter sa largeur à la saillie du rail coudé et l'on prend pour rail extérieur *ab*, *c'd'* un rail de la voie.

Croisements simples. — On les construit en une seule pièce de fonte *gh* analogue à celle décrite au numéro 251. Dans l'exemple du chemin rhénan, ces pièces ont $2^m,78$ de longueur, Quelques lignes adjoignent à ce croisement des plaques en fonte durcie donnant en saillie le rail de la voie et le contre-rail qui complète le croisement; mais cette adjonction n'est pas indispensable.

268. Montage et pose. — Comme l'indique la figure 331, le montage des branchements-traversées s'effectue sur des tra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verses ordinaires pour la partie comprise entre les talons des changements, puis de là jusqu'aux croisements extrêmes sur des traverses spéciales. Ces dernières pourraient être remplacées par des traverses ordinaires chevauchant les unes dans les autres ; mais, ainsi établi, le système présenterait peut-être moins de solidité.

Dans son ensemble, l'appareil comporte de nombreux rails de raccord exigeant tous une grande précision dans leur ajustage ; c'est un inconvénient. On doit donc veiller avec soin sur tous les assemblages et sur les attaches qui relient toutes les pièces les unes aux autres. On s'efforcera de donner à ces assemblages la plus grande portée possible, notamment aux abouts des rails en prolongement des plaques de fonte.

Inutile de rappeler ici les recommandations que nous avons indiquées en parlant du sabotage et du bourrage des branchements, tout ce que nous avons dit à ce sujet — 254,256 — s'appliquant exactement au cas qui nous occupe.

§ IV.

PLAQUES TOURNANTES.

269. Classification. — Les *plaques tournantes* ou *plates-formes* — *drehscheiben, turntables* — sont destinées à faire passer un véhicule d'une voie sur une autre voie transversale, ou à renverser le sens de sa marche. Il existe une très-grande variété de types de construction ; mais on peut les grouper en trois classes bien distinctes :

1° Les petites plaques tournantes, employées dans les ateliers et remises ;

2° Les plaques tournantes moyennes, pour la manœuvre des wagons ou des machines à petit écartement d'essieux ;

3° Les grandes plaques ou ponts tournants, qui servent à *tourner* les machines attelées à leur tender, c'est-à-dire à changer le sens de leur marche, et en général à tourner tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

véhicules à grand écartement d'essieux, comme les wagons américains à huit roues.

270. PETITES PLAQUES TOURNANTES D'ATELIERS. — Employés dans l'intérieur des ateliers pour manœuvrer des essieux montés ou des wagons de service légers et à faible écartement, ces appareils peuvent être construits très-simplement.

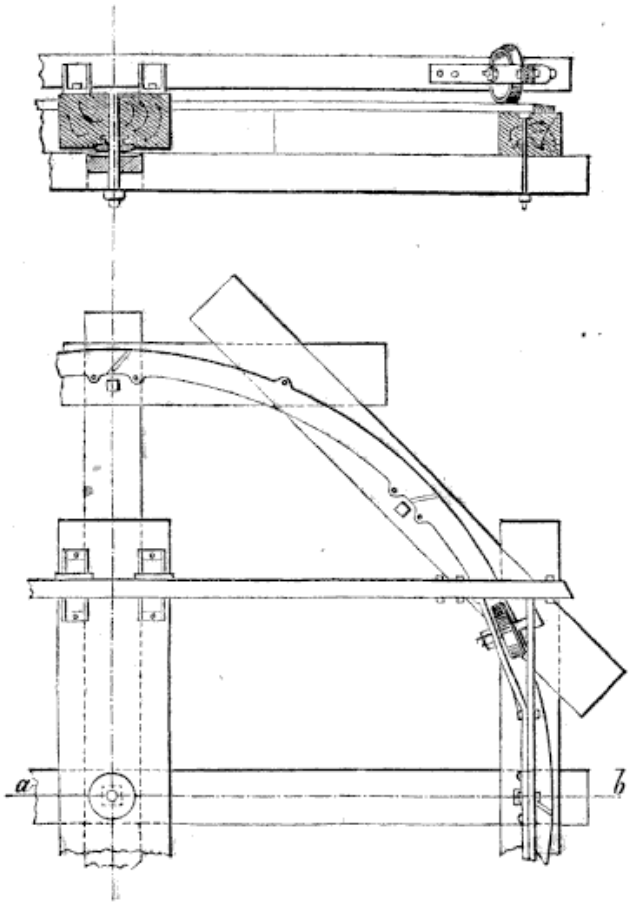


Fig. 332. Plaque volante (Est). 1/40.

Plaques volantes. — Le type le plus économique, connu sous le nom de *plaque volante* (fig. 332), se compose de deux rails soutenus vers leurs extrémités par quatre galets, et fixés en leur milieu sur une traverse en bois portant un petit pivot en fer. Les galets, maintenus par les entretoises des rails, roulent sur un cercle léger en fonte ou en fer fixé sur un cadre polygonal en madriers assemblés à mi-bois.

Avec ce système, point de platelage, point de fondations, point de cuve d'enceinte, la profondeur du vide au-dessus des rails n'étant que de $0^m,20$. La dépense d'établissement n'atteint pas 500 francs.

Plaques en bois. — On a construit, pour l'intérieur des halles à marchandises et des remises de voitures, des plaques à une voie portée par des longuerines en bois assemblées avec cinq traverses qui maintiennent six galets roulant sur la couronne d'un croisillon en fonte. Dans cette disposition, l'appareil est placé dans une fosse de $0^m,53$ de profondeur ; il est donc nécessaire d'y appliquer une cuve d'enceinte et un platelage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix de revient de cette plaque à une voie, de $3^m,50$ de diamètre, s'établit comme suit :

Bois. — Charpente, $0^{m3},860$ à 150^f.....	126	
Cuve et platelage, 16^{m2} à 8^f.....	128	
Goudronnage, assemblage, etc.....	46	300^f
Fonte. — 700^k à 30^f.....		210
Fer. — 450^k à 50^f.....		225
Prix de revient d'une petite plaque d'atelier...		735^f

Dans ce système les pièces de bois sont légèrement entaillées ; on pourrait, au besoin, conserver au bois toute sa force et rendre ainsi la plaque plus rigide, en employant des sabots en fonte aux points d'assemblage.

Ces plaques tournantes sont peu coûteuses ; mais elles ne portent qu'une seule voie. Pour un service actif, la manœuvre devient longue par la nécessité de ramener le plateau mobile dans sa première direction, quand il doit reprendre charge.

Pour obvier à cet inconvénient, des essais de plaques tournantes en bois à deux voies ont été tentés ; mais quand les bois sont profondément entaillés, le plateau mobile manque de rigidité et les frottements sont considérables par suite du jeu des pièces. En un mot, ce système n'est susceptible de rendre de bons services qu'en conservant aux bois toute la résistance que comporte leur équarrissage. Quand le mouvement a une certaine activité, et si les plaques sont exposées aux influences atmosphériques, il vaut mieux renoncer complétement au bois, et se servir de plaques tournantes métalliques.

Petite plaque tournante en fonte. — La figure 333 représente la coupe et le plan de la plaque tournante en fonte de $2^m,05$ de diamètre employée par la compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée.

Cet appareil se compose : 1° d'un plateau mobile, en fonte, portant des rails en fer carré fixés par des boulons à tête fraisée ; 2° d'une cuve avec croisillon et galets en fonte avec acces-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soires en fer. Le plateau mobile porte uniquement sur les galets, le pivot ne servant qu'à maintenir le mouvement autour de l'axe.

Comme toutes les pièces en fonte exposées au choc, ces appareils peuvent se rompre sous le passage des machines ou des trains manœuvrés par locomotives ; dans ce dernier cas, pour pallier l'effet des chocs, on pose la plaque sur un châssis

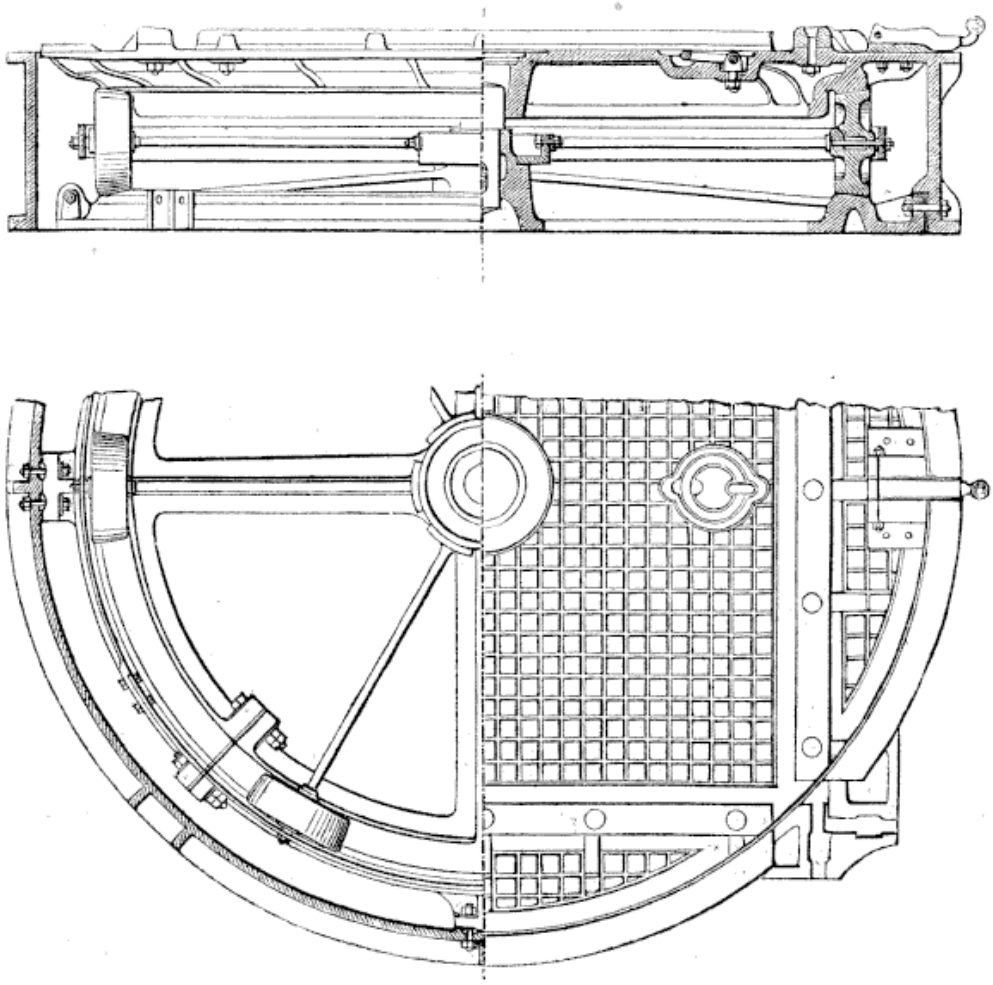


Fig. 333. Plaque en fonte de 2m,05 (Lyon). 1/25.

en bois composé de quatre traverses de 2m,60 à 2m,80 de longueur, sur 0m,25 à 0m,30 de largeur et 0m,15 à 0m,18 d'épaisseur, formant un cube de 0m³,502 ; ces pièces sont réunies par quatre boulons de 0m,025 de diamètre, et 0m,164 de longueur. On fera bien de prévoir le cas où les bois s'altéreront.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les poids de cet appareil se répartissent ainsi :

Fonte. —	Plateau mobile.....	985k,00	2165k,00
	Cuve, croisillons, galets	1180 ,00	
Fer. —	4 rails de 1m,350 pesant 17k,8	96 ,00	236 ,38
	Accessoires.....	27 ,90	
	Pivot et clavette	11 ,50	
	Tringles, cercle des galets, collerette, etc.....	81 ,50	
	Boulons.....	19 ,48	
	Poids total		2401k,38

D'après ces poids, le prix de revient de cette plaque s'établit comme suit :

Fonte, 2165k,00 à 25 f les 100 kil.....	541f,25
Fer, 236k,38 à 30f les 100 kil	70 ,90
Main-d'œuvre.....	80 ,00
Prix de revient d'une plaque en fonte de 2m,05....	692f,15

Dans ce prix n'entrent pas les frais généraux, le bénéfice et le transport.

271. PLAQUES TOURNANTES MOYENNES. — On subdivise ces appareils en trois catégories désignées par la dénomination du service auquel on les affecte :

Plaques pour wagons ;

Plaques pour voitures ;

Plaques pour machines isolées.

Les diamètres de ces plaques varient du reste avec les dimensions des véhicules à manœuvrer, ainsi qu'il ressort du tableau suivant :

	Est.	Lyon.	Midi.	Ouest.	Prusse.
Plaques pour wagons ...	3m,50	3m,40	4m,20	4m,50	3m,60
— voitures ...	4 ,50	4 ,40	5 ,00	4 ,50	4 ,25
— machines ..	6 ,00	5 ,00	5 ,60	5 ,25	7 ,20

Les plaques tournantes se placent sur les voies principales et sur les voies secondaires. Dans le premier cas, elles sont sou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mises aux chocs des machines et des trains en mouvement. Quand la vitesse n'est pas très-modérée, ces chocs détériorent les appareils, les véhicules, et peuvent même occasionner des déraillements, surtout lorsque les plaques sont mal orientées.

C'est pourquoi plusieurs ingénieurs placent très-rarement les plaques tournantes sur les voies principales. Nous verrons plus loin qu'on peut leur substituer avantageusement des charriots transbordeurs. — § V. —

Généralement les rails des plaques à deux voies perpendiculaires sont coupés à leurs intersections. Il y a donc solution de continuité pour les deux voies. Dans certains cas, cependant, par exemple lorsqu'une plaque est posée sur une voie principale, on conserve à cette voie sa continuité en relevant suivant des plans inclinés, les abouts intérieurs des rails de la voie transversale d'une hauteur suffisante pour permettre aux boudins des roues de passer par-dessus les rails de la voie princi-



Fig. 333 *bis*. Voie transversale relevée sur une plaque tournante.

pale (fig. 333 *bis*). Avec ce système, la manœuvre des véhicules sur les plans inclinés est pénible et quelquefois dangereuse ; il faut, en outre, exercer une grande surveillance sur l'orientation de la voie continue, sous peine d'accidents.

Les plaques moyennes comprennent :

Les plaques en fonte ;

Les plaques en fonte et fer ;

Les plaques en fonte et bois ;

Enfin, et à titre d'essai, les plaques en acier.

Plaque moyenne en fonte de $3^{m},50$. — Le type de la plaque en fonte de ce diamètre employée sur le réseau de l'Est, peut passer pour un de ceux qui donnent les meilleurs résultats.

L'appareil, représenté par la figure 334, pl. XXI, comprend :

Un plateau mobile composé d'une couronne et d'un moyeu dont les prolongements formant longerons s'assemblent, par joints au mastic, avec la couronne ;

Un pivot en fer fixé au plateau mobile ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un plateau fixe à six bras rayonnants, avec cercle de roulement en fonte ;

Une cuve en six segments réunis par des boulons ;

Un cercle avec huit galets reliés au moyeu par des tringles en fer ;

Un parquet en bois.

Le service de ces plaques est très-satisfaisant, et l'entretien en serait rendu plus facile si le pivot était renversé, c'est-à-dire sa lentille attachée dans le plateau mobile, au lieu d'être posée dans le croisillon inférieur.

Prix de revient, à l'usine, des plaques de $3^{m},50$ *de l'Est (sans frais généraux).*

MATIÈRES.

Fonte. — Plateau mobile	2180^{k}			
Plateau fixe	1060			
6 segments de cuve	1352			
8 galets	199			
1 cloche	16			
		4807^{k} à 25^{f} %		$1201^{f},75$
Fer. — Collerette et tringles des galets.	66^{k}			
Cercle des galets	105			
Pivot, lentille et clavette	42			
Boulons	40			
Loquet, son axe, encoche, boulons	66			
		319^{k} à 30^{f} %		$95^{f},70$
Bridge-rails, $6^{m},40$ à 33^{k} le mètre		211^{k} à 25^{f} %		$52^{f},80$
Parquet en bois de $0^{m},03$ d'épaisseur, $9^{m2},62$		à 4^{f}		$38^{f},48$

MAIN-D'ŒUVRE.

Forge, ajustage	140		
Montage	100		
			$240^{f},00$
Totaux		5337^{k}	$1628^{f},73$

Les plaques tournantes de $3^{m},40$ employées par la compa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gnie de Lyon ont un plateau mobile en fonte, avec longerons en fer et couronne en deux pièces. Placées sur les voies principales, elles reposent sur une charpente en bois ; partout ailleurs elles sont fondées sur ballast. L'ajustage du plateau mobile demande beaucoup de soin. Ce plateau est composé d'un croisillon en fonte à quatre bras, dont deux seulement sont réunis par une traverse venue de fonte ; les deux autres côtés terminant le carré sont formés par deux poutres en fer de $2^{m},45$ de longueur, qui servent en même temps de liaison au croisillon et à la couronne.

Les rails de l'une des voies sont continus, sauf l'entaille pour le passage du boudin. Le patin du rail, rivé aux cornières qui arment les longerons en fer à leur partie supérieure, apporte ainsi à la poutre son contingent de résistance. Les autres rails sont ajustés d'équerre au contact des premiers.

Ces plaques, y compris les rails en acier fondu, pèsent 6 000 kilogrammes environ, savoir :

Fonte.....	$4\,600^{k},00$
Fers et tôles.....	1 019 ,00
Acier	380 ,20
Bronze	0 ,80
	$6\,000^{k},00$

qui, à raison de $0^{f},38$ par kilogramme, mettent le prix de la plaque à $2\,280^{f},00$, rendue à l'une des gares du réseau de la compagnie.

Ces plaques tournantes font un très-bon service ; notons toutefois que les attaches des rails se détériorent rapidement et demandent un entretien suivi.

Les galets de roulement, avec leur fusée horizontale, ont $0^{m},160$ de largeur à la jante, tandis que le chemin de roulement n'a que $0^{m},140$, soit $0^{m},020$ en moins. On suivait précédemment un système inverse, en donnant plus de largeur au cercle de roulement qu'aux galets ; ceux-ci alors y creusaient un chemin qui le rendait promptement hors d'usage. En renversant la question, ce sont les galets qui s'usent le plus rapidement ; mais leur remplacement est facile et relativement peu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coûteux. La jante se fait d'ailleurs en fonte trempée ; elle durerait plus longtemps encore si l'on employait des galets en acier fondu, dont le poids pourrait être considérablement réduit.

Plaque anglaise. — Nous avons vu à l'exposition de 1867 le modèle d'une plaque tournante employée en Angleterre, qui paraît résoudre assez heureusement le problème des plateaux métalliques. La partie fixe comprend :

1° Une crapaudine en fonte qui reçoit le pivot, et huit tirants en fer aboutissant au cercle de roulement fixe inférieur ;

2° Un cuvelage en fonte exécuté en petits segments réunis dans le bas, au cercle de roulement inférieur et dans le haut au garde-grève formé d'un rail cintré.

Le plateau mobile se compose :

1° D'un cadre en fonte suspendu à son centre par quatre boulons et un chapeau qui repose sur le pivot. Ce cadre se compose de deux longuerines espacées de $1^{m},50$, réunies au milieu par une traverse percée d'un trou formant l'enveloppe du pivot, et aux extrémités par deux traverses courbes arrêtées au cercle de roulement supérieur ;

2° D'un cercle de roulement supérieur, formé de rails cintrés sur le même rayon que le cercle inférieur ; le premier est boulonné contre la face verticale extérieure des traverses courbes du cadre central.

L'une des deux voies du plateau mobile repose sur les longuerines du cadre ; la seconde s'appuie d'un côté sur ces longuerines, de l'autre sur le cercle de roulement supérieur.

L'espace compris entre les rails est occupé par un platelage en madriers de $0^{m},10$ d'épaisseur réunis à l'aide de fers plats ; ce platelage forme contreventement.

Ces divers arrangements se recommandent par les avantages suivants : roideur du bâti central, que la fonte seule peut donner ; indépendance du bâti central et de la couronne ; emploi du fer pour former la couronne ; composition des cercles de roulement à l'aide de rails faciles à remplacer.

Plaques moyennes en fonte et bois. — Dans les plaques de $4^{m},20$ de diamètre de la compagnie du Nord, on a cherché à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éviter la rupture du croisillon en associant le bois à la fonte, sous les voies. Du moyeu partent quatre bras en fonte à angle droit, qui s'assemblent à la couronne par des brides et des boulons. Ces bras portent des nervures sur lesquelles s'appuient, par une de leurs extrémités, des pièces en bois de $0^m,25$ sur $0^m,28$ d'équarrissage, et qui par l'autre reposent dans des logements venus de fonte avec la couronne. Deux poutres, formées chacune par deux de ces pièces, portent une des voies du plateau mobile ; la seconde voie repose sur deux autres poutres, chacune en quatre pièces réunies avec les premières par des sabots en fonte. Les rails Vignoles sont fixés sur ces poutres au moyen de tire-fond.

Les galets à fusée inclinée pour maintenir horizontale la surface de roulement supérieure, ont $0^m,120$ de largeur, et le cercle de roulement $0^m,100$.

Nous croyons que la disposition de ce système de plateau mobile n'est pas satisfaisante; l'introduction des poutres en bois n'empêche pas la rupture du croisillon, n'ajoute rien à la rigidité du plateau, et peut devenir une cause très-marquée de dépenses notables et de trouble dans le service des gares lors du renouvellement des bois.

Si l'emploi du bois ne présentait pas le grave inconvénient du remplacement fréquent des pièces, nécessité par la détérioration rapide que subit la matière ligneuse, la combinaison appliquée en Angleterre, d'un fort platelage recouvrant complétement un croisillon en fonte dont les bras rayonnent tous du centre vers la couronne comme dans une roue de voiture, cette combinaison, disons-nous, paraîtrait préférable à toutes les autres dispositions. Dans ce système toutes les sections du croisillon travaillent également et sans porte-à-faux ; de plus, l'interposition d'un plancher épais entre les rails et le plateau métallique rend les chocs moins sensibles et conserve les assemblages; mais la question d'entretien du bois, surtout pour les plaques posées à l'extérieur des halles, commande une grande réserve dans l'adoption de types analogues à ceux que nous décrivons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On rencontre cependant de nombreux exemples de plaques tournantes en fonte et bois.

En Allemagne, l'adoption de longs véhicules portés par trois et quatre essieux très-espacés détermina celle des plaques tournantes de grand diamètre. Les premières plaques en fer et fonte, de $5^m,60$, employées en Hanovre, coûtaient 2900 francs, sans compter les fondations. Ces plaques, devenues trop petites pour le service des voitures à cinq compartiments, furent remplacées par des plaques en fonte et bois, de $6^m,28$ de diamètre.

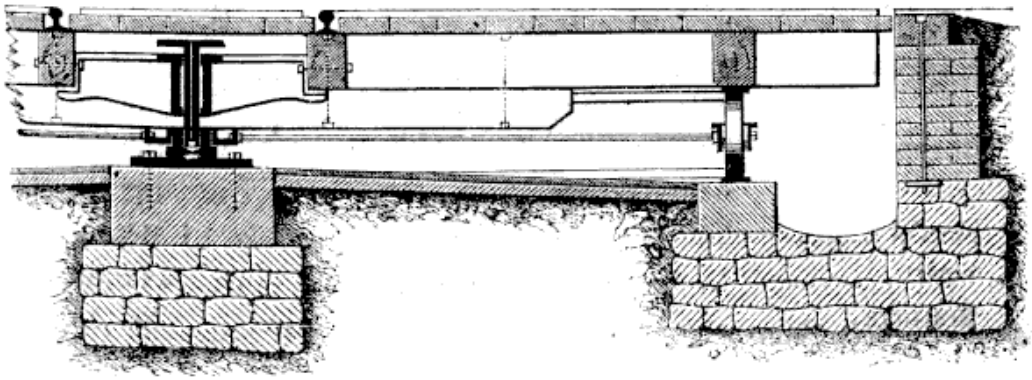


Fig. 335. Plaque tournante en fonte et bois (Hanovre). 1/50.

La figure 335 représente la coupe d'un appareil de ce genre suivant l'axe de l'une des voies.

Le plateau mobile, disent MM. Funck et Debo [1], est construit en chêne de même que le platelage ; les cercles de roulement, les galets, le croisillon, le pivot et la crapaudine sont en fonte, et le cercle des galets en fer.

Les fondations sont en moellons ; le pivot et le cercle de roulement inférieur reposent sur une assise en pierre de taille. La cuve d'enceinte est formée par un mur en briques de $0^m,45$ d'épaisseur, surmonté d'une couronne en chêne, de $\frac{0^m,292}{0^m,146}$ d'équarissage, maintenue au moyen de boulons noyés dans la maçonnerie. La partie de la fosse comprise entre l'assise du pivot et celle du cercle de roulement est garnie d'un rang de

[1] *Die Eisenbahnen im Konigreich Hannover*, von A. Funck und L. Debo.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

briques posées à plat, recouvert d'une couche d'asphalte de $0^m,012$, avec une pente de $\frac{1}{24}$ vers l'extérieur. Avec cette disposition, l'eau tombant dans la fosse se rend, par de petites rainures ménagées sous le cercle de roulement, vers la circonférence de la fosse, où elle tombe dans un caniveau circulaire débouchant par un point bas dans le canal d'asséchement de la gare.

Les frais d'établissement de ces plaques tournantes se résument ainsi :

Plaque en fonte et bois, de $6^m,28$ (*Hanovre*).

Maçonnerie. —	Matières	450f,00
	Main-d'œuvre et fouille	142 ,50
Charpente. —	Matières	495 ,00
	Main-d'œuvre	187 ,50
Fers et fonte. —	Matières et main-d'œuvre	1 312 ,50
4 rails		112 ,50
Montage		262 ,50
	Prix de revient total	2 962f,50

Les frais de maçonnerie dépendent naturellement, et en grande partie, de la solidité du terrain sur lequel la plaque est établie. Il est indispensable, en effet, que la fondation soit assise sur un sol résistant, et à défaut, sur un remblai de sable ou de gravier; sans quoi, la plaque tournante tasserait, et la manœuvre en deviendrait très-difficile, sinon impossible. Abstraction faite de cet inconvénient qui s'est présenté dans quelques gares, les plaques établies d'après ce système se sont très-bien comportées.

Le platelage demanderait seul une modification. Au lieu de recouvrir le plateau mobile par des madriers courts s'arrêtant aux rails, on devrait laisser à ces madriers toute leur longueur, et établir les rails sur le platelage. On aurait, par ce moyen, un meilleur contreventement de la plaque, une répartition plus avantageuse de la charge sur les quatre poutres porteuses; enfin, l'élévation du platelage au niveau de la couronne de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuve permettrait, sans modifier la construction, de placer les rails dans une direction oblique convenable pour certains cas — chap. IX, § II. — Les madriers du platelage ne doivent pas avoir plus de $0^m,15$ à $0^m,18$ de largeur afin d'éviter le voilement.

Plateau mobile en acier fondu. — On a posé dans la gare du Nord à Paris et sur la ligne des Ardennes quelques plaques tournantes de $4^m,50$ de diamètre dont le plateau mobile est formé d'un croisillon en une seule pièce d'acier fondu et d'une couronne réunissant les abouts des longerons par huit segments en fer plat boulonnés et rivés qui portent les encoches d'arrêt. Sur la face supérieure du croisillon, les saillies pour le roulement des bandages des véhicules sont venues à la coulée ; l'autre face porte également des appendices destinés à loger au centre le pivot, et dans les angles extérieurs du croisement des voies, les axes de quatre galets de roulement. Le croisillon inférieur, en fonte, comprend : quatre bras perpendiculaires deux à deux partant du support de pivot ; un cercle de roulement de $2^m,60$ de diamètre ; huit bras portant les tampons de calage.

Dans ce système, comme dans celui du pont tournant de 14 mètres employé sur le même réseau — 272 —, le plateau mobile et la charge portent uniquement sur le pivot. Les galets ne servent qu'à maintenir le plateau, si par un mouvement de la charge il ne se trouve plus en équilibre.

Les tampons de calage ont pour but de soutenir le plateau mobile quand il doit recevoir sa charge ou la rendre. Ces tampons sont formés de deux portions d'un même cylindre vertical, découpé suivant une surface pseudo-hélicoïdale très-irrégulière, la portion supérieure pouvant tourner autour de l'axe vertical qui maintient la partie fixe du cylindre-support sur le croisillon de la cuve.

Quand le plateau mobile est libre, c'est-à-dire quand le tampon tournant est au bas de sa course, les parties saillantes de sa surface hélicoïdale épousent exactement les dépressions de la surface hélicoïdale du cylindre-support fixe ; mais si l'on imprime au tampon tournant un mouvement de rotation, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'élève jusqu'à ce que ses parties saillantes reposent sur les parties saillantes du cylindre-support fixe.

Pour donner à la fois, aux huit tampons qui soutiennent la plaque un mouvement de rotation simultanée, on se sert d'une chaîne polygonale, formée de huit portions de chaîne galle engrenant avec des dents venues de fonte sur le cylindre tournant du tampon, et de tiges en fer, dont on peut faire varier la longueur au moyen de tendeurs réunissant ces portions de chaîne. Quand cette chaîne se meut dans un sens, elle fait monter le tampon; en marchant dans le sens contraire, elle le fait descendre. Le mouvement de translation est transmis à la chaîne par un engrenage à levier, monté sur l'axe du verrou d'arrêt.

Afin de ménager le plateau mobile et réduire l'effet des chocs dus au passage des véhicules sur la plaque au repos, M. Poulet, inventeur de ce système breveté, a interposé, entre le pivot et la platine qui le rattache au pont tournant, cinq rondelles en acier fondu ayant un bombement de $0^{m},003$ et qui font ressort. — 3e partie : LOCOMOTION : *Ressorts*.

L'application des ressorts au pivot de suspension des plaques tournantes, en général, nous paraît intéressante à étudier, et susceptible de nombreux emplois aux points où se produisent des chocs.

Une plaque de $4^{m},50$ de diamètre, avec plateau supérieur en acier moulé pèse :

Acier	$2\,300^{k},000$
Fonte	3613 ,600
Fer	570 ,000
Bronze	12 ,400
Appareils de calage	250 ,000
	$6\,746^{k},000$

Plateaux mobiles en fer et tôle. — Pour éviter les chances de rupture qui se présentent quand les plaques tournantes sont posées en voie principale et que le diamètre augmente, les compagnies du Midi et de l'Est ont construit les plateaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mobiles au moyen de fers à double T employés pour le croisillon, les longerons et la couronne.

Les plates-formes de 4m,50 de l'Est ont été construites dans toutes leurs parties avec des fers de 0m,180 de hauteur et 0m,095 de largeur d'ailes; de plus, le cercle de roulement se trouve à 0m,21 de la circonférence extérieure. A l'usage, ces plateaux fléchissent; les têtes de rivets d'attache des rails s'arrachent fréquemment.

Le poids de ces appareils est de 8 500 kilogrammes ainsi répartis :

Fonte	4 740k
Tôle	1 300
Fer à T	770
Fers méplats	680
Rails	560
Ferrures diverses, rivets, etc.	450
	8 500k

Les plateaux mobiles de 4m,20 et 5 mètres du chemin du Midi sont construits au moyen de fers à double T de 0m,20 de hauteur pour le croisillon, les longerons et la couronne, avec une largeur d'ailes de 0m,10 pour la couronne et 0m,13 pour les autres pièces (fig. 336, pl. XXII).

Le cercle de roulement est pris sur la couronne, dont l'aile inférieure a une surépaisseur de 0m,005 venue au laminage et qu'on enlève au tour.

Comme particularité, nous ajouterons qu'à la croisée des rails on a placé des croisillons trempés en paquets, ménagés en plans inclinés pour recevoir le roulement des boudins dans la solution de continuité des rails.

La rencontre des rails extrêmes est formée par une équerre, dont les branches ont 0m,400 de longueur, mesurée à l'extérieur du champignon.

Ces plateaux présentent une rigidité beaucoup plus grande que ceux de la compagnie de l'Est; néanmoins les rivets des rails sautent encore fréquemment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les plaques de 4m,20 pèsent 7 500 kilogrammes ainsi répartis (y compris les bridge-rails pleins) :

Fonte.....	4280k
Fers et tôles.....	3218
Acier.....	2
	7500k

Pour le parquet en bois, il faut 0m3,757 de bois de pin et 0m3,079 de chêne.

Le prix de ces plaques en 1862 a été de 2 341 francs, non compris les parquets, ce qui met le prix du kilogramme à 0f,445.

Quelques-uns de ces appareils, placés dans la gare d'échange des lignes française et espagnole, ont été munis d'un troisième rail pour manœuvrer les wagons à la voie espagnole, qui a, comme on le sait, 1m,670 de largeur. Cette addition a été comptée au constructeur pour la somme de 686 francs par appareil.

Les plaques tournantes des chemins de fer de l'Ouest et de Lyon pèsent :

	OUEST, 4m,50,		LYON, 4m,40.
	voie principale.	voie coupée.	
Fonte.....	8500k	8500k	7410k
Fer.....	1378	1218	2138
Acier.....	2	122	527
	9880k	9840k	10075k

Les plaques tournantes aux diamètres de 5 mètres, 5m,25, 5m,60 et 6 mètres, s'exécutent dans les mêmes conditions que celles dont nous venons de parler.

Nous en indiquerons seulement le poids.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES LIGNES.		LYON.	MIDI.		EST.	OUEST.
DIAMÈTRES.		5 mètres.	5 mètres.	5m,60	6 mètres	5m,25
		k.			k.	
Fonte..	Plateau mobile.....	3560	12	14	5133	
	Parquet.....	»	»	»	2331	k.
	Croisillon inférieur..	3114	2870	2960	1882	11880
	Cuve, etc.....	2161	2230	2379	1627	
	Galets et cloche.....	451	410	413	400	
Acier, fers et tôles.	Rails.....	acier 616	765	814	480	acier 123
	Parquet	623	»	»	»	
	Longerons et cornières.	1229	2050	2376	»	
	Ferrures diverses.....	809	1026	1134	462	1562
		12563	9363	10090	12315	13565

Augmentation du diamètre des plaques tournantes. — Il arrive quelquefois qu'après avoir posé une plaque d'un certain diamètre suffisant dans le principe, on ait, plus tard, à manœuvrer des véhicules dont les essieux présentent un plus grand écartement que celui pour lequel la plaque avait été construite. On peut, dans ce cas, économiser la dépense d'une nouvelle plaque, en modifiant l'ancienne, comme l'indique la figure 337, de manière à l'approprier aux besoins du service. Il suffit pour cela de remplacer les rails de la petite plaque par des rails plus longs, dont les extrémités sont réunies de part et d'autre au moyen d'une entretoise en fer supportant deux petits galets, et de poser sous ces galets un cercle de roulement fixé sur un cadre polygonal en bois ou une assise circulaire en pierre de taille.

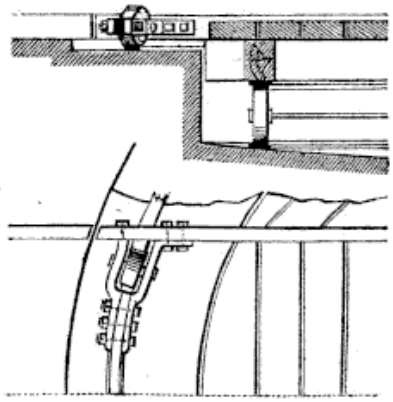


Fig. 337. Augmentation du diamètre d'une plaque tournante. 1/50.

Ce système a cependant l'inconvénient d'augmenter la résistance à la manœuvre ; il ne saurait donc être admis que sous certaines conditions. Par exemple : lorsque la première plaque a été fondée dans une fosse en maçonnerie, qu'il faudrait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reconstruire complétement; si l'augmentation du diamètre est assez peu considérable pour que le poids des véhicules repose toujours, en majeure partie, sur les grands galets; lorsque les manœuvres de véhicules à grand écartement d'essieux sont peu nombreuses; enfin dans le cas où l'on veut encore utiliser pendant quelque temps d'anciennes plaques qui ne sont pas assez fatiguées pour être mises immédiatement au rebut.

Si plusieurs de ces conditions ne se présentent pas, mieux vaut, en général, poser une nouvelle plaque du diamètre normal.

272. Grandes plaques et ponts tournants. — Les locomotives ordinaires et isolées peuvent être manœuvrées sur des plaques tournantes des systèmes que nous venons d'examiner; mais quand elles ont un grand empatement, ou bien lorsqu'elles doivent être tournées dans un bref délai, sans les séparer du tender, on emploie des ponts tournants d'un grand diamètre; ceux qui ont été construits en dernier lieu portent $10^{m},60$ — 12 mètres et 14 mètres.

Après avoir employé, à l'origine des chemins de fer, divers systèmes de plaques à deux voies, de manœuvre difficile, de construction et d'entretien coûteux, on construisit des ponts tournants formés simplement de deux poutres parallèles supportant les rails et un tablier d'une largeur suffisante pour les besoins du service. Ces appareils étaient placés dans une fosse ouverte; il en résulta plusieurs accidents, dont on prévint le retour en recouvrant cette fosse d'un plancher mobile en bois. On chercha alors à utiliser une partie des éléments nécessaires à l'établissement de ce plancher, pour supporter une seconde voie et augmenter ainsi la rapidité de la manœuvre. Mais ces grandes plaques à deux voies ne sont pas adoptées par tous les chemins, à cause de leur complication et de leur prix élevé. Aujourd'hui les ponts tournants n'ont, en général, qu'une voie, parfaitement suffisante pour les besoins du service.

Ces ponts peuvent être établis suivant trois systèmes : tantôt le pont, avec son plancher circulaire, porte sur des galets rangés suivant une ou deux circonférences, et dans ce cas le pivot ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supporte rien; il maintient simplement l'appareil dans son mouvement rotatif. Tantôt le pont, sans plancher circulaire, repose sur son pivot, et les galets placés à l'extrémité ne servent qu'à limiter l'amplitude des oscillations de l'appareil en charge. Tantôt enfin, l'appareil porte à la fois sur le pivot et sur les galets.

La plaque tournante de 12 mètres du Midi est établie dans un système mixte. Elle consiste en deux poutres à double T, en tôle, espacées de $1^m,51$ d'axe en axe, reposant, par l'intermédiaire de supports en fonte, sur un pivot et quatre galets également en fonte de $0^m,98$ de diamètre. Les poutres portent le tablier en bois, formé d'un système de charpente dont les abouts extérieurs sont réunis par une cornière circulaire, l'une des branches de cette cornière formant le rebord extérieur du plancher en madriers de $0^m,04$ d'épaisseur. Ce tablier est, en outre, soutenu par deux galets en fonte de $0^m,70$ de diamètre, placés aux extrémités du diamètre de la plaque perpendiculaire à l'axe du pont. Le pivot est en fonte avec grain en acier.

Un système de manivelles et d'engrenages coniques imprime un mouvement de rotation à l'un des galets dont l'adhérence sur le chemin de roulement suffit pour produire la marche de l'appareil.

En général, ces systèmes de transmission de mouvement par engrenages sont coûteux; ils ralentissent la manœuvre des grandes plaques, et nécessitent quelquefois l'emploi d'une petite machine à vapeur de la force d'un cheval environ, quand le service de l'appareil est très-actif.

C'est pourquoi le système de concentration du poids sur le pivot, et la manœuvre du pont par un levier, nous paraît préférable.

Les grandes plaques tournantes établies en premier lieu sur les chemins du Hanovre consistaient en un pont en bois dont les poutres principales étaient réunies et soutenues par des armatures en fonte faisant porter la charge sur le pivot et les deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

galets placés à chaque extrémité. A la suite d'un accident éprouvé par un voyageur tombé dans la fosse ouverte de l'une de ces plaques, on adjoignit au pont tournant une plate-forme s'appuyant d'une part sur le pivot, et de l'autre sur un galet.

Ces plaques ainsi construites présentaient trop de flexibilité, et, chargées, elles nécessitaient quelquefois l'emploi de huit hommes pour tourner une machine. Aussi a-t-on renoncé à ce système de construction pour adopter celui des poutres rigides en fer.

Voici le prix de revient des anciennes plaques en fer et bois :

Plaque en fer et bois, de 10^{m},50 (*Hanovre.*)

Maçonnerie. —	Matières.....	1 837^{f},50
	Main-d'œuvre.....	468 ,75
Charpente. —	Matières.....	1 800 ,00
	Main-d'œuvre	337 ,50
Fers et fonte.....		3 600 ,00
Montage.....		468 ,75
	Prix de revient total..	8 512^{f},50

Ponts tournants en fer. — Simplicité de construction et facilité de manœuvre, tels sont les avantages offerts par l'application de ce système, qui semblerait devoir se substituer au précédent dans les nouvelles constructions, s'il n'occupait pas un espace plus grand que celui dont l'autre système a besoin.

Ces ponts tournants ont 14 mètres de longueur et une seule voie, pour tourner les locomotives avec leur tender. Pendant la manœuvre, toute la charge est supportée par un pivot central, de sorte qu'avec deux hommes et même un seul, une machine des plus lourdes peut être tournée facilement en une minute.

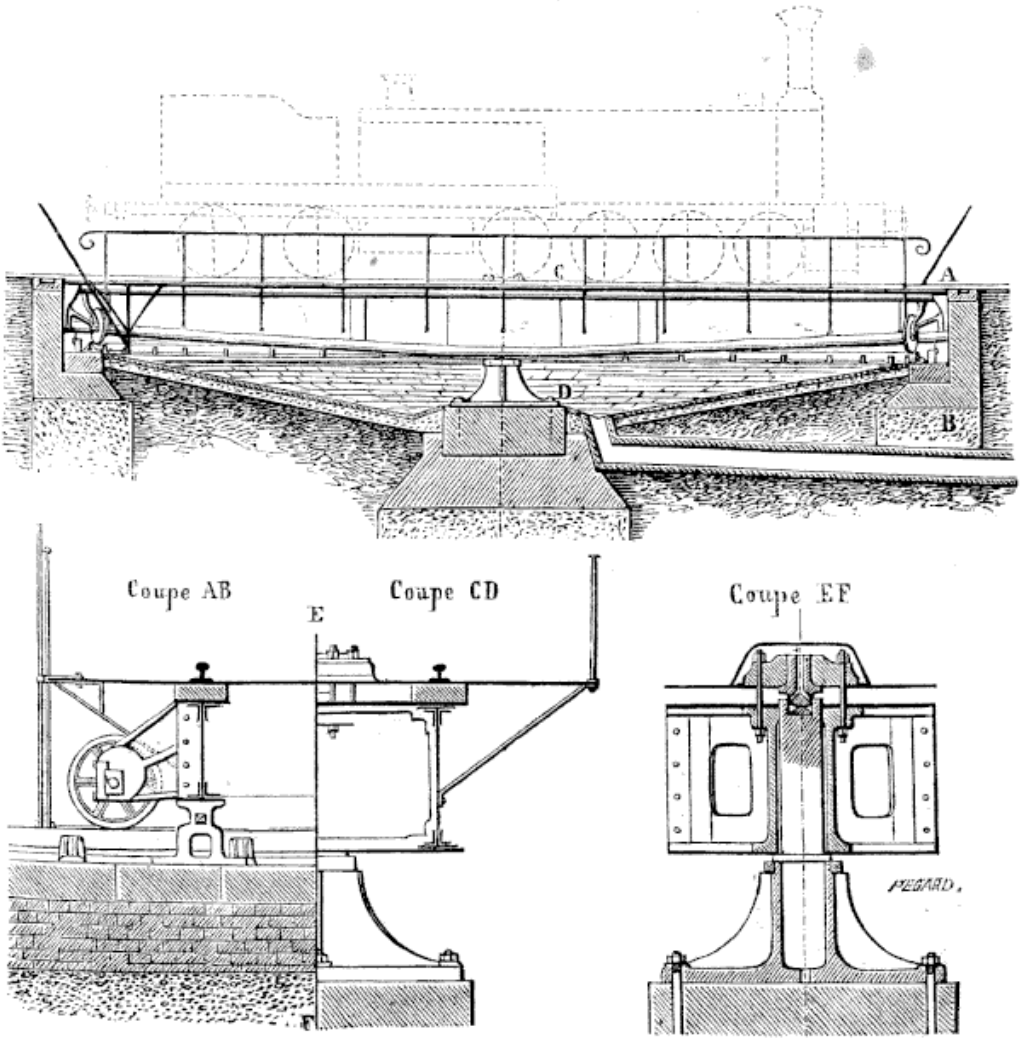
Au chemin du Nord, ces ponts tournants (fig. 338) se composent :

1° De deux poutres en tôle, à double T, de 0^{m},90 de hauteur à la partie centrale et de 0^{m},62 aux extrémités ; ces longerons, espacés entre eux de 1^{m},506 d'axe en axe, sont entretoisés au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

centre par un croisillon en fonte, par deux fers à T intermédiaires, et aux extrémités par deux segments en fonte avec plateau et nervure ;

2° D'un arbre vertical en fer forgé, de 0m,230 de diamètre pénétrant par son extrémité inférieure dans la douille d'une plaque en fonte frettée, à base circulaire, de 1m,700 de dia-



Élévation du pont et coupe des fondations. 6/1000. Coupes en travers. 15/1000.

Fig. 338. Pont tournant de 14 mètres (Nord).

mètre, qui est fixée sur la pierre centrale des fondations, par six boulons de scellement. Cet arbre est évidé à sa partie supérieure en forme de crapaudine et garni d'un grain en acier fondu, qui reçoit la pièce dont il est question ci-après ;

3° D'un pivot en fer forgé de 0m,140 de diamètre, coiffé d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chapeau circulaire en fonte relié au croisillon central, au moyen de huit boulons de $0^m,055$ de diamètre, dont les têtes sont logées sous le plateau du croisillon et les écrous sur le chapeau du pivot;

4° De quatre galets en fonte de $0^m,600$ de diamètre, attachés aux poutres par quatre supports en fonte, avec coussinets en bronze. Le chemin de roulement de ces galets, fixé aux fondations au moyen de quarante-deux coussinets ordinaires, est formé de neuf rails de $4^m,500$ et d'un rail de $1^m,200$;

5° D'un système de calage à chaque extrémité de la plaque, comprenant quatre verrous, quatre guides de verrous, quatre supports scellés à la maçonnerie, quatre bielles articulées avec les verrous et les leviers, enfin deux arbres donnant le mouvement aux bielles par l'intermédiaire de deux grands leviers de manœuvre;

6° D'un tablier en tôle striée, de $3^m,500$ de largeur, reposant sur les longerons par l'intermédiaire de deux poutres en bois de chêne de $0^m,300$ sur $0^m,120$ d'équarrissage et supportant directement la voie formée en rails Vignoles de 37 kilogrammes le mètre. La main courante est supportée par vingt-deux colonnes, qui sont reliées aux poutres par des arcs-boutants en fer. Deux marchepieds, placés aux extrémités du tablier, permettent de descendre de chaque côté du pont dans la fosse;

7° Enfin, de deux leviers d'arrêt servant à faire tourner la plaque; ces leviers sont supportés par deux sabots fixés sur le tablier et boulonnés aux entretoises extrêmes; au repos, ils pénètrent par une saillie dans les boîtes d'arrêt encastrées dans des châssis en chêne, qui supportent les extrémités des rails de la voie fixe.

Les fondations, d'épaisseur variable avec la nature du sous-sol, sont formées : d'une pierre de taille centrale de $1^m,900$ de côté sur $0^m,700$ de hauteur, reposant sur une maçonnerie de moellons ou de briques; d'un mur d'enceinte de même nature et d'une plate-forme en béton, recouverte d'un glacis en ciment romain.

Le service de la plaque et son bon fonctionnement dépendent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la stabilité du pivot. La fondation de cette pièce est la partie de la construction qui réclame le plus de soins. Aussi ne doit-on pas reculer devant une élévation de dépense en choisissant les matériaux les plus résistants et même, si l'on a le moindre doute sur la solidité du terrain, en faisant un pilotage suffisant pour supporter le pivot et sa charge.

La manœuvre s'opère de la manière suivante :

La locomotive arrive, au pas, sur le pont calé dans son état normal ; deux hommes règlent l'arrêt de la machine — avec un peu d'habitude, ils obtiennent très-facilement l'équilibre — ; cela fait, ils décalent le pont, puis, avec les leviers d'arrêt, ils le font tourner ; arrivés devant les boîtes d'arrêt, ils abaissent les leviers, recalent la plaque, et la machine part.

Dans ce système, on supprime le plancher circulaire destiné à recouvrir la fosse. On se contente simplement, quand le pont est placé dans un endroit fréquenté, d'entourer la fosse d'une balustrade assez éloignée du bord pour ne pas gêner la manœuvre. Cette disposition présente l'inconvénient d'exiger beaucoup de place. Aussi faut-il reléguer ces plaques sur un point de la gare peu fréquenté, du public principalement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau des poids et des prix de revient du pont tournant de 14 mètres du Nord.

NOMBRE DE PIÈCES.	DÉSIGNATION.	CUBES ou POIDS		PRIX		
		PARTIELS.	TOTAUX.	DE L'UNITÉ.	PARTIELS	TOTAUX.
	TOLERIE.	k.	k.	fr.	fr.	fr.
2	Poutres principales, tôles et cornières...	3611	7222			
2	Entretoises, tôles et cornières.....	124	248			
2	Tôles horizontales centrales.....	481,5	963			
2	Tôles recouvrant les entretoises extrêmes.	94	188			
22	Tôles striées du plancher.....	110,5	2432			
22	Arcs-boutants portant le tablier.....	7,2	158			
2	Lisses de garde-corps.....	92	184			
22	Colonnes de rampes	6,3	140			
2	Fers à **T**, portant le plancher.....	123,5	247			
	TOTAL DE LA TÔLERIE...		11782			
	PIÈCES DE FORGE.					
1	Pivot en fer.....	563	563			
1	Tête de pivot, son couvercle et 2 grains d'acier.....	53	53			
2	Leviers de manœuvre.....	28,5	57			
2	Axes de ces leviers.....	2,5	5			
2	Boîtes d'arrêts.....	8	16			
4	Verrous.....	19	76			
2	Leviers de calage.....	33	66			
2	Supports de ces leviers.....	35,5	71			
2	Guides de ces leviers	9	18			
2	Arbres de calage avec leurs bielles et leurs manivelles.....	85,5	171			
2	Marchepieds.....	27	54			
	TOTAL DES PIÈCES DE FORGE...		1150			
	FONTE.					
1	Plaque de fondation et sa frette.....	2250	2250			
1	Croisillon central.....	2265	2265			
2	Entretoises des extrémités.....	635,5	1273			
4	Supports des galets (fonte et bronze)....	312,5	1250			
4	Galets en fonte et leurs axes.....	129,7	519			
4	Guides de verrous..	62,2	249			
4	Supports de verrous.....	72	288			
1	Chapeau de pivot...	302	302			
2	Supports des leviers de manœuvre.....	72	144			
4	Supports des arbres de calage.....	25	100			
	TOTAL DE LA FONTE...		8640			
	BOULONS ET VIS.					
8	Boulons pour suspension du pivot.....	11,125	89			
6	Boulons de fondation.....		28			
	Boulons divers pour les longerons, le croisillon, les entretoises extrêmes, les galets et la manœuvre.....		402			
	TOTAL DES BOULONS...		519			
	TOTAL DES FERS ET FONTES...		22091	56,40		12460,00
	A reporter...					12460,00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMBRE DE PIÈCES.	DÉSIGNATION.	CUBES ou POIDS — PARTIELS.	CUBES ou POIDS — TOTAUX.	PRIX — DE L'UNITÉ.	PRIX — PARTIELS	PRIX — TOTAUX.
	Report...					fr. 12 460,00
	GARNITURE DU PONT.	k.	k.	fr.	fr.	
2	Rails Vignoles de 6 mètres.....	1037	1037	42	228,15	
4	Rails Vignoles de 4m,95.....					
4	Eclisses.....	4,75	38	24	9,15	
16	Boulons d'éclisses.....	0,42	6,72	41,20	2,75	
80	Tire-fond.....	0,48	38,40	41,20	15,80	255,00
6	Longuerines en chêne sous les rails.....	0m3.173	1m3,038	105	109	109,00
	CHEMIN DE ROULEMENT.					
9	Rails à double champignon de 4m,50....	1251	1251	20	250,20	
1	Rail à double champignon de 1m,20....					
42	Coussinets.....	8,1	340	15	51	
84	Chevillettes.....	0,3	2,5	25	6,25	
42	Coins.....	»	»	0,10	4,20	311,65
	CHASSIS SCELLÉS AUX EXTRÉMITÉS DES VOIES.					
4	Boulons de scellement.....	2	8	50	4	
4	Boulons d'assemblage des traverses cintrées.....	1	4	50	2	
12	Boulons d'assemblage des châssis.....	0,600	7,20	50	3,60	6,60
4	Traverses... 2 500 × 250 × 150	0m3,093				
4	Traverses... 2 500 × 300 × 150 Chêne.	0,112	1m3,084	105	114	114,00
4	Longuerines 2 200 × 300 × 100	0,066				
	MAÇONNERIE ET POSE.					
	Maçonnerie de briques, mortier de chaux grasse et ciment de briques.....		18m3,76	30,38	566,95	
	Maçonnerie de moellons bruts, mortier de chaux grasse et sable.....		58m3,88	13,56	798,40	
	Maçonnerie de moellons ébauchés, mortier de chaux grasse et ciment de briques..		13,10	14,92	195,50	
	Maçonnerie de pierre de taille dure.....		4,08	66,90	271,60	
	Bardage, pose et fichage de pierre de taille				89,30	
	Parements vus de maçonnerie de briques.				108,80	
	Parements vus de moellons ébauchés....				54,40	
	Parements vus de pierre de taille dure..				216,50	
	Pierre de taille.....				1 162,40	
	TOTAL...					16 726,10
	TERRASSEMENTS.					
	Journées diverses aux menus terrassements et épuisements, entailles dans la pierre bleue, pose du cercle de roulement, déchargement de wagon et approche des pierres bleues, des pièces de fonte et de fer, et toutes dépenses en journées.....					1377.20
	Fourniture de ciment de Vassy.....					97.50
	Chapeau en tôle du pivôt.....					36,05
	Vieux plomb pour scellement.....					100,00
	PRIX TOTAL...					18 336,85

Ponts tournants en Prusse. — Voici, d'après M. Plessner,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les détails d'établissement d'un pont tournant de $10^m,64$, sur les chemins prussiens :

Fouilles et terrassements	267^{m3} à	$0^f,42$ =	113^f
Maçonnerie de fondations, en moellons	56 —	13,55 =	759
— de parement vu, en briques	30 —	18,65 =	560
Rejointoiement au ciment de Portland	83^{m2} —	1,06 =	90
Pavage	88 —	2,08 =	183
Traverses en chêne	28^m —	1,60 =	45
Pose des traverses en chêne	28 —	0,40 =	11
Charpente de la plaque en cœur de chêne	89^{m2} —	9,60 =	854
Somme à valoir (5 %)			125
			$2\,740^f$
L'appareil en métal étant estimé à			6 375
Le pont tournant complétement installé coûte			$9\,115^f$

Il faudrait encore ajouter à cette somme les frais d'établissement d'un canal, pour l'écoulement des eaux de la fosse, soit 12 francs par mètre courant.

Une plaque de $11^m,60$ avec addition de ferrements sous le plancher pour soutenir la locomotive dans le cas où elle tombe à côté des voies, coûterait $9\,375^f,00 + 3\,375^f,00 = 12\,750^f,00$.

Pont tournant de Lyon. — Le chemin de Paris-Lyon-Méditerranée construit de la manière suivante ses plaques tournantes de $12^m,00$:

Plateau mobile à une voie, formé de deux poutres en tôle réunies à l'aide d'entretoises en fer et portées par un pivot fixe en fer et huit galets, dont trois à chaque extrémité de la voie, et un à chaque extrémité du diamètre perpendiculaire.

Aux extrémités de ce diamètre sont placés deux treuils mus l'un à bras d'hommes, l'autre par une locomobile dont les pistons battent deux cents coups doubles à la minute. — Le plateau est recouvert de madriers en chêne.

Le plateau mobile repose sur un centre en fonte, et sur un cercle de roulement en fonte recouvert d'un rail plat en acier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fondu ; une couronne à denture verticale formée de segments en fonte est reliée au cercle de roulement.

Cette grande plaque pèse 37 439 kilogrammes, savoir :

Partie fixe. —	Cercle de roulement (fer et acier).	7814k	
	Couronne dentée (fonte).	1307	
	Plaque centrale (fonte).	796	
	Boulons (fer).	330	10247k
Plateau mobile. —	Tôle.	14946	
	Fer.	3310	
	Bronze.	192	
	Acier.	974	
	Fonte.	7800	27222k
Bois.		5m3,800	

Les dimensions exceptionnelles données à toutes les parties de ces plaques tournantes permettent d'espérer que ces appareils fonctionneront sans interruption, principale condition de leur office dans les remises de locomotives en service. — 2e Partie, LOCOMOTION : *Ateliers et dépôts.* —

Comparaison des poids des grandes plaques de divers systèmes.

DÉSIGNATION DES LIGNES.	MIDI.	ORLÉANS.	NORD.	MADRID-SARAGOSSE	MÉDITERRANNÉE.
DIAMÈTRES,	12 mètres.	12 mètres.	14 mètres.	12m,20	12 mètres.
	k.	k.	k.	k.	k.
Fonte. Cercle de roulement.	5876	»	340	340	1587
Fonte. Galets et support de pivot, etc.	2137	6115	8620	7921	7800
Fonte. Engrenages, glissières.	1553	749	»		796
Tôles et cornières	7865	7395	11782	8952	14946
Ferrures	687	2051	1775	1841	5560
Rails. Cercle de roulement.	»	2660	1251	1251	7814
Rails. Voie.	985	995	1037	895	974
Bronze	82	132	20	18	192
Poids total	17165	20097	24823	21218	37439
Poids par mètre courant de pont.	1430	1674	1775	1739	3129

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

273. Conditions de fabrication. — La manœuvre des voitures et wagons doit pouvoir s'effectuer dans le plus court délai, et avec la plus faible dépense de main-d'œuvre possible, tout en ménageant les appareils affectés à cet usage. De là, nécessité de construire ces derniers suivant les types les plus solides et les mieux disposés pour satisfaire à ces conditions. Aussi la fabrication des plaques doit-elle être considérée comme étant exclusivement du genre de la construction des machines; elle exige donc la précision et l'exactitude, dans l'ajustage et le montage, appliquées aux travaux mécaniques.

En conséquence, les pièces de fonte seront parfaitement moulées et ébarbées avec soin au burin et à la lime; les surfaces d'assemblage rabotées, les trous de boulons alésés; les cercles de roulement tournés sur toute la surface de roulement, le chapeau, le pivot et la crapaudine tournés sur toutes leurs faces; le pivot terminé par une mise d'acier; le collier, les tringles tournés et alésés sur toutes les surfaces de frottement et de roulement; les galets coulés en coquille, meulés extérieurement et alésés; les segments de cuve montés et ajustés de manière à former un cylindre parfait ne laissant qu'un jeu régulier de $0^m,01$ autour du plateau mobile.

La rencontre des pièces doit se faire sur la plus grande surface de contact possible; il est donc nécessaire de dresser ces surfaces à la lime, au burin ou à la machine à raboter.

Les trous des fers et tôles doivent se correspondre exactement; leurs diamètres ont 1/2 millimètre environ de plus que ceux des rivets correspondants.

La rivure, précédée du serrage des pièces, se fait à la bouterolle et au marteau à devant. La tête des rivets doit porter en entier, même quand les surfaces en contact avec les têtes ne sont pas parallèles; dans ce dernier cas, le rivet entier est chauffé et bouterollé des deux côtés; les têtes sont bien nourries, sans criques ni fentes. La rivure doit être conduite de manière à conserver aux pièces leur plan de montage.

Les boulons sont fabriqués avec un pas régulier, et pris dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une série uniforme pour tous les appareils d'un même chemin de fer.

Enfin toutes les pièces doivent être ajustées d'après des gabarits bien établis, afin de présenter exactement la forme des dessins arrêtés et de pouvoir se substituer facilement les unes aux autres ; l'emploi de ces gabarits est indispensable.

Toutes les plaques sont montées à l'usine de fabrication, et les pièces soigneusement repérées ; à cet effet les pièces en contact portent, chacune auprès du joint, une lettre servant de repère et le numéro de la plaque.

Le platelage en bois consistera en panneaux formés de madriers de $0^m,14$ de largeur au plus, laissant entre eux des intervalles de $0^m,01$ et reliés par des traverses rainées à queue d'hironde.

Quand les mouvements dè gare sont effectués à l'aide d'animaux, on a soin de garnir le platelage de petits tasseaux en bois qui servent de points d'appui aux sabots des bêtes de trait.

Qualités des matières. — Les fontes et les fers en général seront de première qualité et répondront aux conditions que nous avons indiquées précédemment — ch. V, § IV, t. I—.

Les fers à T simples et doubles seront en fer doux, malléable à froid, non cassant, de section régulière, sans criques ou autres défauts.

L'acier employé pour la crapaudine ou le pivot est de la première qualité ; le bronze, au titre de : cuivre, 82; étain, 18.

La pose des rails placés sur les plaques tournantes est difficile et coûteuse par les façons que l'on donne à ces rails ; on fait donc bien de choisir pour ces pièces la matière présentant le plus de chances de durée. Les bridge-rails en acier fondu employés par la compagnie de Lyon satisfont le mieux à ces diverses conditions ; viennent ensuite les bridge-rails pleins en fer dur bien soudé.

Le bois du platelage sera de bonne qualité, bien sain, sans nœuds vicieux — ch. V, § II, ch. VI; § I —.

Epreuves et réception. — Indépendamment des épreuves à faire subir aux matières premières — chap. V —, il faut sou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mettre quelques pièces assemblées à des essais comparatifs, afin de s'assurer de la bonne exécution et du degré de résistance des assemblages.

Les plaques étant montées, on vérifie avec la plus grande attention la position des rails qui, dans tous les arrêts du plateau mobile marqués par le verrou, doivent correspondre exactement aux voies fixes ; cette condition est de rigueur. Le plateau mobile, dans toutes ses positions, doit reposer sans ballottement sur tous les galets, les surfaces de roulement des rails du plateau mobile et celles des rails fixés à la cuve ayant toujours leurs plans tangents communs. Les plaques sont ensuite essayées sous la charge appropriée à leur destination. En tout cas cette charge ne doit pas être inférieure à celle représentée par le produit du nombre d'essieux qu'elle peut porter à la fois multiplié par la charge maxima de chaque essieu. On s'assure, à chaque épreuve, que les galets tournent tous en même temps.

Toutes les épreuves et vérifications étant faites, la plaque tournante est reçue provisoirement. Les parties brutes des fers et fontes sont enduites de deux couches d'une peinture au minium, au peroxyde de fer ou au vernis noir ; celles tournées ou dressées reçoivent une couche épaisse d'un mélange chaud de graisse et de céruse. Après la peinture, les repères sont reproduits sur les pièces au moyen de poncifs et en couleur indélébile.

Garantie. — Le constructeur est responsable de la bonne exécution des appareils ; le délai de garantie est de six mois à un an. Ce délai expiré, les plaques sont vérifiées de nouveau dans toutes leurs parties, et les pièces défectueuses ou avariées remplacées par le fournisseur.

Règlement. — On paye les plaques et ponts tournants par appareil complet ou au poids. Dans les deux cas on s'assure que toutes les pièces portent bien les dimensions stipulées aux dessins approuvés. Quand la fourniture est payée au kilogramme, un poids normal est fixé pour chaque pièce, et toutes les pièces semblables sont réglées d'après ce poids normal,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec une tolérance de 3 pour 100 en plus ou en moins pour la fonte, et de 1 à 2 pour 100 pour les fers et tôles.

274. Fondations et pose. — Les plaques tournantes petites et moyennes s'établissent généralement sur une couche de ballast d'environ $0^m,60$ d'épaisseur ; quelquefois on interpose un châssis en charpente entre le ballast et le croisillon inférieur des appareils placés sur les voies parcourues par les trains ou les locomotives.

Pour ces plaques il faut, autant que possible, éviter les fondations en maçonnerie. De construction coûteuse, elles ont, en outre, l'inconvénient de ne pouvoir être déplacées quand les besoins du service l'exigent. Pour les plaques posées sur un terrain solide, les fondations en maçonnerie peuvent bien conserver leur plan ; mais sur un sol peu résistant, remué, un remblai par exemple, les dépenses pour obtenir une fondation stable prennent quelquefois des proportions énormes ; et si, malgré toutes les précautions, la maçonnerie vient à tasser, on ne peut relever la plaque qu'en reprenant les fondations, résultat fâcheux par le trouble qu'il apporte dans le service de l'exploitation et par l'augmentation du coût d'établissement. Lorsque la plaque est simplement posée sur le ballast, il suffit d'un nouveau bourrage pour la rétablir dans la position normale qu'elle a perdue.

Quand une plaque tournante est située sur deux voies dont l'une est plus fatiguée que l'autre, en posant le croisillon inférieur, pièce construite assez souvent en deux secteurs, il faut prendre la précaution de placer le joint perpendiculairement à la voie principale ; sinon le joint situé sur l'axe de cette voie subit un tassement plus fort que le reste du croisillon, et celui-ci est soumis à des pressions inégales qui peuvent amener des difficultés d'entretien.

On a soin, en outre, de bourrer très-également le ballast sous le croisillon et, comme nous l'avons dit précédemment, de ne jamais placer de cales pour relever les plaques.

Les grands ponts tournants se fondent dans des fosses en maçonnerie. Ces constructions et principalement les fondations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doivent être très-soignées, car les tassements occasionnent dans les conditions de roulement de l'appareil des modifications qui peuvent mener jusqu'à l'impossibilité de mouvement ou la rupture des pièces.

Les frais de pose des plaques tournantes peuvent s'établir comme suit, quand le travail est fait *en régie :*

Pose d'une plaque de 3m,50.

Fouille pour fondations,	6 journées de terrassier à 2f...	12f,00
Pilonnage du ballast,	4 — ...	8 ,00
Pose de la plaque,	6 journées de poseur à 2f,50...	15 ,00
Coupe de rails, etc.,	1 journée de forgeron et aide..	6 ,00
		41f,00
A compter en plus : l'enlèvement des déblais, le transport du ballast et de la plaque suivant la distance, en moyenne 7 journées de terrassier à 2f.....		14f,00
		55f,00

Pose d'une plaque de 6 *mètres.*

Assemblage du châssis de pivot,	1 journée de charpentier à 2f,50.....	2f,50
Fouille pour fondations,	20 journées de terrassier à 2f..	40 ,00
Pilonage du ballast,	12 — ..	24 ,00
Montage de la plaque,	20 journées de poseur à 2f,50 ..	50 ,00
Coupe de rails,	1 journée de forgeron et aide..	6 ,00
		122f,50
A compter en plus, pour enlèvement des déblais et approche du ballast et de la plaque à pied d'œuvre, en moyenne 20 journées d'ouvrier à 2f		40 ,00
		162f,50

Nous ajouterons, comme renseignements, la série de prix

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suivante applicable à la pose *par entreprise* des plaques tournantes de divers diamètres.

Série de prix.

Pose d'une plaque tournante de 3m,50, non compris déblais et remblais] de fondation qui restent à la charge de la compagnie.....	30f,00
Pose d'une plaque tournante de 4m,20, non compris déblais et remblais de fondation qui restent à la charge de la compagnie.....	35 ,00
Pose d'une plaque tournante de 6 mètres, non compris déblais et remblais de fondation qui restent à la charge de la compagnie, ainsi que l'assemblage des châssis en bois.	65 ,00
Dépose de voie ordinaire et coltinage des matériaux en dehors des voies, le mètre courant.....	0 ,15

Prix de journées en régie.

La journée de maître charpentier	4f,50
— de charpentier et chef poseur.....	3 ,50
— de poseur.....	3 ,00
— de manœuvre.....	1 ,75

L'application de cette série de prix sur la section de Wissembourg a donné les prix de revient suivants, non compris les frais de transport des appareils à pied d'œuvre :

	PLAQUES TOURNANTES,		
	En fonte.	En fonte, fer et tôle.	En fonte.
Diamètre.....	6m,00	4m,50	3m,40
Poids.....	12 000k	8 500k	4 800k
Prix d'achat.....	6 000f	5 100f	2 500f
Pose et accessoires...	120	102	102
Prix de revient total..	6 120	5 202	2 602

275. ENTRETIEN DES PLAQUES TOURNANTES. — Les plaques doivent, avant tout, être maintenues dans une position telle que le plan tangent aux rails du plateau se confonde avec le plan tangent aux rails des voies y aboutissant ; c'est par un bourrage soigné qu'on obtient ce résultat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les instructions suivantes de la compagnie de l'Est donnent les indications nécessaires au service de l'entretien journalier :

Les plaques tournantes établies dans les gares et stations seront balayées par des hommes désignés par les chefs de gare ou de station, et sous la surveillance et la responsabilité de ces chefs.

Le dessus de la plate-forme, ainsi que son pourtour, jusqu'à 2 mètres de la cuve, devront être balayés tous les jours, de manière à empêcher les pierres, le sable, la paille, etc., de s'introduire dans l'intérieur.

Dans les temps de neige, ce balayage aura lieu plusieurs fois par jour.

Il est interdit aux agents de modifier le réglage du pivot.

La manœuvre des plaques tournantes devra être faite avec toutes les précautions possibles. Les hommes d'équipe des gares et stations devront s'exercer à la faire avec rapidité et avec soin, de manière à ne pas ralentir les manœuvres, et, en même temps, à ne pas dégrader les plaques par des chocs brusques.

Lorsqu'on tourne une machine ou un wagon, le crapaud doit être tenu constamment levé ; il ne sera abaissé que pour arrêter le mouvement de rotation.

Dans le cas où une plaque fonctionnerait mal, comme aussi dans le cas où il serait reconnu quelques défauts ou quelques détériorations dans les diverses pièces d'une plaque tournante, il devra en être donné immédiatement et directement avis, par les chefs de gare ou de station, à l'inspecteur principal et au chef de section du service de la voie, afin que ce dernier puisse faire exécuter sans retard les réparations nécessaires.

Le nettoyage à l'intérieur des cuves, le graissage et la réparation des plaques tournantes sont faits par les agents du service de la voie, sous la surveillance et la responsabilité des chefs de section.

Les boulons reliant le pivot au plateau mobile doivent être parfaitement réglés, de manière que ce plateau repose à la fois sur le pivot et sur les galets de roulement. Il est donc interdit,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit de mettre le plateau mobile en bascule sur son pivot, soit de laisser au contraire reposer toute la charge sur les galets.

L'intérieur des cuves est visité et nettoyé au moins deux fois par mois ; les galets et le cercle sur lequel ils roulent sont essuyés avec le plus grand soin, de manière qu'il n'y reste ni sable, ni poussière, et que le roulement des galets puisse se faire le plus facilement possible. Les axes des galets et le pivot central de la plaque sont ensuite arrosés d'un peu d'huile.

Il est bon, de temps en temps, de soulever la plate-forme de la plaque pour nettoyer l'intérieur de la boîte du pivot central, l'essuyer avec soin et l'arroser d'huile.

Tous les boulons des plaques sont passés en revue et leurs écrous serrés, si cela est nécessaire. Ce travail se fera avec beaucoup de soin, en soulevant les plateaux de recouvrement, et en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas nuire à la circulation des trains et aux manœuvres dans les gares.

Les plaques tournantes sont visitées de temps en temps par les chefs de section et les piqueurs du service de la voie. Ces agents indiqueront dans leurs rapports si le balayage est régulièrement fait, et signaleront les avaries qui pourraient résulter du manque de précautions dans les manœuvres.

Les grandes plaques pour locomotives dans les dépôts sont nettoyées, graissées, entretenues par les hommes des dépôts, sous la surveillance des chefs de dépôt.

On recommandera surtout aux agents du service des travaux de prendre toutes les mesures propres à empêcher les hommes chargés de la manutention des wagons, de modifier le degré de tension des boulons reliant le plateau mobile au pivot. Une tension exagérée amène presque toujours quelque rupture ; la suspension incomplète rend la manœuvre lente et pénible.

Malgré la recommandation faite expressément aux manœuvres d'éviter les chocs trop brusques, le crapaud ou verrou frappe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours violemment l'encoche qui lui sert d'arrêt ; aussi est-elle souvent brisée et mise hors d'usage. Dans ce cas, lorsque cette encoche fait corps avec la cuve, on doit remplacer le segment qui la porte ; pour éviter la dépense du remplacement et la perte de temps nécessaire à cette opération, il est prudent de rapporter sur les segments des encoches séparées, qu'on peut facilement enlever et remplacer à peu de frais, sans interrompre le service de la plaque.

Ces encoches rapportées doivent avoir les dimensions strictement nécessaires pour résister à des chocs modérés. Si on les faisait plus résistantes, les hommes d'équipe ne donneraient aucun soin à la manœuvre des plaques. Ces appareils, et surtout les wagons qu'ils portent, peuvent être gravement avariés par des chocs violents. Si donc on fait les encoches avec les dimensions rigoureusement nécessaires, ces pièces casseront lorsque le choc dépassera la limite normale, ce qui permettra de punir l'équipe quand la rupture se produira. On préserve ainsi des avaries les pièces principales de l'appareil.

Sur chaque réseau, on dresse pour les plaques tournantes, comme pour les changements et croisements de voie, une nomenclature — 260 — de toutes les pièces qui composent chacun des types adoptés se rapportant aux plans de pose, avec marques distinctives, poids et dimensions — ANNEXE B, t. II —.

Les frais de réparation des plaques tournantes varient nécessairement avec le système de construction et la fréquence de la circulation. Certaines plaques en dehors du passage des trains et rarement manœuvrées ne demandent, pour ainsi dire, aucun entretien autre que celui du nettoyage et du graissage. Par contre, d'autres appareils très-exposés aux fatigues exigent de fréquentes réparations. A une plaque par kilomètre, la dépense d'entretien annuel peut être portée de ce chef à 30 francs par kilomètre de longueur de ligne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ V.

CHARIOTS.

276. CLASSIFICATION. — La dénomination de *chariots-transbordeurs*, planchers roulants ou *schiebebuhne* s'applique aux appareils qui servent à faire passer un véhicule d'une voie sur une autre voie parallèle, sans changer l'orientation de ce véhicule.

En principe, un chariot n'est autre chose qu'une portion de voie, de 3 à 12 mètres de longueur, montée sur un châssis muni de roues, et qui se transporte parallèlement à elle-même et aux voies fixes qu'elle dessert, le chemin de roulement que suivent les roues de son train étant perpendiculaire à la direction de ces voies.

Cette voie mobile peut à volonté se placer dans la direction et sur le prolongement de l'une quelconque des voies fixes, y prendre en charge un véhicule à transporter, et le conduire dans le prolongement d'une autre voie destinée à recevoir ce même véhicule.

Nous classerons ces appareils en deux catégories :

1° Les chariots à fosse, mettant en communication des voies coupées par une fosse plus ou moins profonde ;

2° Les chariots à niveau passant au-dessus de plusieurs voies et les desservant sans les interrompre.

La catégorie des chariots à fosse ne convient que pour les voies de manœuvre de véhicules, interdites à la circulation des trains.

L'autre, au contraire, est applicable sur toutes les voies indistinctement et devrait, pour la manœuvre des voitures vides, se substituer aux plaques tournantes posées sur les voies principales dans toutes les stations de passage et même dans les gares de tête.

Dans chacune de ces catégories, nous distinguerons les *petits*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chariots qui servent à la manutention des voitures et wagons de dimension ordinaire, des *grands chariots* employés à la manœuvre des voitures et wagons à huit roues et des locomotives accouplées aux tenders.

277. Chariots a fosse. — Dans cette catégorie la voie mobile se trouve exactement au niveau des rails fixes et le train qui la supporte roule sur des rails disposés au fond d'une fosse dont la profondeur dépend du diamètre des roues du chariot. Il suit de là que chaque voie fixe desservie est brusquement interrompue au droit de la fosse dont la largeur dépend de la longueur adoptée pour la voie mobile — cette longueur varie suivant la destination de l'appareil —; mais quelque réduite que soit la largeur de la fosse, elle n'en constitue pas moins une solution de continuité dans les voies et dans le sol et amène une certaine gêne dans le service en général.

Il va de soi que la présence d'une telle fosse n'est pas tolérable sur les points de station fréquentés par les trains.

Le chariot à fosse n'est donc applicable qu'en dehors des voies de circulation ; c'est principalement dans les remises et ateliers qu'il trouve son emploi, ou sur un terminus de voies de service.

Petits chariots à fosse. — La figure 339, pl. XXIII, représente dans son ensemble et ses principaux détails le chariot à fosse de l'Est. Les rails de la voie mobile reposent sur trois points de leur longueur, dans des échancrures venues à la coulée dans trois poutres en fonte. Ces poutres sont suspendues par leurs extrémités à l'aide de boulons aux fusées de deux essieux à trois roues chacun. — Les six roues circulent sur trois rails placés dans le fond de la fosse comme ceux d'une voie courante. Grâce à cette disposition de la suspension des poutres porteuses, la profondeur de la fosse n'est pas considérable. La manœuvre s'opère à l'aide d'une roue à double rochet mue par un levier en fer.

Le chariot à remise du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée a ses rails soutenus dans toute leur longueur par des fers à double T appuyés sur deux poutres jumelles en fer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seulement, ce qui réduit le nombre des roues à quatre; les essieux portent deux fusées par roue. Par cette combinaison, les frottements sont sensiblement moindres que dans l'exemple de la planche XXIII.

Voici les poids comparatifs de ces deux chariots :

	Est.	Lyon.
Fonte.....	1 212k	464k
Fers et tôles.....	709	3 231
Bronze.....	12	14
	1 933k	3 709k

Chariots du Bourbonnais. — Ces chariots se recommandent par la simplicité de leur construction et le peu de profondeur de la fosse. Les rails mobiles sont en effet portés par trois traverses formées de rails à patin renversés dont la semelle reçoit les paliers des deux essieux munis de trois galets ayant $0^m,500$ au cercle de roulement. Ces galets portent sur des petits rails dont le niveau supérieur se trouve à $0^m,175$ seulement du niveau supérieur des rails fixes.

Le contreventement s'opère par des tôles rivées d'une part aux traverses et de l'autre aux rails de la voie mobile.

Les chariots employés à la manœuvre des wagons à houille ont $3^m,500$; ceux qui servent aux voitures, $4^m,20$ de longueur.

Grands chariots à fosse. — Ces grands chariots servent à manœuvrer les wagons du système américain — wagons à deux trains de quatre roues chacun — et les locomotives en service.

Comme pour les petits chariots, la question de la profondeur de la fosse est intéressante, car la présence d'une fosse dans les remises ou dans les ateliers est une cause de gêne et même de danger. Plus la fosse est profonde, plus graves sont les vices de cette disposition. Nous verrons plus loin le moyen de tourner cette difficulté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les grands chariots, la charge est parfois considérable; aussi leur manœuvre exige un effort mécanique assez élevé; c'est tantôt à bras d'homme, tantôt par machine à vapeur que le mouvement se transmet à l'appareil.

Le choix du mode de transmission de l'action mécanique n'est pas indifférent. Après avoir employé tantôt une roue à dents circulant sur une chaîne galle fixée au fond de la fosse, comme aux remises de l'Ouest-Batignolles, tantôt une roue engrenant avec une crémaillère, comme au chemin de fer du Nord, on adopte aujourd'hui la transmission par simple adhérence des galets montés sur l'essieu moteur.

La figure 340 représente en coupe transversale à la voie mobile et la figure 341 en coupe longitudinale le type de chariot à fosse pour machines adopté par le chemin de fer de l'Est. La profondeur de la fosse mesurée du dessous des rails de la remise au-dessus des rails placés au fond de la fosse est réduite à $0^m,475$.

Ce chariot se compose de quatre paires de poutres jumelles portées chacune par deux roues reliées l'une à l'autre à l'aide d'un essieu à quatre fusées.

Latéralement à la voie mobile se trouve une petite machine motrice à vapeur qui met le tablier en mouvement à l'aide de deux engrenages coniques calés sur l'un des essieux qui, par l'adhérence de ses galets sur les rails de la fosse, devient moteur.

On voit sur la figure 341 l'extrémité de la chaudière de la locomobile, le volant et l'axe vertical transmettant par engrenages d'angle le mouvement de progression à l'essieu des galets moteurs. Vers la travée de gauche, on voit le treuil à bras employé quand la locomobile ne peut pas fonctionner.

La vitesse normale de mouvement du chariot est de $0^m,30$ par seconde.

Les essieux sont composés de trois parties accouplées par des manchons en fonte clavetés. Celle du milieu a $4^m,340$ de longueur, les deux autres $3^m,390$ chacune, soit pour longueur totale de chaque essieu $11^m,120$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

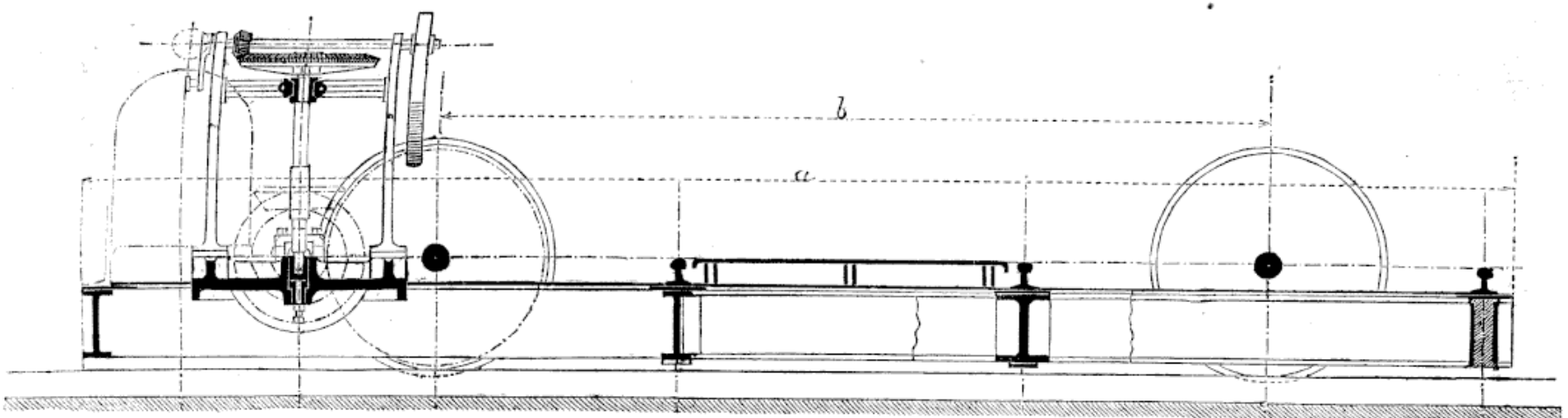


Fig. 340. Transbordeur de locomotives (Est). Coupe perpendiculaire à la voie mobile.

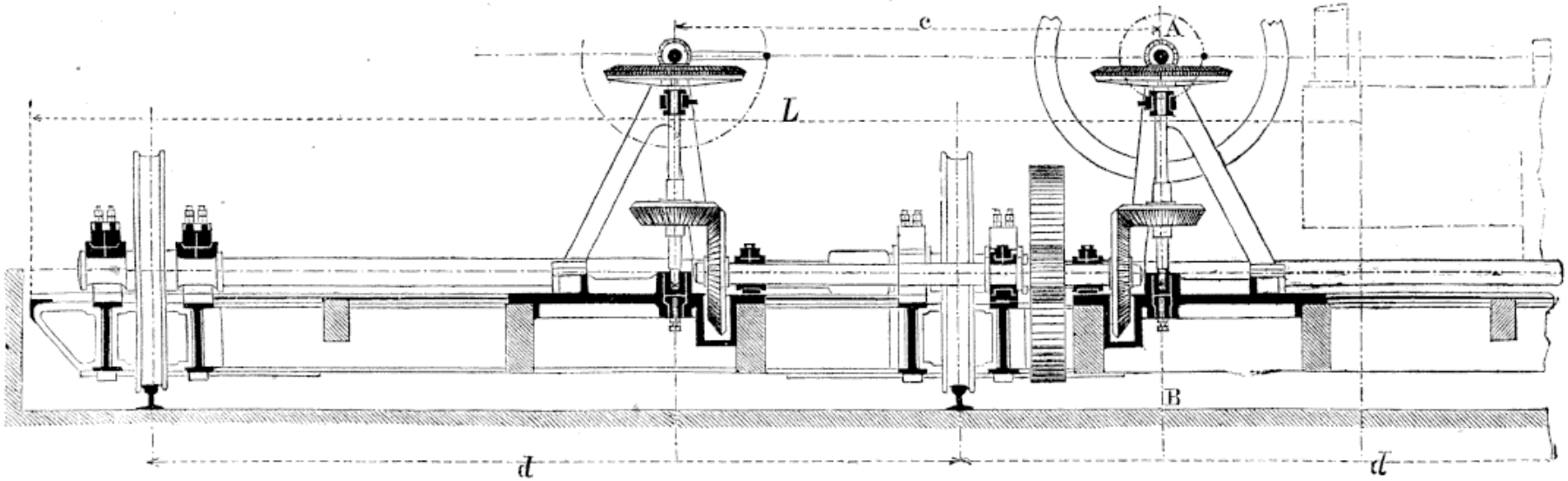


Fig. 341. Transbordeur de locomotives (Est). Coupe parallèle à l'axe de la voie mobile. Echelle 1/40.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les dimensions principales et le poids des différentes pièces de ce chariot :

Largeur totale = a	6^m,138
Distance des axes des galets = b	3 ,600
Diamètre des galets à la jante	0 ,900
— à la gorge de roulement	0 ,975
Diamètre des essieux aux fusées et sur le corps	0 ,100
— aux portées de calage	0 ,130
Distance des galets = d	3 ,500
Distance d'axe en axe des treuils = c	2 ,110
Longueur totale du tablier = L × 2	11 ,600
Rayon de la manivelle motrice	0^m,180
Diamètre du pignon d'angle moteur	0 ,152
Diamètre de la roue d'angle motrice	0 ,627
Poids. — Fer	16 256^k
Fonte	3 618
Bronze	220
Bois	1 388
Poids total	21 482^k

Non compris le poids de la locomobile et des deux treuils.

278. Chariots a niveau. — *Chariot Dunn.* — L'un des premiers chariots à niveau employés en Angleterre pour la manœuvre des voitures est le chariot *Dunn*, composé d'une caisse rectangulaire en tôle, à un seul fond ; aux longs côtés de cette caisse sont suspendues deux cornières dont les branches en porte-à-faux se retournent d'équerre à l'écartement et dans le prolongement des rails des voies fixes, pour recevoir les roues des véhicules à transborder.

Cette caisse est soutenue au-dessus des rails des voies fixes par quatre essieux portant douze galets de 0^m,300 de diamètre, recouverts par le fond de la caisse. Ces galets sans rebords roulent sur des chemins à ornière en fonte, garnis de saillies latérales maintenant le chariot dans sa voie.

Pour conserver aux voies fixes leur continuité, il faut, au passage des rails, interrompre les voies transversales. Afin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'éviter les chocs que ces solutions de continuité font éprouver au chariot et les difficultés du passage en ces points, on a dû augmenter les points de suspension du chariot, de façon que lorsqu'un de ses essieux passe sur la solution de continuité du chemin, les trois autres essieux portent en plein sur leur voie.

Les branches en porte-à-faux qui soutiennent le véhicule à transborder sont nécessairement à un niveau supérieur à celui des rails des voies fixes. La différence de niveau de ces voies et de celle du chariot est rachetée par des branches effilées formant plans inclinés et suspendues aux extrémités du chariot à l'aide de charnières verticales hélicoïdales.

Quand un véhicule doit passer des voies fixes sur le chariot, ou *vice versa*, on développe les plans inclinés dans la direction des rails dont ils forment le prolongement. En se développant, ces plans inclinés s'abaissent ; puis, lorsque le chariot est en mouvement, on ramène les plans inclinés qui, en se rabattant contre les petits côtés, se relèvent.

Le chariot *Dunn* exige une grande précision dans sa construction et son établissement. Par suite des dispositions adoptées, les frottements sont considérables. Aussi l'appareil n'est-il employé que pour la manœuvre des véhicules légers et vides.

Le chariot de l'*Etat bavarois* est porté par trois poutres jumelles en fonte suspendues chacune à six petits galets de $0^m,19$ de diamètre, disposition prise en vue de la manœuvre du wagon à freins dont les tringles se rapprochent beaucoup des rails. Cet arrangement n'a pas trouvé d'imitateurs.

Chariot badois. — Il diffère du système précédent par une plus grande simplicité de construction et de plus grandes dimensions. Au lieu de quatre essieux et douze galets que porte le chariot Dunn, il n'a que deux essieux et quatre galets de $0^m,45$ de diamètre.

La différence de niveau entre la voie mobile et les voies fixes est rachetée à l'aide de patins effilés suspendus aux extrémités du chariot par un axe horizontal qui porte, en arrière et en prolongement des patins, des contre-poids destinés à relever les pointes de ces patins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chariot de Bade a 4^{m},80 de longueur; il pèse 2 088 kilogrammes, savoir :

Fonte	260^{k}
Tôles et fers	1 450
Essieux	370
Bronze	8

à quoi il faut ajouter pour les patins à contre-poids :

Fonte	222^{k}
Fer	165

Le chemin de l'Est a construit plusieurs chariots de ce genre, représentés par la figure 342. Il a 5^{m},20 de portée entre les talons des patins mobiles. Il pèse 3 050 kilogrammes.

Afin de diminuer les frottements des essieux, nous avons

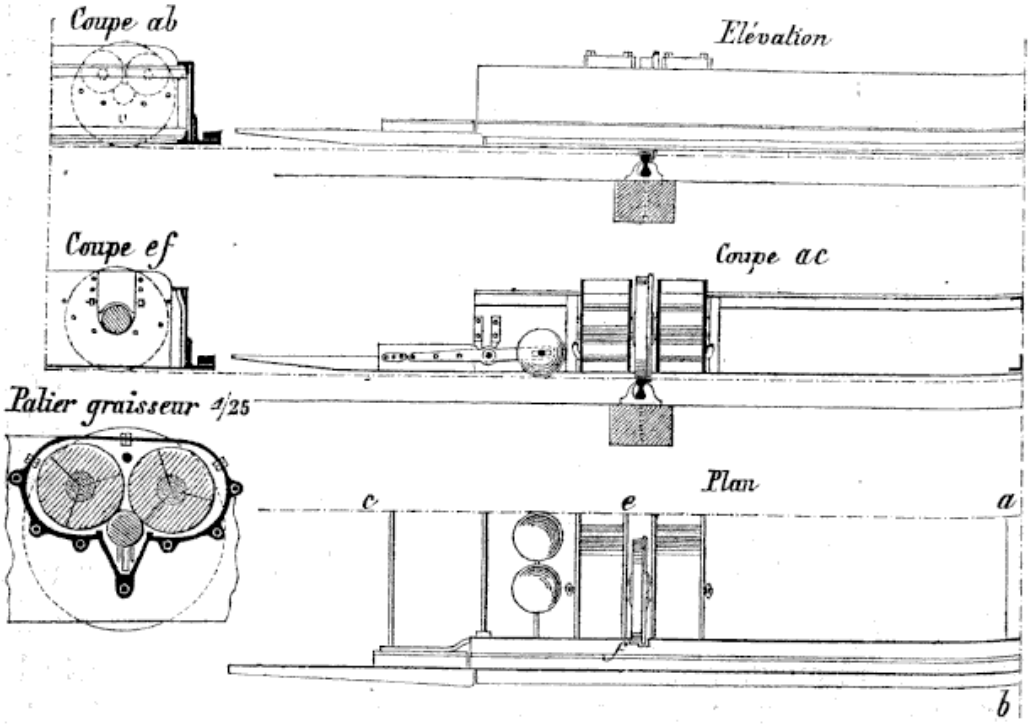


Fig. 342. Chariot transbordeur à niveau (Est). 1/50.

appliqué au chariot de la gare de Strasbourg des rouleaux de friction indiqués dans les coupes de la figure 342.

Chariot autrichien. — Tous ces chariots ont de grands inconvénients : lacunes importantes dans leurs voies de manœuvre; effort mécanique assez développé par suite du faible

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diamètre des galets ; impossibilité d'emploi pour le transbordement de véhicules dont les pièces se rapprochent trop du niveau des rails de la voie.

Les dispositions adoptées sur les chemins autrichiens de l'Etat, d'après les projets établis par M. Sambuc, de 1858 à 1862, permettent d'éviter une grande partie de ces inconvénients. Dans ce système, la partie du chariot placée sous le véhicule a une très-faible hauteur et la voie mobile n'est plus en porte-à-faux.

Le chariot se compose de deux ou trois maîtresses poutres transversales en fer qui descendent en dessous du niveau des rails des voies fixes sur la largeur du chariot et se relèvent de chaque côté pour prendre leur point de suspension aux essieux de quatre ou six galets placés à l'extérieur du chariot. Ces maîtresses poutres sont réunies entre elles par des poutres longitudinales en fer dont les retours d'équerre posant sur les poutres porteuses forment la voie mobile. Des patins à bascule servent de transition entre la voie fixe et la voie mobile.

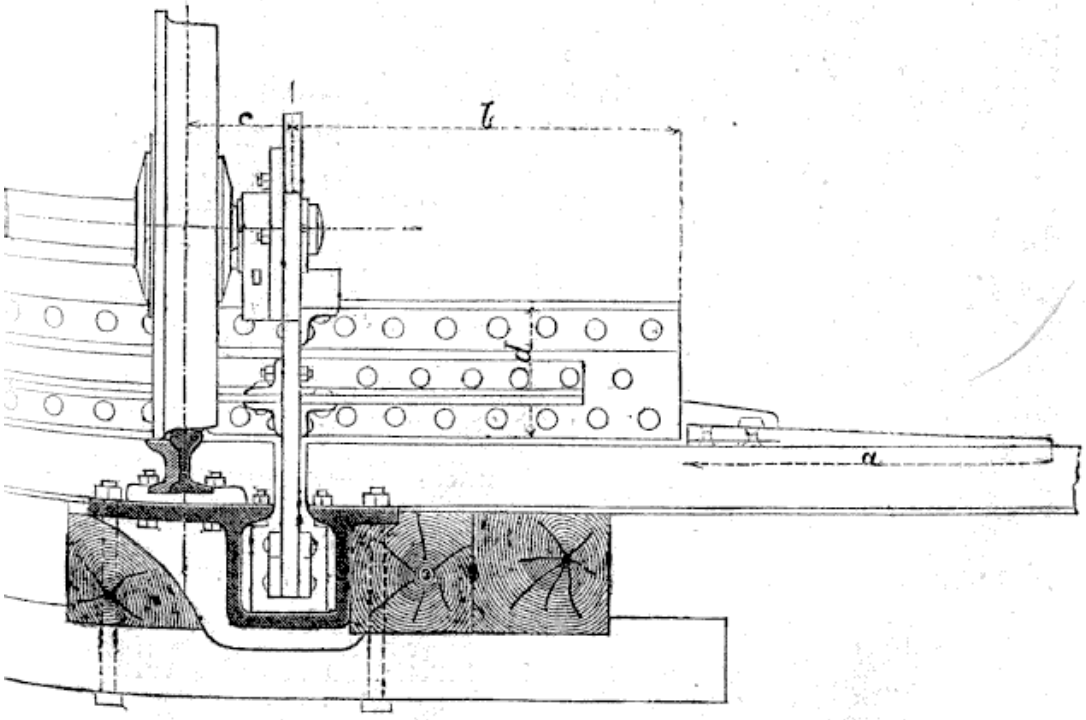


Fig. 343. Chariot à niveau. Échelle. 1/20.

La figure 343 représente en élévation parallèle à l'axe des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voies fixes, l'extrémité de ce chariot. Chaque maîtresse poutre a son chemin ménagé sous les voies à l'aide d'une auge en fonte indiquée en coupe par la figure 343.

Les dimensions principales de ce chariot sont les suivantes :

Distance d'axe en axe des essieux des galets.....	3^{m},780
Diamètre des essieux.....	0 ,095
— des fusées	0 ,06
Longueur des fusées.....	0 ,136
Hauteur des maîtresses poutres	0 ,303
— des poutres longitudinales $=d$.....	0 ,260
Distance de l'axe des poutres au cercle de roulement $=c$	0 ,202
Porte-à-faux des poutres longitudinales $=b$	0 ,720
Longueur des patins $=a$	0 ,700

Ce chariot, construit pour fourgons à marchandises chargés, pèse 3000 kilogrammes.

Chariot de l'Ouest. — Le chemin de fer de l'Ouest a suivi une disposition analogue dans la construction du chariot à niveau représenté par la figure 344, pl. XXIV. Ici les maîtresses poutres sont en fonte, leurs faces verticales rabotées. Les galets descendent au niveau de la voie transversale et les rails des voies fixes sont, par conséquent, interrompus sur une plus grande longueur que dans l'arrangement précédent ; mais d'un autre côté le diamètre de ces galets peut être augmenté sans pour cela donner une grande hauteur au chariot, tout en ménageant l'espace nécessaire aux pièces de freins et aux marchepieds des véhicules.

Les leviers doubles appliqués à chaque extrémité de la maîtresse poutre du milieu servent à faciliter les manœuvres à vide.

Les prolongements en porte-à-faux des rails de la voie mobile sont en acier.

En étudiant un projet de chariot d'après ces errements, il faut ne pas perdre de vue que les parties basses des véhicules peuvent descendre en dessous de leur position normale par l'effet du chargement sur les ressorts ou par suite d'usure de leurs bandages.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chariot de l'Ouest pèse 2 825 kilogrammes, savoir :

Fonte	1 565k
Fer	1 190
Acier	55
Bronze	15

Grands chariots à niveau. — Si les petits chariots à niveau sont par eux-mêmes d'un emploi difficile, à plus forte raison les grands chariots de la même catégorie destinés à la manœuvre des locomotives ou des voitures américaines. Il est tel cas cependant — chap. IX — où l'application d'un appareil de ce système présenterait de notables avantages. Il n'est donc pas superflu d'examiner l'étude que M. Sambuc a faite de l'application de son idée au transbordement des locomotives. Les maîtresses poutres de ce projet résultent de l'accouplement de deux fers

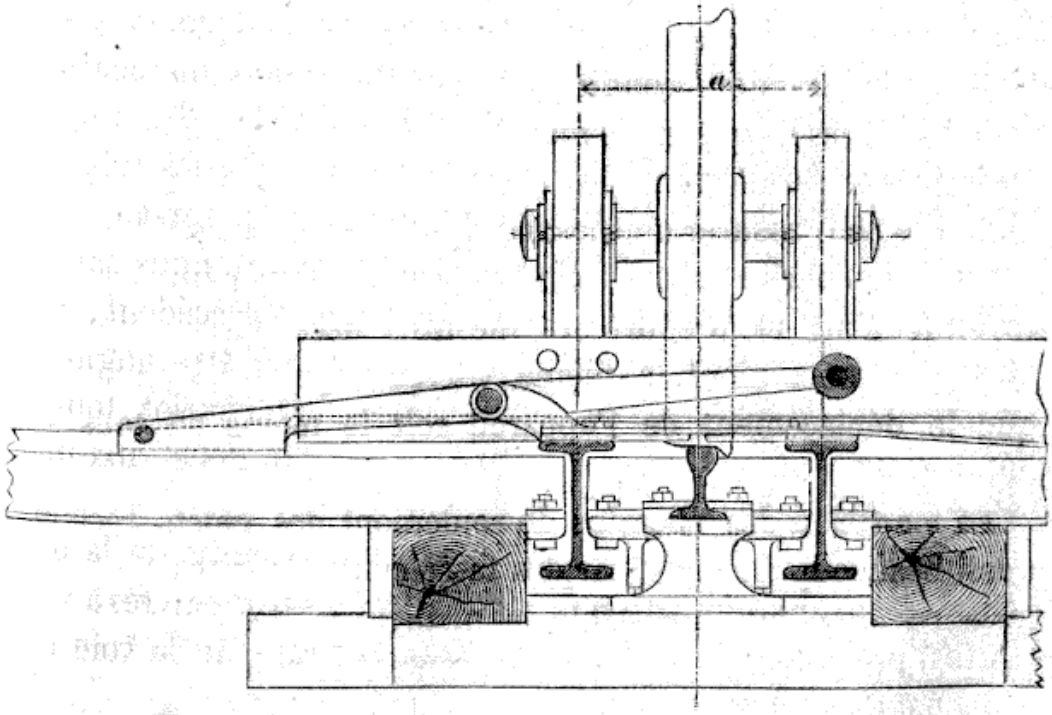


Fig. 345. Coupe d'un support de chariot à locomotives. Echelle 1/20.

à T qui embrassent les galets (fig. 345). Les essieux de ces galets roulent dans des coussinets ménagés au centre de pièces en fonte boulonnées aux maîtresses poutres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La voie mobile, formée de longerons en fer cornière, repose sur les quatre maîtresses poutres. Des huits galets porteurs, deux reçoivent le mouvement de rotation à l'aide de roues dentées engrenant avec des pignons mus par manivelles. On ne peut pas se dissimuler qu'un chariot construit sur ces données réclame des efforts considérables pour la translation. Cependant, et bien que l'expérience n'en ait pas démontré l'efficacité, ces dispositions mériteraient une attention sérieuse, s'il s'agissait par exemple d'établir un dégagement de machines dans un *terminus* où la place manque pour l'établissement de grandes plaques tournantes ou de changements de voie.

L'application de la locomotion à vapeur aux chariots existe dans la station de Wurzbourg, où un transbordeur est employé à la manutention de wagons. — 3^{me} partie, EXPLOITATION. *Transport des marchandises*—.

279. Construction et installation des chariots. — Comme pour les plaques tournantes, la facilité de manœuvre des chariots est la première condition à remplir. Il faut dans ce but calculer toutes les pièces de manière à éviter les flexions qui détruiraient le parallélisme des axes, rechercher les moyens les plus sûrs pour assurer une grande rigidité dans les assemblages, garantir le chariot contre toutes déformations par un fort contreventement, et prendre les mesures nécessaires pour que toutes les roues aient la même vitesse angulaire, de manière que le déplacement de l'appareil soit le même en tous ses points.

La fondation des chemins de roulement des galets réclame aussi beaucoup de soins, car des tassements dans les voies inférieures rendent impossible la manœuvre des chariots. On peut en établir les rails sur traverses, sur longuerines ou sur pierre de taille, selon que le sol présente des difficultés d'asséchement.

En général, pour les fosses on préfère fixer les rails sur maçonnerie et garnir l'intervalle de pavés. Il ne faut pas oublier les rigoles en pente convenable pour conduire les eaux vers les aqueducs d'écoulement de la gare.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les murs d'enceinte des fosses se construisent en bonne maçonnerie couronnée par une bordure en pierre de taille de fortes dimensions, et à défaut, en longuerines de bois dur.

— Relativement à la construction et à l'entretien des chariots, nous nous en référons à ce qui a été dit sur ce sujet aux numéros 273, 274 et 275.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VIII.

ACCESSOIRES DE LA VOIE.

---

§ I.

SIGNAUX FIXES.

280. Classification. — Le but des signaux est de renseigner, le plus rapidement et le plus sûrement possible, les agents des trains sur l'état du chemin, et les agents du service de la voie sur le mouvement des trains.

Les divers moyens employés pour atteindre ce but sont :

1° Le télégraphe optique, sémaphore à bras ou voyants mobiles, avec lanternes à feux variables ;

2° Le signal avancé à disque fixe ou mobile, avec lanterne à feux variables ;

3° Les drapeaux, disques et lanternes à feux variables, manœuvrés à la main ou attachés aux trains ;

4° Les signaux acoustiques donnés par les pétards, la trompe, le cornet, le sifflet à main, la cloche et le sifflet des locomotives ;

5° Le télégraphe électrique avec ses diverses applications à l'échange de la correspondance entre les stations, à l'annonce et au règlement du passage des trains, etc.

En parlant des travaux et de la surveillance de la voie — chap. XI — et du mouvement des trains — LOCOMOTION, — EXPLOITATION, — nous examinerons les signaux compris dans les trois dernières catégories. Il n'est question ici que des dispositions adoptées pour construire, installer et entretenir les signaux appartenant aux deux premières, aux *signaux fixes*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

281. CONDITIONS GÉNÉRALES. — La manifestation d'un phénomène de nature, de forme et de couleur anormales quelconques, mais conventionnelles, est un *signal*. Par extension, la dénomination de *signal* s'applique à l'objet même qui sert à produire ce phénomène.

Pour répondre à sa destination, c'est-à-dire pour être *aperçu* ou *entendu* et *compris* par les personnes auxquelles il s'adresse, tout signal doit nécessairement affecter certaine forme, prendre certaine couleur, occuper certaine position qui permettent à l'observateur de le distinguer des choses de même nature au milieu desquelles il pourrait se confondre.

La nécessité de ne laisser rien d'incertain dans l'esprit des agents obligés de saisir sans hésitation la signification d'un signal, conduit à réduire au plus petit nombre possible les différents signaux employés en exploitation.

Pendant le jour, on tire parti de la forme, de la position et de la couleur de certains objets déterminés pour la correspondance aérienne.

Dans l'obscurité, en temps de brouillard, pendant la nuit, on a recours, pour cette correspondance aérienne, à l'emploi de lumières blanches ou colorées.

Les règles généralement adoptées par les chemins de fer relativement aux couleurs des signaux sont les suivantes :

La couleur blanche ou un feu blanc indique la voie libre.

La couleur verte prescrit le ralentissement.

La couleur rouge commande l'arrêt.

D'autres couleurs, telles que le jaune, le violet, sont employées sur certains points spéciaux, tels que bifurcations, voies de garage, branchements, etc., etc.

Quelles que soient les couleurs adoptées, il ne faut pas perdre de vue qu'un objet éclairé ou un feu émet des rayons lumineux dont l'intensité varie en raison inverse du carré des distances qui séparent l'objet ou la lumière du point où on l'observe ; autrement dit : un corps lumineux successivement placé à des distances de l'observateur qui sont entre elles comme 1 : 2 : 3, etc..., paraîtra dans la seconde position quatre fois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins éclairé, dans la troisième position neuf fois moins éclairé; sera par conséquent dans la seconde, quatre fois moins apparent, dans la troisième, neuf fois moins apparent que dans la première position.

Pendant le jour, un objet de couleur claire de la grandeur d'un homme est visible à l'œil nu, dans de bonnes conditions atmosphériques et sur un fond de couleur sombre, à une distance de 7 000 mètres.

Il faut tenir compte, dans l'étude des signaux, de l'influence des *illusions d'optique* résultant de la forme et du voisinage des objets.

Influence de la forme. — A surface égale, un objet allongé horizontalement est visible à une plus grande distance qu'un objet allongé verticalement, celui-ci plus qu'un objet carré, ce dernier enfin plus qu'un objet rond.

Influence des contrastes. — Tout le monde sait que la lumière blanche est composée — indépendamment des rayons obscurs — de rayons lumineux de diverses couleurs constituant le spectre solaire, et dont les principales se rangent dans l'ordre suivant: rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet. Parmi toutes ces couleurs, il en est trois, le rouge, le jaune et le bleu, qui paraissent être les couleurs fondamentales, car avec ces trois couleurs combinées en diverses proportions, on peut reproduire toutes les autres couleurs du spectre et même la lumière blanche.

Les couleurs qui reproduisent la lumière blanche sont dites *couleurs complémentaires*, comme le rouge et le vert, l'orangé et le bleu, le jaune et le violet.

Le voisinage de ces couleurs rapprochées les unes des autres a une très-grande influence sur leur valeur, et en général une couleur placée près de sa complémentaire se trouve exaltée par ce rapprochement. Ainsi le bleu près du jaune paraît violet et le jaune orangé; le rouge est exalté par le vert, le jaune par le violet.

Dans l'obscurité, la lumière blanche d'une lampe est visible à 7 400 mètres; l'interposition d'un verre rouge ramène cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

distance au tiers, et celle d'un verre coloré en vert au cinquième.

Les feux trop rapprochés se confondent à une certaine distance. Pour rester visibles et distincts, il faut qu'ils soient séparés d'au moins $\frac{1}{500}$ à $\frac{1}{800}$ de la distance à laquelle leur lumière est perceptible. Si l'un d'eux est coloré, leur séparation est visible à une plus grande distance.

Le mouvement imprimé à une lumière est difficilement appréciable s'il n'a point pour repère une lumière fixe.

Un objet de couleur claire vu sur un fond de couleur sombre est plus visible qu'un objet de même forme de couleur sombre se détachant sur un fond clair.

Avant donc d'adopter l'espèce et la forme d'un signal, on fera bien d'étudier les circonstances extérieures au milieu desquelles ce signal devra fonctionner ; quand on voudra lui assigner une position définitive, on procédera par tâtonnements, de manière à choisir la place où il sera le plus facilement perceptible.

Il faudra aussi que l'observateur étudie avant tout sa propre vue, et s'assure qu'elle n'est pas elle-même affectée de défauts qui pourraient l'induire en erreur.

Les signaux fixes employés à la correspondance aérienne pour annoncer l'approche des trains, pour défendre un point quelconque contre la venue d'un train, sont les *sémaphores*, les *signaux avancés* et les *signaux de bifurcation*.

Les premiers, employés sur le parcours du chemin entre deux stations ou dans les stations mêmes, sont manœuvrés sur place par les agents à poste fixe préposés à cet effet.

Les signaux avancés sont posés à une certaine distance du point qu'ils devront défendre; l'agent chargé de les faire manœuvrer opère sur eux à l'aide d'une transmission de mouvement à longue portée.

Les signaux de bifurcation participent de la nature des deux autres classes que nous allons étudier en premier lieu.

282. SÉMAPHORES. — *Signaux anglais et allemands*. — Ils se composent ordinairement d'un mât en bois ou en fonte, de 5

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à 8 mètres et plus de hauteur, portant à la partie supérieure deux ailettes mises en mouvement au moyen de chaînes ou de tringles reliées soit à un volant, soit à un levier placé au bas du mât (fig. 346).

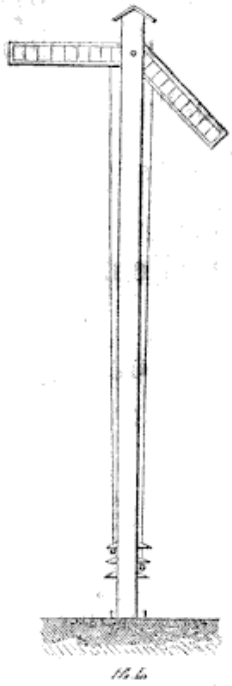


Fig. 346. Télégraphe optique en bois.

On en rencontre de construction très-variée. Celui qui est le plus répandu en Prusse consiste en un mât de 5^{m},65 de hauteur, armé d'échelons sur toute sa longueur. Les ailettes, qui ont 1 mètre de longueur, sont formées par un cadre et des planchettes disposées en jalousies pour laisser le moins de prise à l'action du vent. Leur rotation s'effectue dans un plan perpendiculaire à l'axe de la voie. Chaque ailette est manœuvrée par une chaîne ou un fil de fer terminé, dans le bas, par une boucle et un crochet. Sur l'un des côtés du mât se trouvent deux planchettes en bois parallèles aux rails, qui peuvent être élevées le long du mât par une poulie et une corde. Ces deux planchettes, distantes de 0^{m},90 l'une de l'autre, portent des crampons auxquels on accroche les lanternes pour la transmission des signaux de nuit. Enfin, en arrière, sont deux consoles portant des poulies avec chaîne sans fin munie d'une grosse boule en osier. Cette boule, ainsi que les ailettes, sont peintes en rouge, et le reste de l'appareil en blanc.

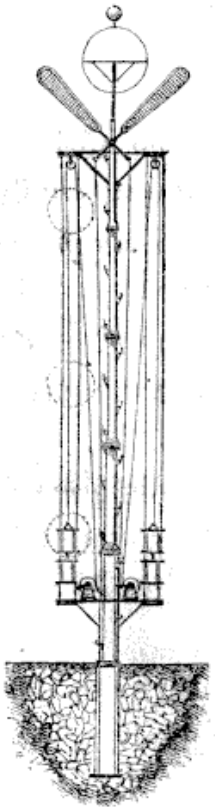


Fig. 347 Télégraphe en fonte. 1/200.

Ainsi établi, le prix du signal complet s'élève à 200 francs, soit : pour le mât posé et peint, 60 francs; pour les ailettes, chaînes, manœuvre, lanternes, 140 francs.

Sur quelques points spéciaux où la vue directe n'est pas possible avec les mâts ordinaires, les signaux optiques prennent des dimensions considérables. Il y a des mâts dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la hauteur atteint jusqu'à 16 mètres. Or de telles pièces de bois, exposées aux orages, peuvent tomber sur la voie, malgré les haubans dont elles sont munies, surtout si la partie de leur longueur engagée dans la terre vient à se pourrir.

C'est pourquoi l'on substitue souvent la fonte au bois dans la construction de ces mâts de signaux.

Le mât (fig. 347) est alors formé de tubes de 2 mètres de longueur, assemblés par des brides tournées et réunies au moyen de quatre boulons. Les quatre tubes supérieurs sont coniques, de telle sorte que leur diamètre extérieur passe de $0^m,137$ près de la base à $0^m,100$ au sommet. Leur épaisseur diminue en montant de $0^m,012$ à $0^m,008$. Les autres tubes sont cylindriques, mais de diamètres qui augmentent de $0^m,022$ à chaque longueur.

Ainsi, à partir du sommet, dans le cas où le mât se compose de huit tubes :

Le 5e tube a pour diamètre.....	$0^m,159$
Le 6e — —	0 ,181
Le 7e — —	0 ,203
Le 8e — —	0 ,225

L'épaisseur de ces tubes cylindriques est uniformément de $0^m,0137$ avec un renfort de quatre nervures de $0^m,025$ de largeur et de $0^m,050$ de saillie.

Le tube inférieur est complétement enterré. Sa base est fermée par une platine en tôle de $0^m,375$ de diamètre et de $0^m,018$ d'épaisseur, qui repose sur une fondation en pierre sèche bien pilonée.

Chaque tube du mât porte quatre échelons, venus de fonte avec $0^m,125$ de saillie.

Les ailettes ont les dimensions suivantes :

Longueur.....	$1^m,600$
Largeur en haut.....	0 ,200
— en bas	0 ,292

Elles sont formées, tantôt de tôle découpée — Brunswick —,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tantôt de bandes de tôle disposées en jalousies, encadrées par une bordure en fer rivée — Hanovre —.

Indépendamment des deux ailettes, le mât porte à son sommet un disque en tôle maintenu dans sa position horizontale ordinaire — voie libre — par un contre-poids attaché à un demi-cercle; au moyen d'un fil de fer, ce demi-cercle sert à relever le disque et à le maintenir dans la position verticale quand il doit signaler l'arrêt.

La couleur des disques et des ailettes dépend de celle du fond sur lequel le signal doit se détacher. Sur un arrière-plan de couleur sombre les disques ou les ailettes s'enlèveront en couleur claire et *vice versâ*.

Le mât sera de couleur distincte du disque et des ailettes.

Pour que les télégraphes aériens puissent servir à la correspondance, il faut que chaque signal soit vu du poste qui le précède et de celui qui le suit. — On a soin d'alterner la position des mâts en les plaçant tantôt à droite, tantôt à gauche de la ligne, afin d'éviter les chances d'erreur que la confusion des signaux pourrait occasionner, surtout en ligne droite.

L'espacement des mâts de télégraphe est en moyenne de 700 à 800 mètres. Dans les meilleures conditions, en ligne droite, avec arrière-plan convenable et rareté de brouillards, cette distance n'excède pas 1 100 mètres.

Dans les parties de ligne en forêts, en courbes ou en tranchées, il est nécessaire de poser les mâts à de moins grandes distances. Pour économiser le nombre d'hommes qu'il faudrait affecter à la manœuvre de chaque télégraphe, on peut confier à un seul garde la manœuvre de deux et même de trois appareils, les deux extrêmes étant manœuvrés à distance par des transmissions de mouvement au moyen de leviers et fils de tirage—286—.

Dans les tranchées en courbe, les télégraphes se placent au-dessus des talus, de manière, toutefois, qu'on puisse les apercevoir en passant sur la voie.

Les maisons des gardiens doivent être disposées pour que de chaque fenêtre qui regarde en amont ou en aval de la ligne, on puisse apercevoir le signal voisin. En Allemagne, on fait gé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

néralement coïncider la position d'un télégraphe optique avec celle d'un passage à niveau, surtout si celui-ci est fréquenté. Le public acquiert promptement la connaissance des signaux transmis par le télégraphe. Il peut donc de loin se rendre compte du moment où le passage à niveau est praticable.

Sémaphores. — Ils sont composés 1° d'un mât en fonte de 7 à 9 mètres de hauteur, en trois pièces : le socle, le fût et le chapiteau porte-poulie (fig. 348) ; 2° d'un système de chaîne et de coulisseaux pour mettre une lanterne en place ; 3° de deux ailettes en tôle bordée de cornières, articulées sur le même axe, chaque ailette pouvant prendre trois positions : verticale, inclinée à 36 degrés, horizontale.

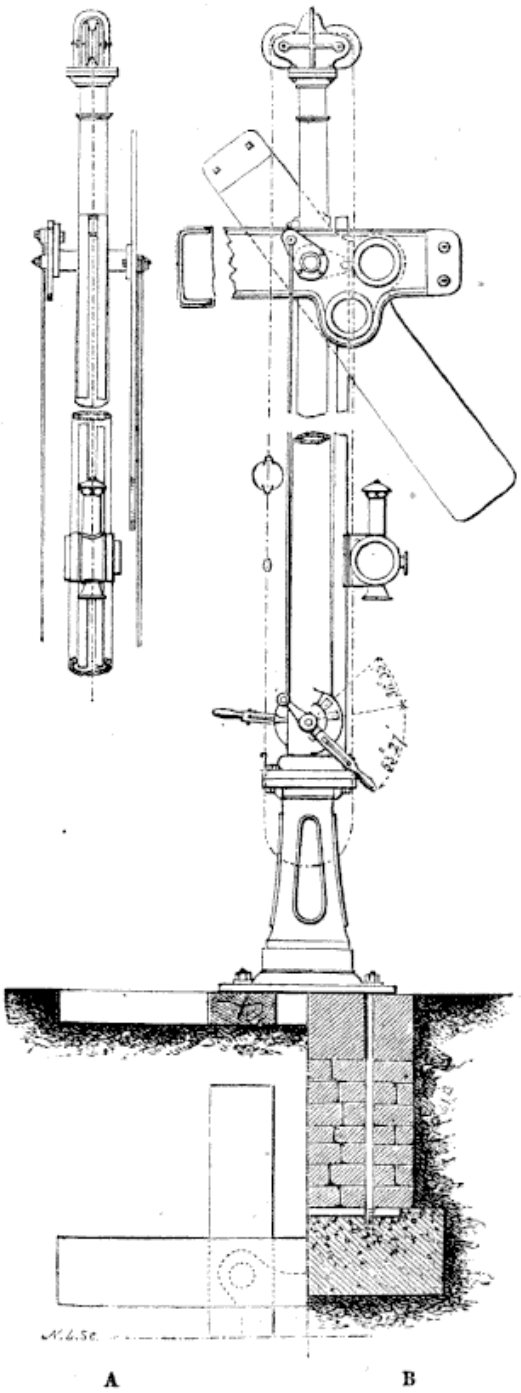


Fig. 348. Sémaphore (Lyon). 1/50.

Ces ailettes, équilibrées par des contre-poids en fonte, sont percées chacune de deux lunettes munies de cercles en bronze, portant l'un un verre rouge, l'autre un verre vert ; ces lunettes peuvent se placer successivement devant la lanterne et dans l'axe du foyer de la lumière.

Quand l'ailette est verticale, le feu blanc de la lanterne est découvert ; quand elle est inclinée à 36 degrés, le feu est couvert par la lunette verte ; enfin, lorsque l'ailette est horizontale, le feu est masqué par la lunette rouge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les ailettes reçoivent leur mouvement de leviers dont les manettes sont munies d'un verrou mû par un ressort et qui s'engage dans des encoches venues de fonte avec le fût du mât. Ces encoches sont ajustées pour donner à volonté aux ailettes une des trois positions.

Ces sémaphores complets, non compris la charpente, pèsent 1 000 kilogrammes environ, et sont livrés à la compagnie de Paris-Méditerranée au prix de 600 francs. La lanterne à réflecteur double coûte 54 francs.

Ces appareils sont établis sur des fondations en charpente (fig. 348, A) ou en maçonnerie (fig. 348, B), suivant qu'ils reposent sur un terrain solide ou peu résistant.

Signal des stations d'Orléans. — Les lignes nouvelles à une voie sont pourvues de sémaphores établis à chaque station. Les indications du signal sont données par des demi-cercles tournant autour de leur diamètre vertical. Chaque demi-cercle s'adresse à l'une des deux directions. Ces disques sont manœuvrés du pied du sémaphore par une manette calée à la tringle qui passe par le diamètre du disque, et qui fait office de charnière. Une lanterne placée entre les deux disques sert à donner les indications de nuit.

Pour la voie libre, les disques sont parallèles aux rails. Pour marquer l'arrêt ils se placent perpendiculairement à la voie.

283. SIGNAUX AVANCÉS. — Ces signaux sont destinés à transmettre des indications précises et certaines à des distances variant entre 400 mètres et 1 800 mètres, et qui dépendent de la position du point de la ligne qu'il s'agit de défendre.

Nous ne parlerons ici que des signaux fixes qui présentent le plus de simplicité et qui sont reconnus comme donnant les résultats les plus satisfaisants.

On distingue dans l'appareil :

Le mât de signal ;

L'organe de manœuvre;

La transmission de mouvement.

Mât de signal. — Le signal proprement dit se compose d'un plateau ou disque, circulaire ou rectangulaire, plein ou à jour,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouvant tourner autour d'un axe vertical et prendre deux positions déterminées, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire à la voie. Ce plateau est tantôt surmonté d'une lanterne qui tourne avec lui, tantôt percé d'un trou par lequel passe la lumière de la lanterne qui, dans ce cas, reste fixe.

Organe de manœuvre.—Pour faire occuper au signal les deux positions déterminées qui indiquent que la voie est ouverte ou fermée, il faut par un système de transmission lui communiquer le mouvement produit à une grande distance du signal. La difficulté consiste à utiliser aussi complétement que possible le chemin parcouru par l'appareil de manœuvre. On a essayé diverses combinaisons qui toutes ont leurs avantages et leurs inconvénients, et qui se divisent en deux catégories : manœuvres à dilatation libre, et manœuvres à attache fixe.

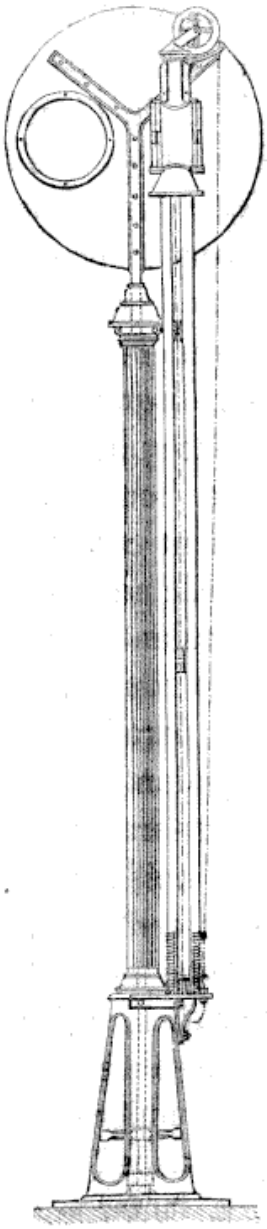


Fig. 349. Mât de signal (Lyon). 1/50

Transmission. — La transmission s'opère au moyen d'un ou deux fils, supportés dans l'intervalle qui sépare le disque du levier de manœuvre, en alignements droits par des poulies verticales, et dans les courbes par des poulies horizontales.

Passons aux applications.

Signal du chemin de fer de Lyon. — Le mât se compose d'un socle en fonte supportant une colonne creuse également en fonte (fig. 349). Dans l'intérieur de cette colonne tourne un arbre vertical, au sommet duquel est fixé un disque circulaire en tôle, l'une des faces peinte en rouge, l'autre en blanc. Le mouvement angulaire de cet arbre est limité à 90 degrés par des taquets venus de fonte, l'un à l'extrémité supérieure de la colonne, l'autre à un manchon calé vers la base de l'arbre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'extrémité inférieure de cet arbre tourne dans une crapaudine ménagée au centre d'un croisillon à quatre branches, qui est fixé au soubassement par quatre vis à tête fraisée dans les anciens appareils, et par quatre boulons dans les nouveaux. Un chapeau en fonte, placé un peu au-dessus du pivot, préserve la crapaudine de l'introduction des corps étrangers.

Un balancier en fonte calé sur l'arbre lui communique le mouvement imprimé au fil de transmission.

Le mât et les arrêts qui fixent les deux positions extrêmes de l'arbre du disque sont disposés de telle sorte que le plan du disque peut être à volonté placé *perpendiculairement* ou *parallèlement* à la voie.

Dans le premier cas, la face *rouge* du disque regarde du côté de l'arrivée des trains; dans le deuxième cas, elle est tournée vers les champs, du côté opposé à la voie.

Le disque est percé d'une ouverture circulaire, dans laquelle on place un verre rouge. Deux rondelles, en bronze, fixées par quatre boulons, et disposées de chaque côté du disque, maintiennent ce verre serré entre elles par l'intermédiaire d'une rondelle en caoutchouc.

Pendant le jour, le disque placé perpendiculairement à la voie, la face rouge tournée vers les trains, indique l'arrêt; le disque placé parallèlement à l'axe de la ligne indique la voie libre.

Pendant la nuit, une lanterne fixée au mât, dans l'angle dièdre formé par les deux positions extrêmes du disque, du côté de la voie, projette un faisceau de lumière blanche vers les trains arrivants.

Ce faisceau reste blanc, lorsque le disque est placé parallèlement à la voie; mais dans l'autre position il est coloré en rouge par le verre du disque.

La lumière blanche indique la voie libre; la lumière rouge commande l'arrêt.

La lanterne est fixée à coulisses sur un porte-lanterne en fonte qui glisse entre deux guides verticaux; on l'élève en place à l'aide d'une chaîne sans fin passant sur une poulie de renvoi établie à la partie supérieure des guides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les guides du porte-lanterne sont soutenus à la partie inférieure par une console en fonte fixée sur le soubassement au moyen de trois boulons.

Dans le haut, ils sont reliés par une pièce en fer qui, dans les anciens appareils, embrasse la colonne au moyen d'un collier en deux pièces, et, dans les nouveaux, y est fixée par deux oreilles venues de fonte avec la colonne.

A la partie inférieure des guides se trouvent deux ressorts à boudin en acier, qui amortissent le choc du porte-lanterne arrivé au bas de sa course. Deux bagues en bronze servent de supports aux ressorts et facilitent leur remplacement.

Pour amener la lanterne exactement à la hauteur de l'écran rouge dont nous avons parlé, un anneau spécial intercalé dans la chaîne au point convenable — à un anneau près — s'engage dans un crochet fixé à la console qui supporte les guides. La hauteur du crochet est réglée par une tige à vis et deux écrous qui permettent de regagner les fractions de longueur d'un anneau.

Le mât de signal est boulonné sur un châssis en charpente formé de deux pièces de bois de $0^m,400$ de largeur et $0^m,200$ d'épaisseur, assemblées à angle droit.

La lanterne se compose d'une enveloppe cylindrique horizontale en tôle étamée, renfermant un réflecteur parabolique en cuivre plaqué d'argent. Le cylindre est fermé du côté de l'ouverture du réflecteur au moyen d'une glace prise entre deux cercles en cuivre, l'un à charnière, et l'autre fixé par quatre vis à l'intérieur du premier. L'extrémité opposée du cylindre se ferme par un cercle à charnière, semblable au premier, mais garni d'un fond en tôle. Une lampe d'Argand entre dans la lanterne par le deuxième fond. Le bec de la lampe traverse le fond du réflecteur et se place de manière que le centre de la flamme occupe le foyer du paraboloïde.

Un trou, percé dans le réflecteur à la hauteur du foyer, et un petit réflecteur conique correspondant qui traverse le réservoir de la lampe, ramènent en arrière de la lanterne un faisceau de lumière destiné à renseigner la gare et les agents chargés de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manœuvre du disque, sur l'état de la lumière et sur la position du signal.

Lorsque la voie est en alignement droit, le feu d'arrière peut être aperçu directement du poste de manœuvre.

Lorsque la voie est en courbe, on fait usage d'un miroir réflecteur qui doit renvoyer vers le poste le faisceau de lumière.

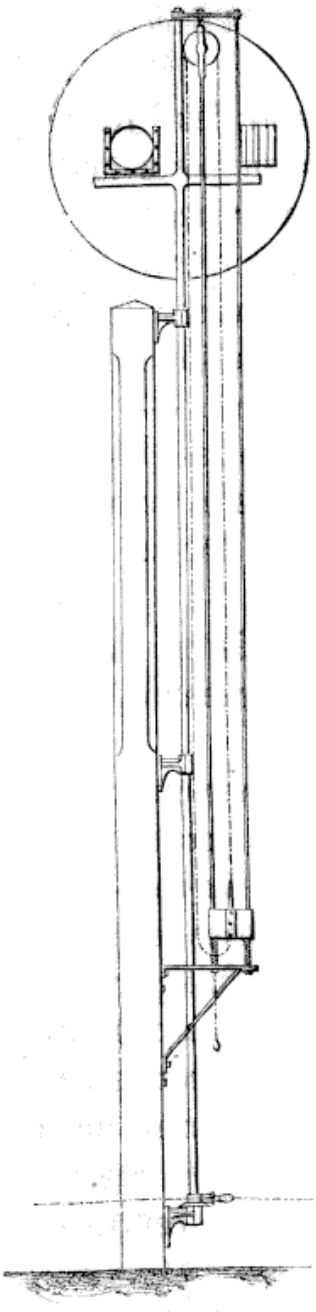


Fig. 350. Mât de signal (Ouest). 1/50.

Signal du chemin de fer de l'Est. — Cet appareil est presque identique au précédent; il n'en diffère que par la hauteur totale, ramenée de $5^m,60$ à $5^m,04$, mesurée de la plaque de fondation au sommet du disque. La transmission de la lumière en arrière se fait directement et sans écran réflecteur.

Signal du chemin de fer de l'Ouest. — L'appareil (fig. 350) se compose d'un poteau en bois soutenu par quatre jambes de force et une croix en charpente complétement enterrées dans le sol.

Un mât en fer, supporté par une crapaudine et maintenu par deux guides fixés au poteau, se termine en pivot à sa partie inférieure et, à sa partie supérieure en une croix sur laquelle est rivé un disque circulaire en tôle.

Le mât repose, dans la crapaudine, sur un grain en acier; des portées tournées sont ménagées au droit des guides, pour faciliter les mouvements du mât.

Une console en fer plat, fixée au poteau, supporte deux tringles verticales en fer rond, réunies à leur partie supérieure par une entretoise reliée au mât.

Ces tringles servent de guides à un porte-lanterne en fonte,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'on peut élever ou abaisser au moyen d'une chaîne qui s'enroule sur une poulie supportée par l'une des tringles conductrices, dont l'extrémité supérieure est, à cet effet, terminée en chape.

Deux ressorts à boudin sont disposés à la partie inférieure des tringles pour amortir le choc, lorsqu'on descend la lanterne; une chaînette terminée par un crochet, placée également à la partie inférieure des tringles, sert à accrocher la chaîne pour maintenir la lanterne dans la position supérieure.

Enfin, le mouvement est communiqué au disque au moyen d'une manivelle calée à la base du mât, et recevant une petite chape à laquelle s'agrafe le fil de la transmission.

La face du disque commandant l'arrêt est peinte en rouge et bordée d'un liséré blanc de $0^m,05$ de largeur. Tournée vers les champs, du côté opposé à la voie, lorsque le signal est à la voie libre, elle se place perpendiculairement à la voie et du côté de l'arrivée des trains, lorsque le signal interdit la voie et marque l'arrêt.

La face opposée est peinte en blanc et bordée d'un liséré noir de $0^m,05$ de largeur.

Le système d'éclairage est identique à celui du signal de Lyon.

Signal du chemin de fer du Nord. — Ce signal (fig. 351) se compose d'une tige verticale portant un disque en tôle percé en son milieu d'un trou elliptique, et pouvant tourner sur une crapaudine fixée sur un châssis de fondation. Cette tige est soutenue vers le haut, en contre-bas du disque, par un plateau en fer auquel aboutissent quatre montants en fer rond formant les arêtes d'un tronc de pyramide. Les bouts aplatis de ces tringles se recourbent vers l'arbre, sous un angle aigu, pour s'appliquer sur le châssis au moyen de boulons. Les montants du support sont maintenus par des tringles formant contre-fiches. Contre ces montants s'appuie une échelle en fer, qui permet à l'homme chargé du service du signal de monter à une hauteur suffisante pour accrocher la lanterne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur l'arbre du disque et immédiatement au-dessus de la crapaudine, est calée une manivelle qui, entraînée dans le mouvement du disque, vient buter contre deux arrêts fixés au châssis de fondation et limitant à 90 degrés l'amplitude de la course du disque.

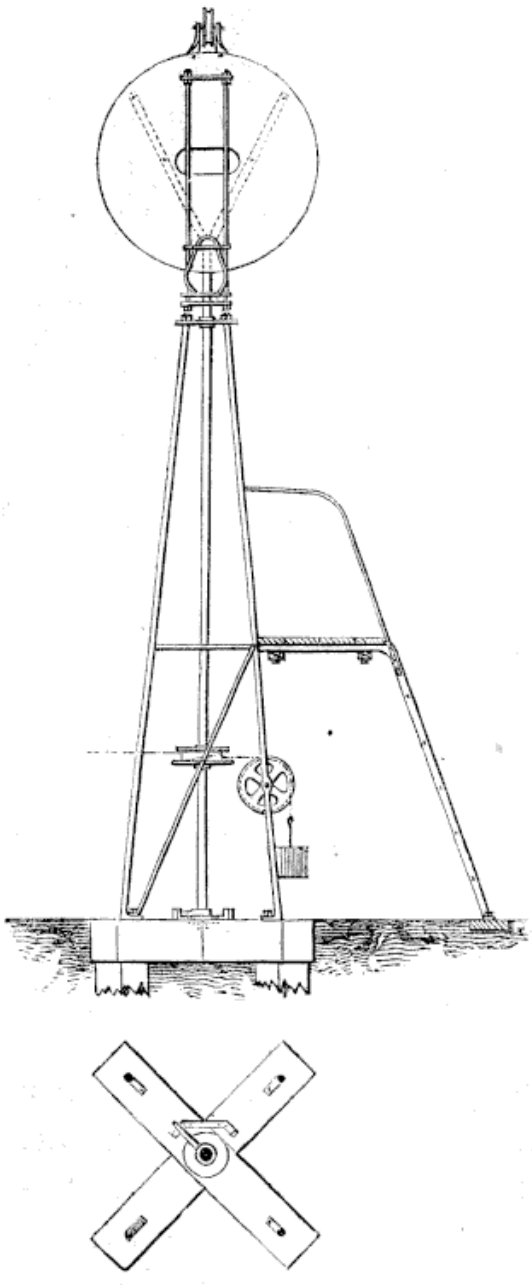


Fig. 351. Mât de signal (Nord). 1/50.

A $0^m,75$ du sol on fixe sur l'arbre une poulie horizontale à gorge, autour de laquelle une chaîne, attachée au fil de transmission, fait un tour, puis passe sur une poulie verticale fixée entre deux montants, et aboutit à un cylindre en fonte dont le poids tend à ramener le disque à l'arrêt. Ces poulies font d'ailleurs partie de l'appareil de manœuvre dont nous parlerons plus loin.

On peint les faces du signal avec tous les soins apportés à la peinture des voitures, afin de leur conserver leur éclat le plus longtemps possible, et, en outre, on les chauffe à l'étuve.

Au disque sont fixées deux tringles servant de guides à un support en fer auquel s'accroche la lanterne. Pour élever ce support et par conséquent la lanterne à la hauteur du trou du disque, une chaîne attachée au support passe dans la gorge d'une poulie placée en haut du disque et descend vers le bas, où elle est retenue par un crochet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

284. MANŒUVRE DES SIGNAUX AVANCÉS. — *Manœuvre de Lyon.* — L'appareil de manœuvre employé par la compagnie de Lyon est fondé sur le principe de compensation des variations du fil de transmission. Il comprend essentiellement deux parties : le levier de manœuvre destiné à fermer le disque (fig. 352), et le levier de rappel (fig. 354), qui ramène le disque parallèlement à la voie, quand on abandonne à lui-même le fil de la transmission.

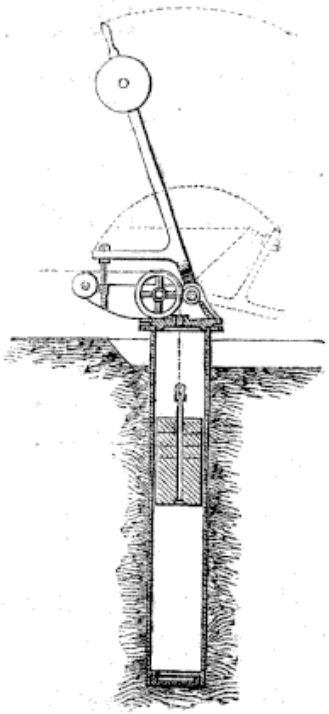


Fig. 352. Levier de manœuvre du signal (Lyon). 1/50.

L'extrémité du fil, du côté du levier de manœuvre, se termine par une chaîne qui passe sur une poulie verticale et descend dans un tube vertical en fonte, où elle porte une série de cylindres pleins en fonte suspendus pour former contre-poids. Le levier de manœuvre doit laisser à cette chaîne toute liberté de mouvement pour obéir à la dilatation ou à la contraction du fil de transmission et, en même temps, lui faire parcourir le chemin nécessaire à la manœuvre du signal à distance.

Le centre de rotation du levier de manœuvre se trouve placé à côté de l'axe du tube du contre-poids et à la même hauteur que l'axe de la poulie sur laquelle passe la chaîne. Le levier fait un angle de 19 degrés en avant de la verticale, quand le signal est à la voie libre, et de 11 degrés en dessous de l'horizontale quand le signal est à la voie fermée. En passant de l'une à l'autre de ses deux positions normales, ce levier parcourt donc un angle

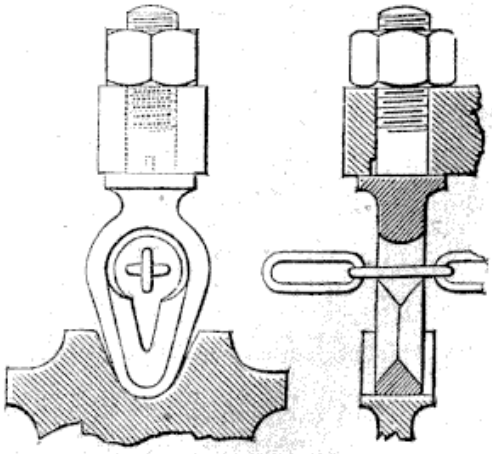


Fig. 353. Pince-maille (Lyon). 1/10.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 120 degrés. Il porte à son extrémité une lentille en fonte qui le maintient dans la position voulue.

La liaison à établir entre la chaîne du fil de transmission et le levier s'opère au moyen d'un pince-maille, pièce évidée en acier (fig. 353) suspendue au bras coudé du levier de manœuvre, qui se trouve horizontal quand le levier arrive au sommet de sa course. Dans cette pièce, un évidement en forme d'œuf, très-allongé d'un côté, laisse passer librement la chaîne dans sa partie supérieure. La largeur de l'évidement vers le bas est strictement celle nécessaire au passage des maillons de la chaîne placés verticalement ; mais elle arrête les maillons disposés perpendiculairement à cette direction.

Quand le levier de manœuvre est ramené en arrière, le bras coudé du levier soulève le pince-maille, qui saisit le premier maillon venu, l'entraîne en arrière et le maintient au repos pendant tout le temps que le levier est couché. Quand le levier revient à sa position supérieure, la chaîne se dégage du pince-maille et reprend son indépendance.

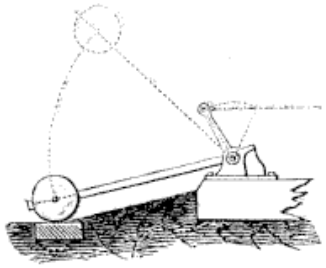


Fig. 354. Levier de rappel.

Sur le même châssis que le mât de signal se fixe le support du levier de rappel (fig. 354). Ce levier est composé de deux branches, coudées suivant un angle de 75 degrés. La grande branche porte une lentille en fonte qui peut glisser dans le sens de la longueur du levier, et dont on arrête la position au moyen d'une vis de pression. A l'autre branche s'attache une chaîne dont l'extrémité est reliée à un bras du balancier de l'arbre du disque ; au même point de ce balancier aboutit le fil de la transmission de mouvement.

Pour que l'action du levier de rappel tende toujours à ouvrir le disque, il faut que la chaîne et le fil de transmission s'attachent à celle des extrémités de ce balancier qui se trouve du côté de la face blanche du disque.

Ainsi le levier de Lyon agit par traction sur le fil pour mettre le disque à l'arrêt, l'action du levier de rappel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tendant par conséquent à effacer le signal si le fil se rompt.

Manœuvre du chemin de l'Est. — Le nouveau levier de manœuvre employé sur les lignes de l'Est permet également au fil de transmission de se dilater, mais il agit sur le disque d'une manière inverse.

Dans ce système, en effet, le levier de rappel (fig. 357) est disposé pour ramener le disque à l'arrêt, si, par une cause quelconque, l'action du contre-poids du levier de manœuvre venait à cesser.

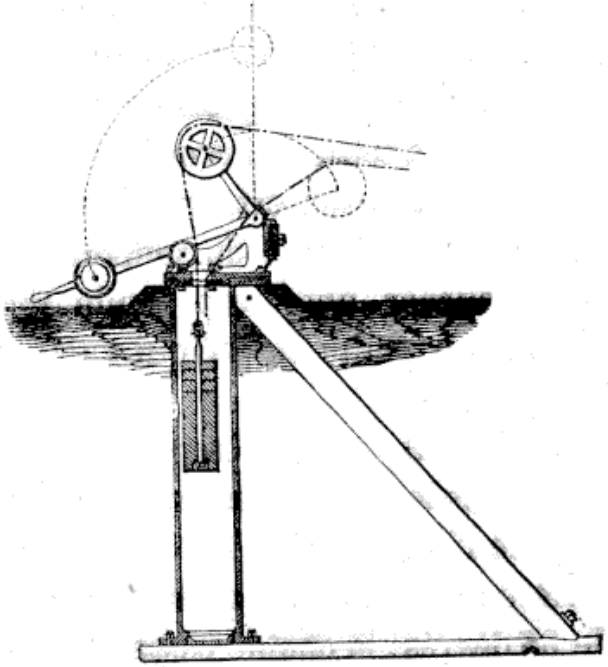
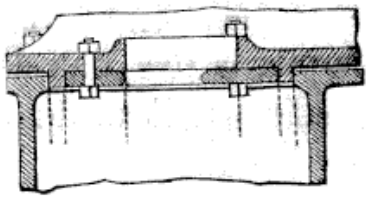


Fig. 355. Levier de manœuvre (Est.) 1/50.

S'agit-il ici de mettre le signal à l'arrêt? On abandonne le levier de rappel à l'action de son contre-poids, en suspendant celle du contre-poids qui agit à l'autre extrémité du fil de manœuvre. Voici comment ce résultat est obtenu :

Le contre-poids du fil de manœuvre (fig. 355) est logé dans un tube en fonte servant d'appui au support du levier qui recouvre par sa base l'orifice du tube, en y laissant une ouverture pour le passage de la chaîne de suspension du contre-poids. Cette ouverture (fig. 356), qui remplit l'office de pince-maille, est *circulaire* en arrière de l'axe du tube et *ovale* en avant de ce même axe. Quand l'axe de la chaîne se trouve *en arrière de l'axe du tube*, le contre-poids agit sur le fil de transmission, en exerçant toute la tension dont il est susceptible. Par contre, lorsque l'axe de la chaîne est



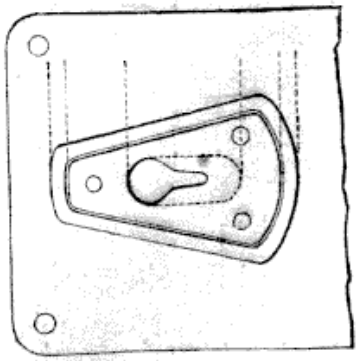


Fig 356. Pince-maille (Est). 1/10.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ramené *en avant de l'axe du tube*, l'étranglement de l'ouverture ou l'encoche arrête la chaîne et annule l'action du contre-poids ; le fil, n'étant plus soumis à cette tension, laisse toute liberté à l'action du levier de rappel, qui ramène alors le disque à l'arrêt.

Le levier de manœuvre (fig. 355) se compose de deux branches, dont la plus longue porte une lentille en fonte pouvant être fixée par une vis de pression en un point quelconque de cette branche. La seconde branche, inclinée de 73 degrés sur la première, porte à son extrémité une grande poulie folle ; l'axe du levier placé à l'avant du support est garni d'une douille qui peut tourner librement ; enfin vers l'arrière du support se trouve une petite poulie qui guide la chaîne dégagée de l'encoche.

Pour nous rendre compte du fonctionnement de l'appareil, supposons le grand bras du levier renversé en arrière et en dessous de l'horizontale ; le petit bras amène la grande poulie en arrière de l'axe du tube, en formant avec la verticale un angle de 35 degrés ; la chaîne passe alors librement sur cette poulie et descend dans le tube, en s'appuyant contre la poulie fixée au support. Dans cette position le fil tendu par le contre-poids tient le disque *au blanc*. Pour fermer la voie, on relève le levier, qui, faisant passer la grande poulie par l'axe du tube, ramène la chaîne du contre-poids dans l'encoche où elle est arrêtée. Le contre-poids suspendu par l'encoche, la grande poulie descend vers l'avant du support en abandonnant la chaîne et le fil de transmission à l'action du levier de rappel (fig. 357), qui met le signal à l'arrêt.

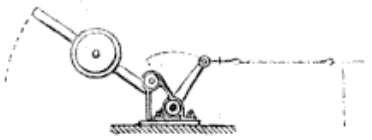


Fig. 357. Levier de rappel (Est). 1/50.

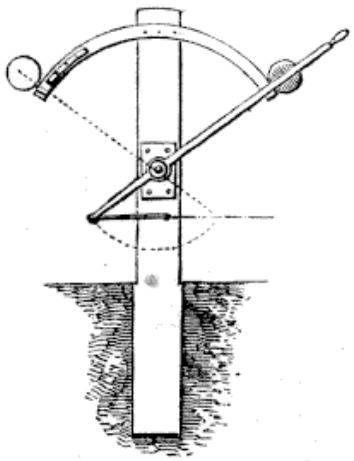


Fig. 358. Levier de manœuvre (Nord). 1/50.

Manœuvre à attache fixe du Nord. — Le levier de manœuvre employé sur la ligne du Nord (fig. 358) est un levier droit du premier genre. Son axe est fixé dans un poteau en bois qui porte un arc de cercle en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fer avec deux talons et deux ressorts plats destinés à maintenir le levier dans chacune de ses positions extrêmes. Les bras du levier ont respectivement $0^m,345$ et 1 mètre de longueur.

Le grand bras est terminé par une manette polie. Le petit bras porte à son extrémité un œil dans lequel passe une tige recourbée qui reçoit l'attache du fil de transmission.

Pour parer aux effets de la dilatation et de la contraction du fil de transmission, on interrompt ce fil, vers le milieu de sa longueur, par un appareil de tension. Cet appareil (fig. 359) est composé d'un poids suspendu à un levier à crochet auquel les deux moitiés du fil aboutissent après avoir passé sur deux poulies portées par un bâti en chêne recouvert d'un petit toit. Le contre-poids était anciennement placé dans une caisse formant puits ; quelquefois ces caisses se sont remplies d'eau, qui, en se gelant, empêchait le poids de se mouvoir. La nouvelle disposition représentée par la figure 359 fait disparaître cet inconvénient et facilite le règlement des fils.

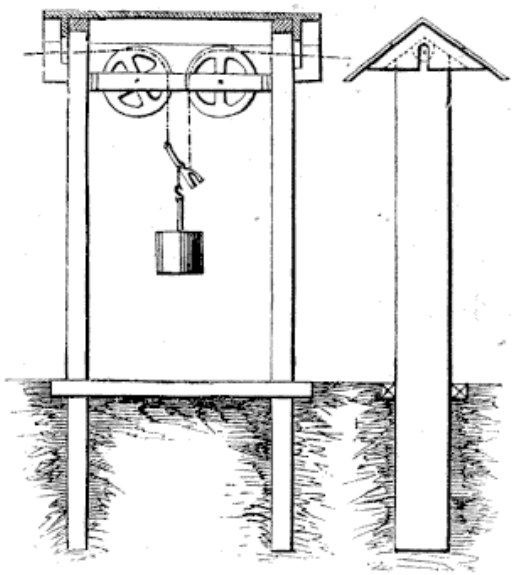


Fig. 359. Appareil de tension (Nord). 1/50.

Le poids agit sur les fils par l'intermédiaire du petit levier à crochet (fig. 359), disposé de façon que le disque se place à l'arrêt si le fil vient à se rompre, quel que soit le point où la rupture ait lieu.

L'appareil de tension doit toujours être placé exactement au milieu de la distance qui sépare le levier de manœuvre du disque, cette distance étant mesurée en suivant tous les circuits du fil et le poids de tension suffisant pour faire équilibre aux résistances du fil sur les poulies et au contre-poids de rappel destiné à ramener le disque à l'arrêt.

Le contre-poids de rappel est suspendu, comme nous l'avons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dit — 283 —, au fil de transmission passant sur deux poulies, l'une verticale, l'autre horizontale, toutes deux montées sur le bâti en fer du signal (fig. 351). Ce contre-poids doit faire tourner le disque, vaincre la résistance normale de la seconde moitié du fil et dominer les résistances accidentelles qui peuvent se produire sur le fil ou sur le disque par les accumulations de neige, la gelée, le vent, etc. On a reconnu que, pour atteindre ce résultat, il faut employer les poids suivants :

Jusqu'à 800 mètres.....	18	kilogrammes.
De 800 mètres à 1 000 mètres	20	—
Au delà de 1 000 mètres.....	22	—

On obtient ces poids variables par l'addition de trois, quatre ou cinq rondelles de 2 kilogrammes sur un premier poids principal de 12 kilogrammes.

Le poids central doit peser :

Pour une longueur ne dépassant pas 800 mètres..	45	kilogrammes.
— de 800 mètres à 1 000 mètres..	50	—
— dépassant 1 000 mètres.....	55	—

Ces poids sont composés d'un cylindre principal de 30 kilogrammes et de trois, quatre ou cinq rondelles additionnelles de 5 kilogrammes chacune. Ces rondelles sont fendues suivant un rayon, par une rainure dans laquelle passe la tige de suspension.

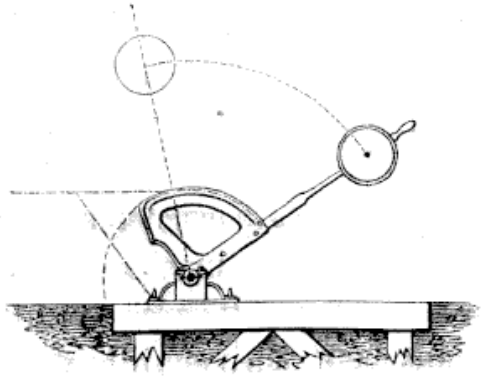


Fig. 360. Levier de manœuvre (Ouest). 1/50.

Manœuvre du chemin de l'Ouest. — Le signal se manœuvre à l'aide d'un levier-secteur (fig. 360) porté par un support en fonte à deux paliers reposant sur une charpente en bois, à laquelle il est fixé au moyen de tire-fonds. Ce support reçoit un arbre en fer sur lequel est calé le secteur en fonte. L'un des bras du secteur est disposé en forme de mortaise pour recevoir un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

levier en fer muni d'un contre-poids. La chaîne terminant le fil de transmission est agrafée à un crochet rivé au secteur. L'autre bras se termine en patin qui s'appuie sur la charpente quand le levier se relève, et en limite la course. A la voie ouverte, le levier occupe la position indiquée en traits pleins par la figure 360, position dans laquelle l'action du contre-poids tient le fil tendu. Les traits ponctués de la figure indiquent la position du levier quand le signal marque l'arrêt.

Lorsque les variations de température font contracter ou dilater le fil, la position du levier à la voie ouverte peut prendre diverses inclinaisons, variables suivant les mouvements du fil. La température s'abaisse-t-elle, le fil se raccourcit et force le levier à se relever. Si la température s'élève, le fil s'allonge et le levier s'incline vers le sol. La course du levier, dans ce cas, est limitée par le sol, sur lequel le contre-poids viendrait reposer si on ne réglait pas la position du secteur.

Ainsi il importe beaucoup, lorsque le levier est renversé en arrière, ce qui correspond à la position du disque pour la voie ouverte, de ne pas laisser arriver le contre-poids jusqu'au sol. Il y aurait dans ce cas absence totale d'indications sur l'état du fil de transmission, et incertitude sur la nature des signaux que le disque pourrait donner.

Ce système de manœuvre permet de placer l'axe de rotation du levier très-près du sol et, par suite, de mettre la poignée à une hauteur convenable pour que la manœuvre puisse se faire facilement ; il offre, en outre, l'avantage de donner au fil, pour une position quelconque du levier, une course égale à la longueur développée de l'arc de cercle d'enroulement.

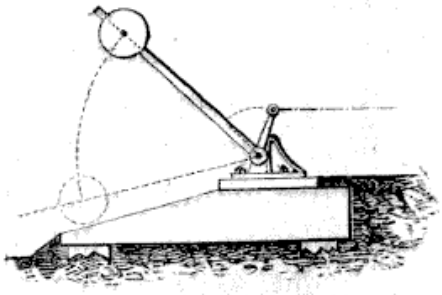


Fig. 361. Levier de rappel (Ouest).

Le levier de rappel (fig. 361) est disposé comme celui de l'Est, de manière à ramener le disque à l'arrêt en cas de rupture du fil de la transmission.

Quand il n'y a pas lieu de se préoccuper de la dilatation des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fils de transmission, c'est-à-dire lorsque le tirage a peu de longueur, le levier de deuxième genre, employé primitivement (fig. 362), remplit très-bien le but proposé. Il se compose d'une barre de fer calée, à l'une de ses extrémités, sur un axe tournant dans deux paliers attachés à un châssis. Cette extrémité est renforcée en forme de taquet ou came qui peut s'appuyer sur un arrêt. Vers l'autre extrémité du levier, celle terminée en manette, se place une lentille en fonte dont on peut faire varier la position, et que l'on arrête au moyen d'une vis de pression. Une douille carrée, portant un crochet, peut circuler le long du levier. On fixe cette douille par une vis de pression, quand on a trouvé la place qui convient le mieux à la manœuvre du disque.

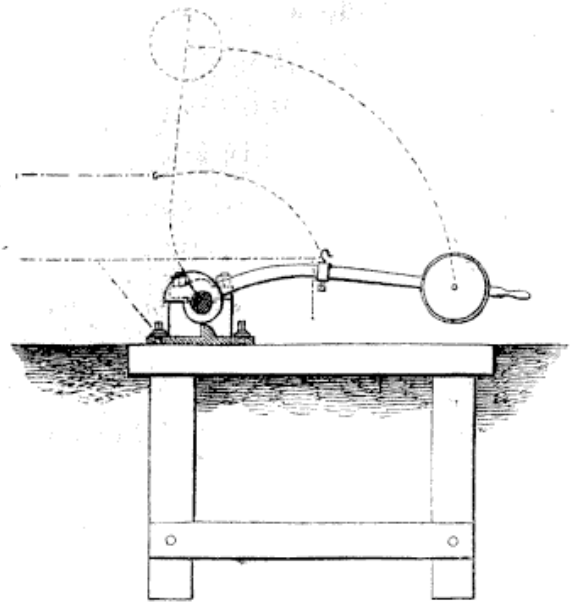


Fig. 362. Ancien levier de manœuvre. 1/50.

Le crochet de la douille reçoit l'un des anneaux de la chaîne qui termine le fil. Comme les variations de température pourraient déranger les positions relatives du levier de manœuvre et du signal, soit en laissant tomber le levier, et alors le disque serait abandonné à lui-même, soit en relevant le levier jusqu'à ce que le taquet d'arrêt soit au contact, ce qui pourrait tendre le fil outre mesure, il faut avoir la faculté de faire varier à volonté la longueur du fil de transmission. Pour cela, on fixe au châssis des paliers une chaînette armée d'un petit crochet (fig. 360 et 362) au moyen duquel on arrête l'un des anneaux de la chaîne du fil, et l'on maintient la transmission, pendant que la partie de la chaîne comprise entre ce crochet et celui d'attache au levier devient libre, quand ce dernier est poussé en avant. On accroche alors un autre anneau dans le crochet d'at-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tache, puis on ramène le levier en arrière; la petite chaîne d'amarrage devenant libre à son tour, son crochet est détaché, et la manœuvre replacée dans la position voulue.

Manœuvre à deux fils. — Toutes les manœuvres que nous avons décrites jusqu'ici transmettent leur mouvement au signal par l'intermédiaire d'un seul fil. On a longtemps employé la transmission de mouvement à deux fils marchant en sens inverse. Abandonné par la plupart des autres lignes françaises, ce système subsiste sur le réseau du chemin de fer d'Orléans, où il fonctionne bien, grâce aux soins d'entretien. Les fils sont attachés directement, d'une part au balancier du signal, et de l'autre au levier de manœuvre, à égale distance de l'axe de rotation. Pour assurer la marche de l'appareil et la rendre indépendante des variations de température, on place, dans la longueur des fils, des tendeurs (fig. 363), que l'on fait agir au maximum dela charge que les fils peuvent supporter sans dépasser la limite d'élasticité.

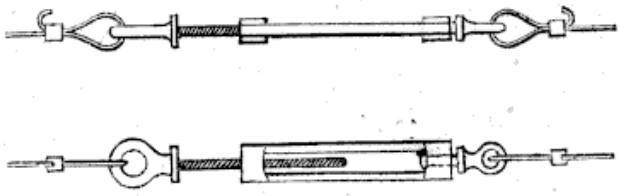


Fig. 363. Tendeur. 1/10.

Au chemin de fer du Nord, où l'on a repris les essais de la transmission de mouvement à deux fils, la tension initiale, au moment de la pose, est portée à 12 kilogrammes environ par millimètre carré, cette tension étant calculée pour que l'allongement ou le raccourcissement des fils ne s'oppose pas à la manœuvre du disque, quelles que soient les variations de température. La question la plus importante pour la bonne marche de cette transmission gît tout entière dans le parfait entretien des fils, poulies et supports.

On a essayé d'appliquer à cette manœuvre un signal répétiteur mis en mouvement par des fils en retour attachés aux deux fils principaux ; mais la transmission du mouvement à ce disque répétiteur est imparfaite, par suite de l'élasticité que conserve le fil, ce qui peut donner de fausses indications. — Voir — 288 — les appareils de rappel pour *signaux à transmissions multiples*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a longtemps fixé les leviers de rappel directement sur le mât. Cette disposition, plus simple que celle adoptée aujourd'hui, a été abandonnée comme ayant le grave inconvénient de produire sur le mât un ébranlement considérable par suite de la chute du contre-poids du levier de rappel, ébranlement qui cause des dislocations dans les assemblages et surtout la rupture des verres de la lanterne et du disque.

285. Signal automoteur. — De tous les signaux automoteurs essayés jusqu'ici, celui de M. Limouse (fig. 364), à notre connaissance, répond le mieux au but proposé : possibilité de manœuvre soit à la main, soit par le passage des trains.

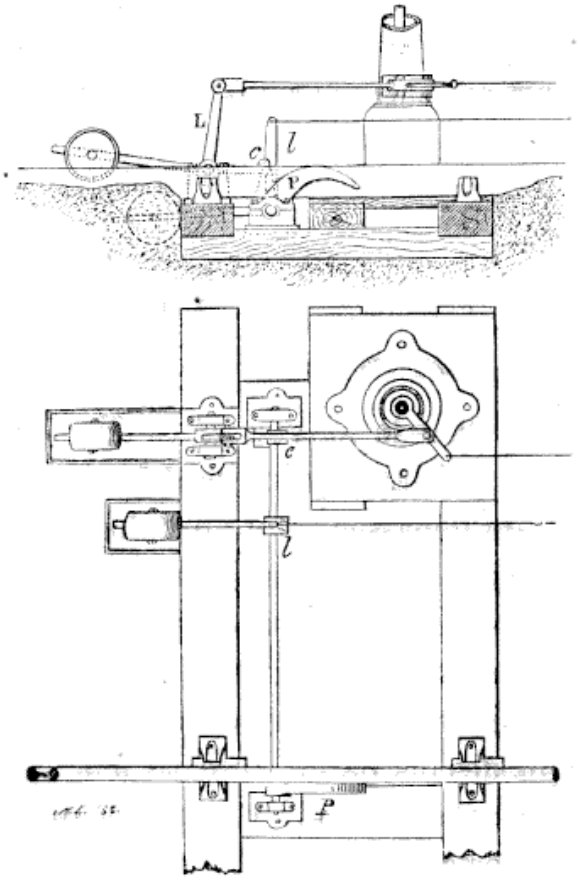


Fig. 364. Signal automoteur Limouse. 1/50.

On en a vu quelques applications sur le Nord-Est suisse.

La figure 364 indique la position du levier de rappel L lorsque le disque est effacé, c'est-à-dire lorsque la voie est libre. Ce levier est alors maintenu au moyen du crochet *c* monté sur un arbre portant à l'une de ses extrémités un levier *l* servant pour la manœuvre à la main, et à l'autre extrémité une pédale P pour la manœuvre à la machine. Cet appareil exige deux fils de transmission s'enroulant autour de deux cylindres montés sur un treuil placé au point qu'il s'agit de défendre.

Manœuvre à la main. — Pour fermer le disque à distance, il suffit de faire tourner l'un des cylindres du treuil, de façon à tendre le fil et à rappeler le levier *l* de la pédale ; le déclic ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crochet *c*, étant monté sur le même arbre que ce levier, suit son mouvement; alors la bascule du levier de rappel du disque se décroche, entraînée par son contre-poids, se renverse en arrière et, au moyen d'une bielle de connexion, oblige le disque à faire un quart de révolution et à se placer perpendiculairement à la voie, par conséquent à présenter sa face rouge vers le côté d'où vient le train. L'appareil étant en cet état, si l'on veut effacer le disque pour rendre de nouveau la circulation libre, il suffit de faire faire un demi-tour au deuxième cylindre du treuil; la bascule, revenant alors en avant, ramène le disque à la position parallèle à la voie, et le crochet, entraîné par son contre-poids, reprenant sa position première, l'appareil est remis en état de fonctionner à nouveau.

Manœuvre à la machine. — Le disque étant effacé et la voie libre, lorsqu'un train arrive, la première roue de la machine rencontre la pédale P et la force à s'abaisser de toute la hauteur du boudin de la roue; ce mouvement oblige l'arbre et le crochet à décrire une révolution partielle. Alors, la bascule se renversant, le disque se ferme de la même manière que dans la manœuvre à la main; au même instant le fil qui communique avec le cylindre du treuil est entraîné par le levier. Un petit contre-poids sortant d'un puits indique à l'agent chargé de la manœuvre que le disque vient d'être fermé et mis à l'arrêt.

Ce résultat se produit naturellement dans le cas de manœuvre à la main, et le disque étant effacé, le contre-poids, par l'effet contraire, redescend dans le puits, ce qui indique que la voie est libre.

Les matériaux entrant dans la construction d'un disque Limouse sont à peu près les suivants :

Poids des fontes pour un appareil.....	250^{k}
Poids des fers.....	225
Fil de fer recuit, pour une transmission de 800 mètres de longueur.....	140
Châssis en bois de chêne.....	0^{m3},5

La disposition que nous venons de décrire présente cepen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dant l'inconvénient de laisser la pédale exposée au choc de toutes les roues des trains. On éviterait cet inconvénient en modifiant la transmission de mouvement de la pédale au signal, de manière à la retenir au bas de sa course dès qu'elle a décroché le contre-poids du levier de rappel.

On pourrait, en outre, avancer la pédale à quelques mètres en avant du disque signal, pour permettre au mécanicien de s'assurer que le disque est mis à l'arrêt par la machine et non par la gare vers laquelle il se dirige.

286. Transmission de mouvement. — Nous avons vu plus haut comment s'opérait la dilatation et la manœuvre des fils; il nous reste à examiner les organes de la transmission de mouvement du levier de manœuvre au signal.

Ce mouvement est en général transmis par un ou deux fils passant sur des crochets, ou mieux sur des poulies en fonte fixées à des piquets en bois qui sont enfoncés de $0^m,300$ environ dans le sol.

Fil. — Le diamètre du fil a $0^m,0027$ au Nord, $0^m,003$ à l'Est, $0^m,0044$ à l'Ouest. A la Méditerranée, on applique le fil de $0^m,004$ pour les longueurs de transmission inférieures à 1 600 mètres; au delà de 1 600 mètres, on prend $0^m,005$. — Voir, pour les poids, t. I, 88.

Le fil de fer est galvanisé pour le préserver de l'oxydation. On le fournit en bottes d'environ 200 mètres de développement; et comme cette longueur est toujours insuffisante, on relie les différents tronçons par des bagues en fer creux galvanisé, ou, à défaut, par des ligatures formées en faisant faire au fil une boucle et plusieurs révolutions sur lui-même (fig. 365).

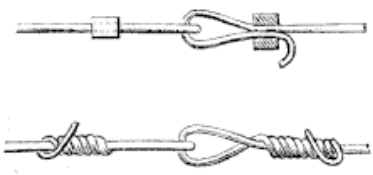


Fig. 365. Ligature des fils de transmission. 1/5.

Piquets. — Les piquets ont généralement les dimensions suivantes :

	Longueur.	Equarrissage.
Piquets pour poulies à 1 fil	$1^m,000$	$0^m,100 \times 0^m,100$
— 2 fils	1 ,000	0 ,125 × 0 ,125
— 3 fils	1 ,000	0 ,150 × 0 ,150
Piquets pour 2 poulies verticales superposées.	1 ,250	0 ,100 × 0 ,100

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Supports-poulies. — Il y en a de deux espèces : les poulies verticales et les poulies horizontales ou inclinées.

Les premières (fig. 366), d'un diamètre de $0^m,060$, s'emploient dans les alignements droits de la transmission. Elles tournent autour d'un axe en fer rivé de chaque côté des joues d'un support en fonte. Ce support se termine en dessous de la semelle par un appendice qui se loge dans un trou pratiqué à la tête d'un piquet; la semelle est percée de deux trous destinés à recevoir des vis à bois qui fixent le support sur le piquet. Les joues de ce support, prolongées au-dessus de la poulie, sont percées d'un trou dans lequel passe une goupille fendue, destinée à maintenir le fil de fer dans la gorge de la poulie.

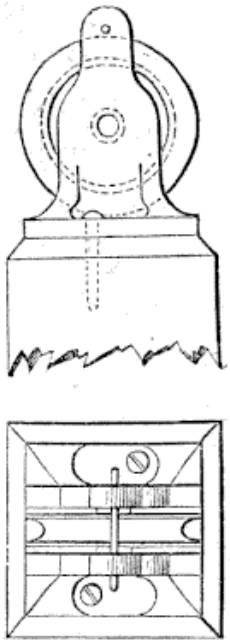


Fig. 366. Support à poulie simple verticale. 1/5.

Les poulies de support du fil sont, en général, distantes entre elles de 15 mètres en ligne droite.

En courbe, le fil décrit un polygone dont chaque sommet est marqué par une poulie horizontale ou inclinée (fig. 367) de $0^m,120$ de diamètre.

Le support de cette poulie est disposé en T simple, formé d'une semelle et de deux branches perpendiculaires à la semelle.

L'axe de la poulie est fixé sur cette semelle, qui, en général, se place horizontalement sur la tête du piquet. La branche inférieure est percée de deux trous, dans lesquels passent les vis d'attache contre le piquet; la branche supérieure s'élève au-dessus de la poulie et reçoit une goupille qui empêche celle-ci de sortir de son axe; le fil d'ailleurs ne peut quitter la

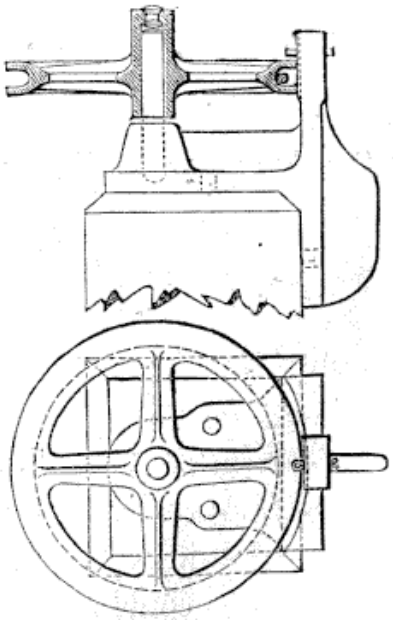


Fig. 367. Support à poulie simple horizontale ou inclinée. 1/5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gorge, qui se trouve fermée par une portée venue de fonte dans la branche verticale.

M. West, ancien ingénieur à la compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, cherchant à ramener à un seul type toutes les poulies de transmission verticales, horizontales et inclinées, a proposé une poulie du diamètre moyen de $0^m,080$ (fig. 368). Le support, analogue à celui de la poulie horizontale, porte à la partie supérieure de la branche verticale un appendice en retour d'équerre qui reçoit un goujon goupillé, placé dans le prolongement de l'axe de la poulie pour l'empêcher de sortir. Pour poser le fil, il faut retirer le goujon, soulever la poulie jusqu'à ce que la gorge se trouve en face d'un évidement ménagé à cet effet dans la branche supérieure, laisser redescendre la poulie qui entraîne le fil et replacer le goujon.

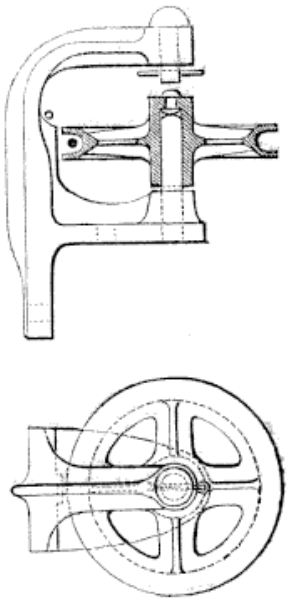


Fig. 368. Support à poulie simple verticale, horizontale ou inclinée. 1/5.

Cette ingénieuse disposition mériterait la préférence sur toute autre, en raison de sa simplicité, si le diamètre de la poulie n'était pas trop petit pour les transmissions en courbe. D'après les calculs relatifs à cette partie du signal — 290 —, on voit que la résistance des fils croît en raison inverse du diamètre des poulies inclinées et horizontales. Sur les poulies verticales, cette résistance est très-faible et ne serait pas sensiblement amoindrie par l'augmentation du diamètre de la poulie, tandis qu'elle serait considérablement accrue par la diminution du diamètre de la poulie horizontale ou inclinée.

Pour les courbes d'un rayon dépassant 600 mètres, on place dans l'intervalle des sommets, comme en ligne droite, de petites poulies verticales.

Pour les courbes inférieures à 600 mètres de rayon, les poulies horizontales ou inclinées sont distantes de 15 mètres.

Au chemin du Nord, dans les transmissions en courbe, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

place toujours l'appareil de tension que nous avons décrit — 284, fig. 359 — à un sommet de la courbe. Les poulies verticales employées dans la pose en ligne droite sont distantes de 25 mètres. Dans les courbes, les distances des poulies horizontales ou inclinées sont de :

25^{m}	pour les courbes d'un rayon	inférieur à 500^{m}
50	—	de 500^{m} à 800
75	—	de 800 à 1 200
100	—	de 1 200 et au-dessus.

On voit que deux poulies horizontales ou inclinées sont séparées par :

1	poulie verticale pour un rayon	de 500 à 800^{m}
2	poulies verticales	— 800 à 1 200
3	—	— 1 200 et au-dessus.

Quand, pour franchir les viaducs, on n'est pas obligé de donner au fil une inflexion brusque, la transmission suit de préférence à l'intérieur du parapet; l'entretien en est plus facile.

Lorsque le fil doit passer sous terre, on le renferme dans des boîtes en bois à section carrée de 0^{m},15 à 0^{m},20 de côté ou dans des tuyaux en fonte de 0^{m},060 de diamètre. Ce tuyau est interrompu tous les 8 mètres par une boîte renfermant une poulie.

Si des voies latérales viennent se brancher sur la voie principale, entre le levier de manœuvre et le signal, il faut, autant que possible, éviter de poser le fil obliquement sous ces voies, car on devrait le tenir en dessous du niveau inférieur des traverses et même du ballast; il est préférable de traverser la voie latérale perpendiculairement à son axe et de passer entre deux traverses, ce qui est toujours facile. On emploie dans ce cas deux grandes poulies de renvoi de 0^{m},350 à 0^{m},400 de diamètre.

Lorsque ces voies latérales ne sont que des voies de garage, on peut souvent reporter le fil à l'extérieur de ces voies et ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mettre de poulies de renvoi qu'à leur extrémité ; ou bien encore supprimer les poulies de renvoi, en faisant décrire au fil une double courbe de 300 mètres de rayon sur poulies inclinées ou horizontales.

Quand la transmission doit longer une gare de marchandises, elle peut devenir gênante par sa présence ou difficile à établir de ce côté ; aussi aura-t-on souvent intérêt à la reporter, ainsi que le levier de manœuvre, de l'autre côté des voies.

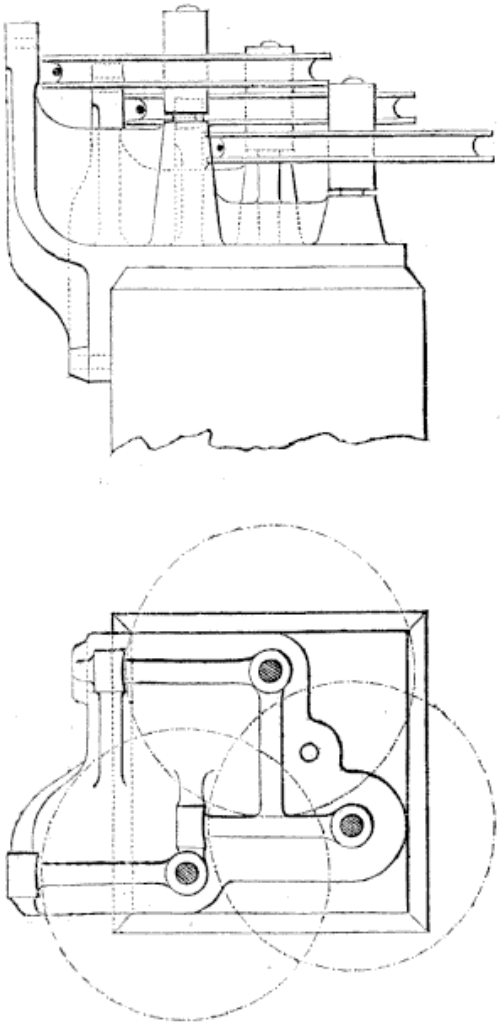


Fig. 369. Support à trois poulies horizontales ou inclinées. 1/5.

Lorsque plusieurs fils de signaux suivent le même parcours, on les fait passer sur des poulies distinctes attachées à un support unique.

Dans les supports à deux et à trois poulies verticales, celles-ci sont montées sur un même axe ; elles sont séparées par des joues venues de fonte avec la semelle du support et moins élevées que les joues extérieures. Ces dernières sont disposées comme celles du support à une poulie, et reçoivent seules la goupille destinée à maintenir les fils dans les gorges des poulies.

Les supports à deux et à trois poulies horizontales (fig. 369) sont un peu plus compliqués par la nécessité de placer les poulies sur des axes différents et de faire venir de fonte avec la semelle deux ou trois branches à goupille pour retenir les poulies sur leurs axes et les fils dans leurs gorges.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les piquets qui supportent les poulies sont enfoncés de manière que le fil, dans les points les plus bas, soit au moins à $0^m,30$ ou $0^m,35$ du sol. Une saillie de $0^m,70$ au-dessus du sol suffit dans la plupart des cas. Quand le fil doit se relever brusquement pour arriver aux appareils de manœuvre, de tension

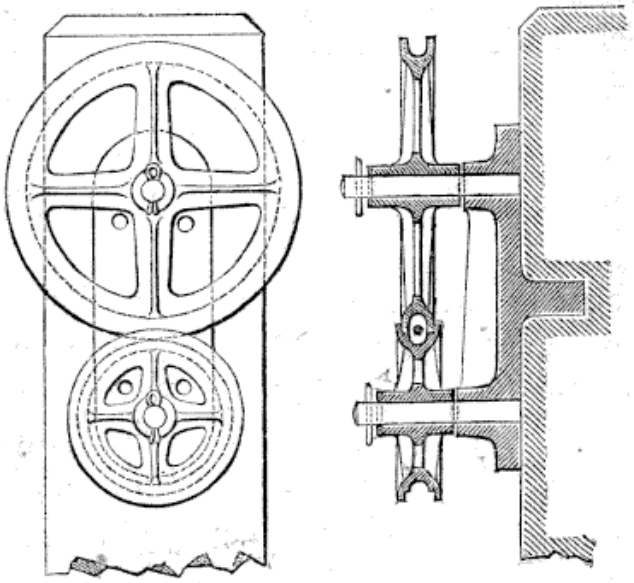


Fig. 370. Support à deux poulies verticales superposées. 1/5.

ou de rappel, on le fait passer entre deux poulies verticales (fig. 370) fixées sur un même support.

287. SIGNAUX DE PROTECTION. — Les signaux à distance mis à l'arrêt défendent convenablement les points que les trains ne doivent point atteindre ; mais les trains arrêtés en pleine voie devant un disque ont eux-mêmes besoin d'être *couverts*, c'est-à-dire défendus contre les atteintes des trains suivants — EXPLOITATION, TRAINS —. Pour prévenir cet accident, le mécanicien a l'ordre de marquer l'arrêt devant le signal avancé tourné au rouge, puis de s'avancer au pas, franchir le signal et s'arrêter définitivement quand le train se trouve à une distance suffisante du signal avancé pour que ce dernier le protége contre l'arrivée du train suivant. Afin de ne laisser aucune incertitude dans les questions des distances à observer, les chemins de Lyon et de l'Est emploient des *poteaux de protection* qui marquent la limite que le dernier wagon du train doit atteindre pour que le convoi soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

efficacement couvert par le signal avancé. Ces poteaux portent un tableau-lanterne de $0^m,50$ sur $0^m,30$ de hauteur avec l'inscription suivante en lettres noires ou bleues sur fond blanc, visible de jour et de nuit quand la lanterne intérieure est allumée :

LIMITE DE PROTECTION
DU DISQUE
SAUF EN CAS DE BROUILLARD

Ces tableaux, fixés à la hauteur des portières, sont placés perpendiculairement à la voie, à la gauche des trains arrivants, l'inscription faisant face à ces trains.

La distance entre les disques avancés et les poteaux de protection est au minimum de 400 mètres ; l'emplacement de ces poteaux est en outre déterminé de telle façon qu'entre leur pied et le point d'où on peut apercevoir nettement le disque avancé qui les couvre, il existe toujours au minimum une distance de 800 mètres lorsque le profil est en rampe, en palier ou en pente de $0^m,005$ au plus, et de 1 000 mètres lorsque la pente dépasse $0^m,005$ par mètre.

Disques spéciaux. — Depuis 1867, le chemin de fer de l'Ouest applique des signaux spéciaux ayant pour but d'indiquer à distance les points que les mécaniciens ne doivent pas franchir.

Afin d'éviter toute confusion possible entre les signaux à distance que tout train doit franchir pour se couvrir, et les signaux prescrivant l'arrêt absolu, on a adopté pour le jour tantôt le disque rond à potence amené en travers de la voie à défendre, tantôt le disque rectangulaire en usage sur le Nord. Ce signal est reproduit à distance par un signal ordinaire, afin d'éviter toute surprise.

Pour la nuit, on se sert d'une lanterne à deux feux de couleur différente, espacés de $0^m,50$.

La lumière qui produit ces deux feux est placée au centre de la lanterne. Elle projette ses rayons lumineux, au moyen de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux réflecteurs paraboliques, sur deux miroirs faisant un angle de 45 degrés, qui les renvoient dans la direction de la voie à travers deux verres rouges *dépolis* distants de $0^m,50$ l'un de l'autre. Les verres sont dépolis afin que, par le rayonnement, les deux faisceaux de lumière ne se confondent pas en un seul à distance.

On assurerait peut-être mieux encore le résultat cherché en employant deux feux colorés différemment, à la condition que les couleurs ne fussent pas complémentaires.

La compagnie de l'Est emploie des disques *carrés* qui doublent les signaux avancés et couvrent aussi certains points nécessitant une protection particulière.

A l'approche des points où les trains doivent ou annoncer leur arrivée au moyen du sifflet de la locomotive ou indiquer par un nombre déterminé de coups la direction qu'ils ont à suivre, on place un poteau surmonté d'une grande lanterne avec un verre blanc dépoli portant en grosses lettres rouges le mot :

SIFFLEZ

On a aussi installé dans quelques gares des poteaux indiquant aux mécaniciens les points où ils doivent arrêter leur machine pour que toutes les voitures à voyageurs soient normalement placées devant le quai de débarquement.

Pétards, — knall-signal. — Pour s'assurer que les mécaniciens ne franchissent pas les derniers disques de protection placés à l'arrêt, on ajoute à ces signaux une tringle horizontale mue par une manivelle calée sur l'arbre du disque. Cette tringle porte à son extrémité libre un pétard qui s'avance sur le rail voisin quand le disque ferme la voie. Si le pétard est écrasé, on a là une preuve irréfragable de la désobéissance du mécanicien, puisque les roues de sa machine ont fait éclater le pétard.

288. CONTROLE DES SIGNAUX AVANCÉS. — L'éloignement, le brouillard, l'obscurité, l'interposition d'un obstacle à la vue di-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

recte rendent très-souvent invisibles les signaux avancés. Le personnel responsable de la manœuvre et de l'efficacité de ces signaux a cependant un intérêt majeur à savoir qu'ils remplissent ou non l'office voulu, c'est-à-dire que le disque marque la voie libre ou la voie interceptée, que la lanterne est en activité ou éteinte.

De nombreux et déplorables accidents n'ont pas eu d'autre cause que la fausse sécurité donnée aux agents par la persuasion que, la manœuvre des disques étant effectuée, le signal avancé couvrait indubitablement le point à protéger, alors que par une cause fortuite ce signal ne présentait aucun signe de défense.

Pour prévenir les erreurs de ce genre, on a employé ou proposé les moyens suivants :

Disques répétiteurs. — Ce sont des signaux secondaires placés près des leviers de manœuvre des disques principaux, et commandés par des fils en retour mis en mouvement par les disques principaux. Mais il est évident que le fonctionnement de ces disques répétiteurs est complétement dépendant de la transmission de mouvement. Aussi ce procédé a-t-il beaucoup de chances d'occasionner des erreurs.

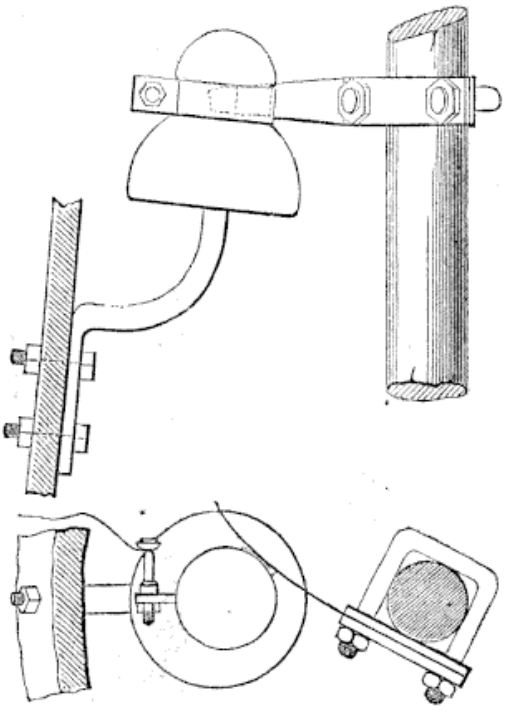


Fig. 371. Commutateur de sonnerie électrique. 1/5.

Sonneries répétiteuses. — Les chemins français ont généralement adopté, pour contrôler la position des disques avancés, des sonneries répétiteuses qui ne fonctionnent que quand le disque est placé à l'arrêt. On obtient ce résultat par l'emploi d'un commutateur qui interrompt ou établit un courant électrique, suivant que le signal ouvre ou ferme la voie.

Ce commutateur (fig. 371) se compose d'une lame d'acier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

flexible, qui tantôt est fixée sur l'arbre du disque et vient s'appuyer sur un collier, isolé par une cloche en porcelaine et relié au fil conducteur du courant électrique quand le disque est fermé, tantôt est attachée au support fixe et au fil conducteur, et reçoit le contact d'une tige rigide tournant avec l'arbre du signal. Quand celui-ci est à l'arrêt, le courant électrique passe et agit sur une sonnerie placée près du levier de manœuvre (fig. 372). Cette sonnerie se fait entendre pendant tout le temps que le signal est à l'arrêt. Le signal effacé, le commutateur se sépare du contact, le courant est interrompu et la sonnerie devient muette.

La pile contient 12 éléments Daniell — troisième partie, EXPLOITATION, MESURES DE SÉCURITÉ —. Son pôle zinc est relié à la terre, et le pôle cuivre à l'une des extrémités du fil de l'électro-aimant de la sonnerie.

La sonnerie se compose d'un électro-aimant, d'une palette en fer armée d'un marteau et d'un timbre. L'électro-aimant, sous l'in-

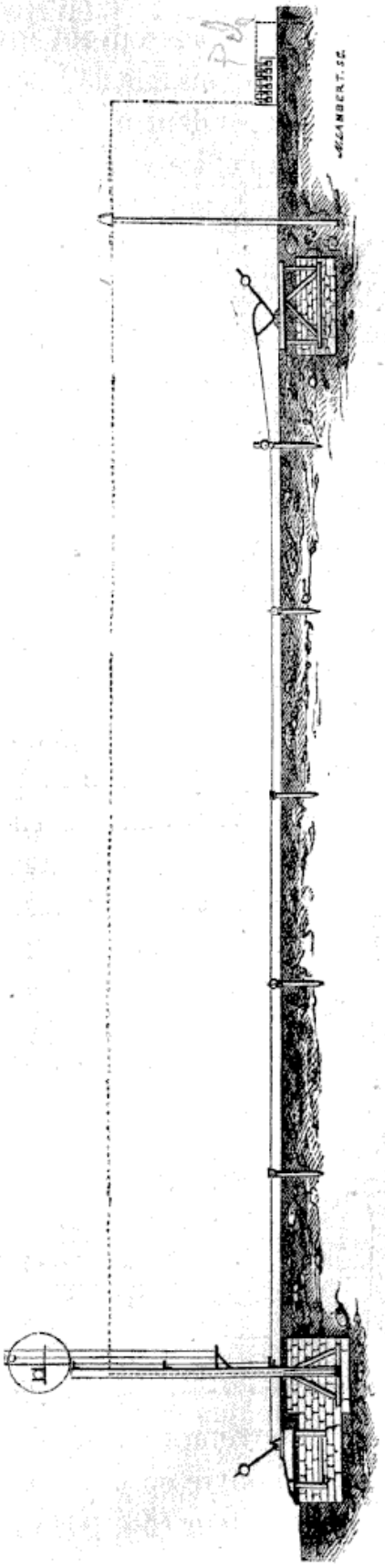


Fig. 372. Transmission de mouvement des signaux (Ouest). — Circuit électrique. 1/200.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fluence du courant établi par le contact du commutateur, attire la palette et par suite le marteau, qui frappe sur le timbre. Cette palette est ramenée en arrière par un ressort quand le courant cesse de passer. A cette palette aboutit la seconde extrémité du fil de l'électro-aimant. Lorsqu'elle est rappelée par le ressort, la palette bute contre un contact d'où part le fil de ligne qui conduit le courant au commutateur du signal. Quand le disque marque l'arrêt, le commutateur est au contact, le courant circule autour de l'électro-aimant, la palette à marteau est attirée et frappe le timbre; mais, en se rapprochant de l'électro-aimant, elle a quitté son arrêt et, par suite, interrompu le courant; la palette cesse d'être attirée par l'électro-aimant, et sous l'action de son ressort elle revient à son arrêt, rétablit le courant, qui l'attire de nouveau vers l'électro-aimant, et ainsi de suite, pendant tout le temps que dure le contact du commutateur du signal tourné à l'arrêt.

Signaux à transmissions multiples. — On a souvent besoin de protéger plusieurs points à l'aide d'un seul signal: par exemple, une station précédée de plusieurs passages à niveau très-fréquentés. Il faut dans ce cas pouvoir manœuvrer et maintenir ce signal à l'arrêt pour chacun des points à défendre, indépendamment des autres. Par conséquent, le disque ne doit pouvoir s'effacer que quand *toutes* les manœuvres ont été effectuées.

Dans ce but, chacun des leviers de manœuvre agit sur un fil de transmission et un levier de rappel distincts. Les leviers de rappel (fig. 373) sont montés sur un même axe, qui porte un autre levier à contre-poids et deux bras réunis par une tringle horizontale contre laquelle butent les leviers de rappel. Cette tringle horizontale commande à son tour le balancier du signal. Pour mettre le signal à l'arrêt, il suffit qu'un seul des leviers de rappel appuie sur la tringle horizontale, et, par conséquent, que ce même levier soit relevé, tous les autres étant d'ailleurs abattus, pour que le disque soit maintenu à l'arrêt jusqu'à ce que le dernier levier soit abattu à son tour.

Les fils de transmission sont placés parallèlement, à $0^m,12$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moins d'axe en axe, et les piquets voisins de transmissions différentes à $0^m,50$ au moins l'un de l'autre.

Les sonneries des disques à transmissions multiples ne sont plus mises en mouvement par un commutateur placé sur l'arbre du signal, mais bien par un nombre de commutateurs égal à celui des transmissions, et disposés vers les leviers de rappel

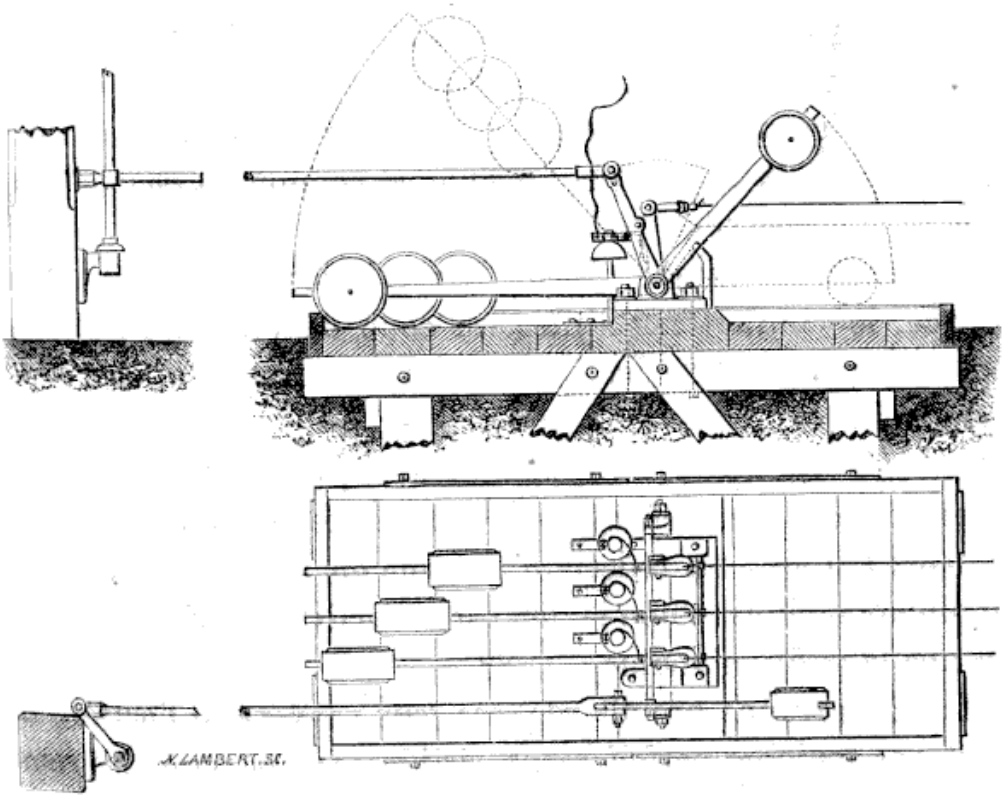


Fig. 373. Support à deux poulies verticales superposées. 1/50.

(fig. 373), une sonnerie spéciale aboutissant auprès de chaque appareil de manœuvre.

Disque répétiteur électrique. — Certains postes de bifurcation commandent parfois jusqu'à quatre ou cinq signaux à distance, qui renvoient chacun, par sonnerie répétiteuse, l'indication de leur mise à l'arrêt. Quand plusieurs de ces sonneries sont en activité, le chef du poste distingue difficilement celles qui sont au repos de celles qui fonctionnent.

Au chemin de Paris-Lyon-Méditerranée, on a remplacé la sonnerie répétiteuse de chaque signal par un petit signal répétiteur électrique qui fonctionne de la manière suivante : lorsque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'un quelconque des signaux de la bifurcation occupe la position voulue pour régler la marche des trains, il ferme un circuit électrique qui aboutit à un électro-aimant installé dans le poste. Le courant, en passant dans les bobines, attire vers leurs pôles une armature montée excentriquement sur la tige du petit signal et fait décrire un quart de circonférence au disque de ce petit signal, qui prend dans le poste la position analogue à celle occupée par le signal avancé auquel il correspond. Quand le surveillant efface le disque du signal avancé, le circuit électrique est ouvert, l'électro-aimant cesse d'agir sur l'armature de la tige du petit disque, et celui-ci est effacé à son tour par l'action d'un petit ressort.

En même temps que s'opère la révolution partielle du petit disque, le courant fait tinter un coup de sonnerie suffisant pour avertir le surveillant que le signal avancé a obéi à la manœuvre.

Miroirs réflecteurs. — Nous avons dit, que pour renseigner le personnel de surveillance sur l'état du feu de la lanterne des signaux avancés, un réflecteur renvoie en arrière un faisceau lumineux indiquant que le feu est en activité et que le signal occupe la position voulue — 283 —.

Durant certains brouillards, ces feux renvoyés à l'arrière ne sont pas toujours parfaitement visibles. On pourrait les remplacer par des disques répétiteurs électriques qui fonctionneraient d'une manière analogue aux précédents, mais sous l'action de la chaleur de la lampe seulement.

289. SIGNAUX DE BIFURCATION. — Le point où une ligne se détache d'une autre ligne forme une *bifurcation*. Trois trains pouvant se présenter en même temps pour franchir le point de soudure s'y rencontreraient immanquablement si leur passage n'était pas réglé à l'aide de signaux avancés.

A cet effet, chacune des trois directions composant une bifurcation simple doit être protégée par trois signaux au moins :

1° Un signal fixe, *indicateur de la bifurcation*, placé à 800 mètres environ de la pointe des aiguilles ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Un *disque d'arrêt*, placé dans chaque direction à 60 mètres au moins du point à couvrir;

3° Un *disque à distance*, assez éloigné du disque d'arrêt pour couvrir un train arrêté à ce signal. Cette distance varie, suivant les pentes ou rampes et les circonstances locales, entre 700 et 1 000 mètres.

Ces signaux sont d'ailleurs indépendants des signaux de branchement dont nous avons parlé, et destinés à indiquer le sens dans lequel les aiguilles sont placées — 247 —.

Au chemin du Nord, on a établi en outre dans chaque direction :

— Deux poteaux, l'un contigu au disque d'arrêt et l'autre à 100 mètres en deçà, servant à contrôler la vitesse des trains;

— Des poteaux hectométriques entre les poteaux kilométriques existant aux abords des bifurcations, de façon qu'avant comme après les aiguilles, il y ait au moins 1 kilomètre entier subdivisé. La coïncidence d'un poteau kilométrique avec la pointe des aiguilles étant tout à fait exceptionnelle, il en résulte qu'on peut compter pour chaque bifurcation 3 kilomètres subdivisés — § IV —.

On n'a pas placé d'indicateurs de bifurcation dans l'intérieur des triangles ni à la sortie des stations, où la position de ces bifurcations est parfaitement connue.

L'indicateur de bifurcation se compose d'un voyant carré en tôle, de $0^m,90$ de côté, peint en mire, mi-partie vert et blanc. Une lanterne s'accrochant sur le côté, au-dessous du voyant, présente un feu vert du côté de l'arrivée des trains.

Sur le tableau blanc se détache en couleur le mot BIFURCATION.

Le disque d'arrêt ne diffère du disque à distance qu'en ce que le voyant est carré, de $0^m,90$ de côté, peint en mire, mi-partie rouge et blanc. La lanterne est à feu rouge.

Dans le principe, les lanternes des disques d'arrêt étaient disposées de manière que la lumière du quinquet était vue de l'agent qui manœuvrait le disque, aussi bien quand ce disque était à voie libre que quand il était à l'arrêt, mais sans aucune indication spéciale à chaque position, c'est-à-dire que dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux cas la lumière était vue à travers un verre blanc. Afin que l'on puisse vérifier que le disque a bien manœuvré, on a remplacé la vitre correspondant à la voie libre par un petit volet à coulisse en tôle, de façon que dans cette position la lumière ne soit plus aperçue par l'aiguilleur. Mais si la lumière s'éteint, il y a incertitude.

Le disque à distance est celui que nous avons décrit — 283 —.

Quand ces signaux se trouvent en dehors des voies, l'arbre vertical ou le poteau se place toujours à 2 mètres du rail le plus voisin. Si on les établit entre deux voies, il faut que l'entrevoie ait au moins 3 mètres.

Quand cette largeur n'existe pas, on l'obtient par un ripage des voies, et on élève les disques d'arrêt et les disques à distance, de façon que le centre du voyant soit à $3^m,70$ au-dessus du niveau des rails.

Afin que le service d'une bifurcation puisse toujours être fait par un seul homme, on a groupé autour des leviers de

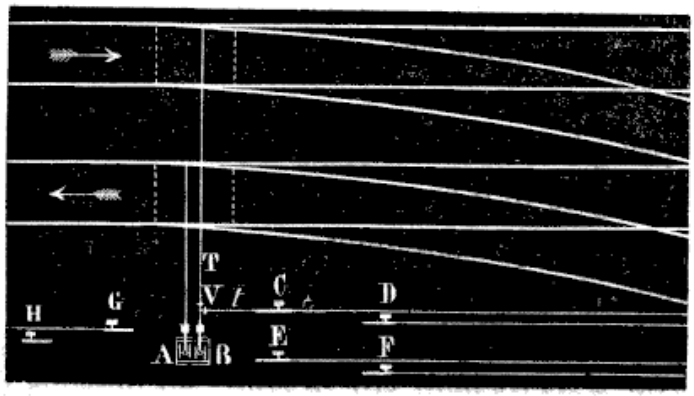


Fig. 374. Disposition des leviers de branchement et de signaux aux bifurcations.

manœuvre des changements de voies les leviers de tous les disques, comme le montre la figure 374.

A, B sont les leviers de manœuvre des deux changements de voie qui mettent chacune des voies de l'embranchement en communication avec la voie principale correspondante. Les trains impairs se dirigeant de la ligne principale vers l'embranchement suivent la voie impaire, passent sur l'aiguillage manœuvré par le levier B et entrent dans la voie impaire de l'embranchement en traversant la voie principale paire. Cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traversée peut donner lieu à une collision si un train suivant la voie principale paire arrive à la traversée de l'embranchement au moment où un train impair s'y engage.

D'un autre côté, les trains pairs de la ligne principale et de l'embranchement peuvent se présenter en même temps pour passer l'aiguillage manœuvré par le levier A : collision. Il faut donc, pour prévenir ces accidents, disposer des signaux pour arrêter tout train qui approche de la bifurcation et ne le laisser passer que lorsqu'on est sûr de la marche des autres trains. Dans chaque direction, — voie impaire principale, voie paire principale, voie paire embranchement —, on a un disque avancé et un disque d'arrêt ; C, E, G sont les leviers de manœuvre des disques d'arrêt ; D, F, H, les leviers de manœuvre des disques à distance. Les leviers de changements de voie étant considérés comme centre du poste, on voit que les positions des leviers des disques ont été déterminées de façon à représenter la direction desservie par les disques et leur éloignement relatif du poste. Ces leviers se trouvent d'ailleurs assez espacés les uns des autres pour que le même agent ne puisse pas en manœuvrer deux à la fois.

L'aiguille de la voie de départ, autrement dit *l'aiguille en pointe*, doit toujours, dans sa position normale, être disposée de façon à diriger les trains vers la gauche. Par cette mesure, on évite toute chance de collision entre un train partant et un train de retour ; mais il faut, pour que cet accident soit absolument impossible, que l'aiguilleur ne puisse pas ouvrir le disque d'arrêt de la voie de retour, lorsque l'aiguille en pointe n'est pas dans sa position normale, et réciproquement que si le disque de retour est ouvert, on ne puisse plus manœuvrer l'aiguille.

Le système d'enclanchement Vignier, que nous avons décrit — 245 —, trouve ici une très-fructueuse application, car il rend solidaire la manœuvre des disques avancés et celle des aiguilles. Par là, aucun de ces disques ne peut être effacé avant que les autres soient placés à l'arrêt.

Donc, si les mécaniciens observent rigoureusement leurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

instructions, il n'y a pas de collision possible, et la sécurité des trains ne se trouve nullement compromise par la négligence de l'aiguilleur.

L'enclanchement de l'aiguille par le disque E serait sans utilité, car un train en retour sur la bifurcation ne peut jamais rencontrer un train partant, quelque direction qu'il suive.

La figure 374 suppose le poste établi à droite de la bifurcation. On peut aussi bien l'établir à gauche ; mais alors, le disque C devant toujours avoir son levier à l'extrême gauche, il faudra, en vue de l'enclanchement, allonger les tringles de manœuvre des changements de voie. La disposition du terrain détermine d'ailleurs le côté que l'on doit choisir pour l'établissement du poste.

L'ordre de service du chemin de fer du Nord que nous reproduisons ici concerne la manœuvre des signaux de bifurcation installés à l'embranchement de Soissons, sur les lignes de Paris à Chantilly et à Pontoise. La figure 295, pl. XIX, représente l'ensemble des dispositions auxquelles se rapportent les prescriptions suivantes :

Poste n° 5. — L'aiguilleur du poste n° 5 est chargé de la manœuvre des aiguilles 11 et 12, des disques d'arrêt et à distance qui les protégent, ainsi que de celle des disques de correspondance dont il sera parlé plus loin (poste n° 7).

L'aiguille 12 est habituellement ouverte dans la direction de Soissons. Pour les trains qui marchent dans cette direction, l'aiguilleur n'a rien à faire que de leur ouvrir le disque à pétard. Pour ceux qui prennent la voie IV, il doit faire l'aiguille 12, ouvrir le disque à pétard, observer si un train s'engage devant son poste sur la voie I ou sur la voie II, et se tenir prêt à répondre quand un des disques à distance placés près de lui se fermera.

Poste n° 6. — L'aiguilleur du poste n° 6 est chargé de régler l'ordre de passage des trains sur toutes les voies de retour ; son poste est établi sur une plate-forme à peu près de niveau avec la voie de Soissons (départ), d'où il manœuvre l'aiguille 14 et les disques d'arrêt et à distance qui couvrent les trois directions venant de Pontoise, de Chantilly et de Soissons. Il laisse, en général, passer les trains dans l'ordre où ils se présentent, en évitant cependant d'engager un train de marchandises sur la voie de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chantilly (retour), lorsqu'un train de voyageurs est en vue ou annoncé sur cette voie ou sur celle de Soissons (retour).

Poste n° 7. — L'aiguilleur du poste n° 7 est chargé de la manœuvre des aiguilles 15, 16, 17, 18 et des disques qui les couvrent.

Les aiguilles 15 et 16 sont habituellement placées de manière à donner la direction de la voie de sûreté VII ; elles sont couvertes par un disque à pétard placé à 60 mètres en avant de l'aiguille 15.

Les aiguilles 17 et 18 sont toujours ouvertes pour donner passage aux voies I et II ; leurs contre-poids sont clavetés dans cette position.

Tout train arrivant par la voie IV est tenu de s'arrêter avant le disque à pétard de l'aiguille 15. Il demande alors sa direction — 376 —. Si le train doit se diriger vers la droite (Pontoise), l'aiguilleur ferme le disque à pétard et le disque à distance qui couvrent l'aiguille 17.

Si, en ce moment, aucun train n'est engagé sur la voie de Pontoise entre le disque à distance et l'aiguille 15, l'aiguilleur du poste n° 5 en informe le poste n° 7, en ouvrant le disque de correspondance affecté à la voie de Pontoise et placé près du poste n° 7.

L'aiguilleur du poste n° 7 fait alors l'aiguille 15 ; il ouvre le disque à pétard qui la couvre et le train passe ; l'aiguilleur remet alors l'aiguille 15 dans sa position normale, et, après le délai réglementaire, il remet à voie libre les disques qu'il a fermés pour couvrir cette aiguille.

Si le train demande la direction à gauche (Chantilly), l'aiguilleur ferme les disques qui couvrent l'aiguille 18, consulte, comme dans le cas précédent, son collègue du poste n° 5, et sur sa réponse donnée à l'aide du disque de correspondance affecté à la voie de Chantilly, il fait l'aiguille 16 et ouvre le disque à pétard de la voie IV.

Les aiguilles 15 et 16 étant habituellement placées de manière à diriger les trains sur la voie de sûreté VII, si un train ne se rend pas suffisamment maître de sa marche, s'il écrase le pétard, s'il franchit l'aiguille 15 et même l'aiguille 16, il lui sera toujours facile de s'arrêter avant de s'engager sur les voies de circulation. Une fois arrêté, il ne repartira que sur l'ordre de l'aiguilleur, lequel ne donnera cet ordre qu'après avoir, comme il a été dit plus haut, fermé les disques de la voie de Pontoise et reçu la réponse du poste n° 5. Le train repartira alors et rentrera sur la voie de Pontoise par l'aiguille 19 ; s'il est à destination de la ligne de Chantilly, il fera, dans la gare de Saint-Denis les manœuvres nécessaires pour rentrer dans sa route.

290. Calculs relatifs aux signaux avancés. — *Résistance au mouvement.* — Nous avons vu que les fonctions des leviers de manœuvre et de rappel consistent à ramener le disque du signal de la position parallèle à la direction perpendiculaire à la voie ou réciproquement, en lui faisant décrire un quart de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

révolution. Les leviers ne peuvent produire ce résultat qu'en exerçant sur le fil une tension supérieure à la somme des résistances de l'appareil.

Ces résistances, variant avec le système de manœuvre et l'état de graissage des pièces frottantes, doivent être calculées pour chaque cas particulier. Elles comprennent :

— La résistance du disque;

— Le frottement du fil sur ses supports ;

— Le frottement du levier de manœuvre.

Dans les calculs qui suivent, nous supposons toutes les pièces convenablement lubrifiées.

Résistance du disque. — Nous adopterons les notations suivantes :

π, poids de l'arbre du disque complétement monté;

d, le quart du diamètre du pivot, représentant la distance de l'axe à l'arc où s'exerce le frottement;

D, la longueur minima du levier d'action sur l'axe du mât;

f, le coefficient de frottement supposé égal à 0,10.

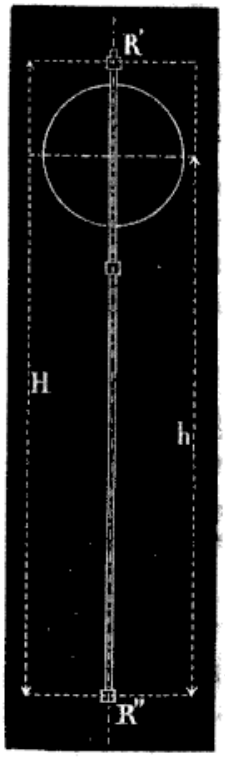


Fig. 375.

La résistance sur le fil sera donnée par la formule :

$$R = f\pi \frac{d}{D}.$$

La pression du vent contre le disque produit sur les tourillons de l'arbre deux réactions qui sont une autre cause de frottement.

Supposons le disque placé entre les deux tourillons (fig. 375) et soient :

P, la pression totale du vent;

R′, la réaction horizontale sur le tourillon supérieur;

R″, la réaction horizontale sur le tourillon inférieur ou pivot;

H, la hauteur du tourillon supérieur au-dessus du pivot;

h, la hauteur du centre du disque au-dessus du pivot.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On aura : $R'H = Ph$ et $R''H = P(H-h)$;

d'où $$R' = \frac{Ph}{H}, \qquad R'' = \frac{P(H-h)}{H}.$$

Si le tourillon supérieur était situé en dessous du disque, on aurait, en adoptant les mêmes notations :

$$R'H = Ph \text{ et } R''H = P(h-H);$$

d'où $$R' = \frac{Ph}{H} \qquad R'' = \frac{P(h-H)}{H}.$$

Si ρ' et ρ'' désignent les rayons de ces tourillons, la résistance sur le fil par le fait du vent sera $T = f\frac{R'\rho' + R''\rho''}{D}$.

En appliquant ces formules aux résistances d'un disque établi sur les types des chemins de fer de Lyon et de l'Ouest, on trouve pour la somme $R + T$, représentant les résistances du disque, $2^k,310$ pour le premier et $1^k,600$ pour le second.

Frottement du fil sur ses supports. — Quand le fil glisse sur un simple guide, si on désigne par l la distance des supports, — p le poids du fil au mètre courant, — f le coefficient de frottement, qu'on peut supposer égal à 0,20, — F la résistance du fil frottant sur un guide, on a :

$$F = fpl.$$

Avec un fil de $0^m,003$ de diamètre, pesant $0^k,055$ par mètre, et l étant égal à 15 mètres, on trouve :

$$F = 0^k,165.$$

Cette résistance est beaucoup plus considérable que celle présentée par le fil passant sur une poulie; aussi, lorsque la transmission de mouvement se développe sur une certaine longueur, ce premier mode de suspension doit-il être abandonné et remplacé par celui des poulies dont nous avons parlé—286—.

Résistance sur une poulie verticale. — En prenant les mêmes notations que ci-dessus : d, rayon de la poulie, — d', rayon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de son axe, — p', poids de la poulie, la résistance au mouvement sera :

$$F = f(pl + p')\frac{d'}{d}.$$

Si, prenant $f = 0{,}20$ et $p' = 0^k{,}400$, on applique à cette formule les données de la transmission du chemin de l'Est : $p = 0^k{,}055$, $l = 15$ mètres, $d' = 0^m{,}006$, $d = 0^m{,}060$, on voit que le frottement sur l'axe de la poulie sera :

$$F = 0^k{,}0245.$$

Résistance sur une poulie horizontale. — Le fil exerce deux efforts différents sur une poulie horizontale (fig. 376) :

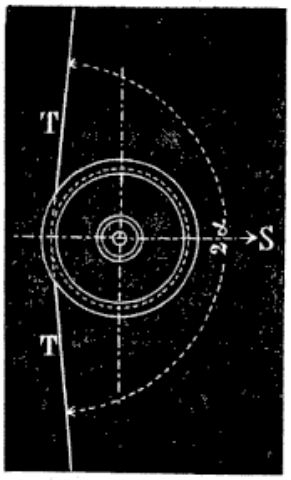


Fig. 376.

1° — Un effort Q, par son poids;

2° — Un effort S, par sa tension.

Soient T la tension du fil, et 2α l'angle des deux branches du fil infléchi sur la poulie.

La résultante des tensions T sera :

$$S = 2T \cos \alpha.$$

Le maximum de tension du fil se présente au moment où agit le levier de manœuvre.

L'expérience indique que l'on peut, sans altérer l'élasticité du fil, l'infléchir suivant un angle de 3 degrés au maximum; ce qui donne, si l'on suppose T = 100 kilogrammes, par exemple :

$$S = 5 \text{ kilogrammes.}$$

Cet angle de 3 degrés correspond à celui de deux cordes de 15 mètres de longueur inscrites dans une circonférence de 300 mètres de rayon.

Or les deux forces S et Q exercent aux extrémités du pivot de la poulie (fig. 377) des réactions horizontales, que nous désignerons : par A et B, les réactions de S; — par A′ et B′, les réactions de Q, leurs bras de levier étant respectivement b et a;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit r la distance de l'axe du fil à l'axe du pivot de la poulie, on a :

$$A=\frac{Sa}{a+b},\quad B=\frac{Sb}{a+b},\quad A'=\frac{Qr}{a+b}\quad \text{et } B'=\frac{Qr}{a+b}.$$

A et A′ sont de sens contraire, B et B′ de même sens ; en les ajoutant, on trouve :

$$A-A'=\frac{Sa-Qr}{a+b},\qquad B+B'=\frac{Sb+Qr}{a+b}.$$

La somme arithmétique de ces deux forces donne la pression qui produit le frottement; si on a $Sa>Qr$, on trouve que la

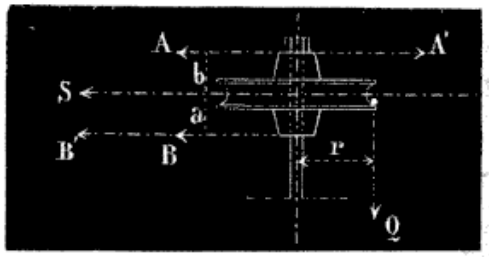


Fig. 377.

pression totale est égale à S, et indépendante de Q, quels que soient a et b; si on a $Sa<Qr$, la pression cherchée devient :

$$\frac{1}{a+b}\left(2Qr+S(a-b)\right).$$

Cette pression sera un minimum quand on aura $a=b$ et lorsque la longueur $a+b$ sera aussi grande que possible.

En appelant r' le rayon du pivot et en appliquant aux formules qui précèdent les données suivantes :

$$r=0^m,060\qquad a=b=0^m,020\qquad r'=0^m,005$$

on aura, pour un fil de $0^m,004$:

$$A=0^k,100\qquad B=4^k,900\qquad A+B=5^k,00.$$

Le frottement E sur le pivot sera donné par le produit :

$$0,20\times 5^k,00=1^k,00.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Et la résistance sur le fil par le produit :

$$R' = E \times \frac{r'}{r} = 1 \times \frac{5}{60} = 0^k,083.$$

Le frottement F′ dû au poids du fil $1^k,600$, et à celui de la poulie $0^k,520$, sera donné par le produit :

$$F' = 0,20\ (0^k,520 + 1^k,600) = 0,424.$$

Mais ce frottement s'exerçant très-près du centre, — soit à $0^m,003$, — la résistance sera :

$$R'' = 0^k,424 \times \frac{3}{60} = 0^k,021.$$

Ainsi, la résistance totale R due à une poulie horizontale sera au maximum :

$$R = R' + R'' = 0^k,083 + 0^k,021 = 0^k,104.$$

Un calcul analogue conduit aux résistances d'une chaîne passant sur une poulie de renvoi. Si l'on prend $Q = 3^t$; $a = b = 0^m,03$; $r = 0^m,175$, et si l'on admet $f = 0,10$, — parce que ces poulies sont mieux graissées que les poulies de transmission — on trouve que la résistance d'une poulie de renvoi ou de traversée à angle droit est de $1^k,00$ à $1^k,02$.

Le calcul des résistances des autres poulies de la transmission s'effectue de la même manière.

Sur ces données a été calculé le tableau suivant, extrait des *Instructions* sur l'entretien des signaux de la compagnie de l'Ouest, d'après une *Note sur la pose et la manœuvre des signaux* de la compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RAYONS des COURBES.	RÉSISTANCES AU MOUVEMENT									
	SUR LES POULIES						SUR LE DISQUE.	SUR LE LEVIER DE RAPPEL.	SUR LE SECTEUR DE MANOEUVRE	FROTTEMENTS TOTAUX.
	VERTICALES		HORIZONTALES		DE TRAVERSÉE					
	Nombre de poulies.	Frottements.	Nombre de poulies.	Frottements.	Nombre de poulies.	Frottements.				
TRANSMISSION DE 500 MÈTRES DE LONGUEUR.										
m.		k.		k.		k.	k.	k.	k.	k.
300	»	»	33	5,73	2	2,03	1,60	0,70	0,54	8,60
500	16	0,70	17	1,92	2	2,03	1,60	0,70	0,54	7,49
800	22	0,97	11	1,24	2	2,03	1,60	0,70	0,54	7,08
1000	24	1,06	9	1,00	2	2,03	1,60	0,70	0,54	6,93
1200	26	1,14	7	0,79	2	2,03	1,60	0,70	0,54	6,80
1500	28	1,23	5	0,57	2	2,03	1,60	0,70	0,54	6,67
Ligne droite..	33	1,45	»	»	2	2,03	1,60	0,70	0,54	6,32
TRANSMISSION DE 1 000 MÈTRES DE LONGUEUR.										
300	»	»	66	7,46	2	2,03	1,60	0,70	0,54	12,33
500	32	1,40	34	3,84	2	2,03	1,60	0,70	0,54	10,11
800	44	1,94	22	2,48	2	2,03	1,60	0,70	0,54	9,29
1000	48	2,12	18	2,00	2	2,03	1,60	0,70	0,54	8,99
1200	52	2,28	14	1,58	2	2,03	1,60	0,70	0,54	8,73
1500	56	2,46	10	1,14	2	2,03	1,60	0,70	0,54	8,47
Ligne droite..	66	2,90	»	»	2	2,03	1,60	0,70	0,54	7,77

Résistances totales. — En recherchant les conditions d'équilibre du levier de rappel et du levier de manœuvre, les mêmes *Instructions* fournissent le tableau suivant, pour la position et le poids à donner aux lentilles, lorsque la transmission est posée sur un terrain horizontal :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LONGUEUR des transmissions posées en courbe de 300 mètres de rayon.	* $a+b+c+d$ SOMME des résistances au mouvement.	LEVIER DE RAPPEL. P Poids de la lentille.	LEVIER DE RAPPEL. R Distance du centre de la lentille au centre d'articulation du levier.	LEVIER DE MANŒUVRE. P′ Poids de la lentille.	LEVIER DE MANŒUVRE. R′ Distance du centre de la lentille au centre d'articulation du levier.
	k.	k.	m.	k.	m.
Jusqu'à 500m	8,60	20	0,75	30	0,74
De 500m à 700	10,18	—	0,45	—	0,89
De 700 à 1000	12,35	—	0,52	—	1,08
De 1000 à 1200	13,91	—	0,59	40	0,92
De 1200 à 1500	16,17	—	0,69	—	1,07

* a, résistance du disque ; — b, résistance des articulations du levier de rappel ; — c, résistance due au frottement du fil sur les poulies de support ; — d, résistance provenant du frottement de l'axe du levier de manœuvre.

Quand le terrain est en pente deplus de $0^m,005$, les valeurs ci-dessus changent et doivent être modifiées en plus ou en moins, selon le sens de l'inclinaison, au moyen de celles du tableau suivant :

LONGUEUR de LA TRANSMISSION.	CHANGEMENT DE POSITION à faire subir au *contre-poids* du *levier de rappel* pour une inclinaison de : 10 millim.	15 millim.	20 millim.	CHANGEMENT DE POSITION à faire subir au *contre-poids* du *levier de manœuvre* pour une inclinaison de : 10 millim.	15 millim.	20 millim.
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
Jusqu'à 500	0,0085	0,013	0,017	0,005	0,007	0,009
— 700	0,013	0,019	0,025	0,007	0,011	0,014
— 1000	0,017	0,023	0,034	0,009	0,014	0,019
— 1200	0,021	0,032	0,042	0,012	0,018	0,023
— 1500	0,025	0,038	0,050	0,014	0,021	0,028

Course du levier de manœuvre. — Pour déterminer la position normale du levier de manœuvre à attache fixe, ou la longueur de course du contre-poids dans le cas de manœuvre à compensation, il faut calculer les variations de longueur du fil dues à la dilatation et à une différence de tension.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on nomme : — l, la longueur du fil ; — n, la différence de température ; — d, la variation de longueur par mètre pour 1 degré de différence de température, on trouve que la variation de longueur du fil sera $lnd = ln \times 0{,}0000122$. D'une saison à l'autre, n peut atteindre 60 degrés, et dans une même journée, 20 degrés. Pour une longueur $l = 500$ mètres, on peut donc avoir des variations de longueur de $0^m{,}366$ de l'hiver à l'été, et de $0^m{,}122$ dans une même journée.

Il reste enfin à déterminer les allongements que prend le fil de transmission, en vertu de la différence des tensions auxquelles il est soumis, quand la voie est fermée ou quand elle est ouverte.

Voici comment la *Note sur les signaux à distance* des chemins de fer de l'Ouest établit les calculs relatifs à cette question.

Nommons :

L, la longueur totale du fil ;

l, la distance horizontale entre deux supports ;

l', la longueur vraie du fil entre deux supports, sous la tension t ;

l'', la longueur vraie du fil sous la tension t' ;

t_0, la tension au point le plus bas de la courbe décrite par le fil entre deux supports, quand la voie est fermée ;

t, la tension du fil près du support, dans le même cas ;

t', la tension du fil près du support, quand la voie est ouverte ;

f, la flèche de la courbe décrite par le fil, à la tension t ;

P, le poids du fil par mètre courant ;

S, la section du fil de $4^{mm},4$, soit $15^{mm},2$;

E, le module d'élasticité du fer = 20000 pour 1 millimètre carré de section ;

A, l'allongement dû à ce que la flèche des courbes décrites par le fil entre les supports diminue lorsque le fil passe de la tension t à la tension t' ;

B, l'allongement proprement dit du fil dans le même cas.

Si nous supposons que, lorsque le signal est fermé, le levier de rappel touche à terre, le fil n'est soumis qu'à l'action de son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

propre poids et il décrit, entre deux piquets consécutifs, une parabole dont l'équation est :

$$y = \frac{P}{2t_0}x^2.$$

Si on pose $y = f$, on a :

$$f = \frac{P}{2t_0} \times \frac{l^2}{4} = \frac{Pl^2}{8t_0}.$$

d'où : $t_0 = \frac{Pl^2}{8f}$; et $t = \sqrt{t_0^2 + \frac{P^2l^2}{4}}$,

ou, négligeant le terme $\frac{P^2l^2}{4}$, qui est très-petit,

$$t = t_0 = \frac{Pl^2}{8f}.$$

La longueur développée de la parabole est donnée par l'équation :

$$l' = l\left(1 + \frac{8}{3}\cdot\frac{f^2}{l^2}\right) = l + \frac{8}{3}\cdot\frac{f^2}{l};$$

D'où $l' - l = \frac{8}{3}\cdot\frac{f^2}{l}$ et, en remplaçant f par sa valeur :

$$l' - l = \frac{8\,P^2l^4}{192\,t^2l} = \frac{P^2l^3}{24} \times \frac{1}{t^2},$$

Et $$\frac{l' - l}{l} = \frac{P^2l^2}{24t^2}; \qquad (1)$$

On aurait de même, à la tension t' :

$$\frac{l'' - l}{l} = \frac{P^2l^2}{24} \times \frac{1}{t'^2}; \qquad (2)$$

Et en retranchant membre à membre les équations (1) et (2).

$$\frac{(l' - l) - (l'' - l)}{l} = \frac{l' - l''}{l} = \frac{P^2l^2}{24}\left(\frac{1}{t^2} - \frac{1}{t'^2}\right).$$

Dans cette équation, $\frac{l' - l''}{l}$ représente l'allongement du fil dû à la diminution de la flèche, pour 1 mètre de projection horizontale ; pour toute la longueur de la transmission, on aura :

$$A = L\frac{P^2l^2}{24}\left(\frac{1}{t^2} - \frac{1}{t'^2}\right).$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à l'allongement proprement dit du fil, il sera :

$$B = L\frac{t'-t}{ES}.$$

L'allongement total du fil de la transmission est ainsi :

$$A+B = L\left[\frac{P^2l^2}{24}\left(\frac{1}{t^2}-\frac{1}{t'^2}\right)+\frac{t'-t}{ES}\right],$$

ou :
$$A+B = L(t'-t)\left[\frac{P^2l^2}{24}\times\frac{t'+t}{t^2t'^2}+\frac{1}{ES}\right],$$

ou enfin :
$$A+B = L(t'-t)\left[0{,}135\times\frac{t'+t}{t^2t'^2}+\frac{1}{ES}\right].$$

En appliquant cette formule à une transmission de 500 mètres de longueur, on a :

$L = 500$ mètres ;

$t' = 80$ kilogrammes ;

$t = 55$ kilogrammes environ, dans une transmission bien réglée.

On tire alors :

$$A+B = 0^m,16 \text{ environ.}$$

291. CONDITIONS D'EXÉCUTION DES SIGNAUX FIXES. — Lorsque l'administration n'a pas ses propres ateliers, ces appareils s'exécutent à l'entreprise. Le constructeur est alors chargé de la fabrication, de la fourniture et de la peinture à deux couches de couleur préservatrice, de toutes les pièces, — les parties frottantes ou tournantes étant complétement graissées, — enfin de l'emballage dans des caisses de toutes les pièces de détail.

Qualité des matières. — Les fontes, fers et aciers doivent être de première qualité ; les conditions d'épreuves sont les mêmes que celles imposées pour les matières analogues entrant dans la composition des appareils précédemment décrits — 255 et 273 —.

Le fil de fer employé à la transmission devra être fabriqué en fer nerveux de première qualité, exempt de pailles et de tout autre défaut, d'un diamètre bien uniforme et régulier.

Il sera divisé par pièces d'une longueur de 200 mètres au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins sans soudure. Chaque pièce, roulée dans le même sens, forme une couronne séparée de diamètre uniforme et maintenue par trois liens en fer, le bout extérieur du fil indiqué par un crochet. Les efforts auxquels est soumis le fil de fer dans les transmissions étant éloignés de ceux qui peuvent produire un allongement sensible, le fil de fer devra être recuit.

Epreuves. — Le fil de fer galvanisé devra supporter sans altération un effort de traction au moins égal à 36 kilogrammes par millimètre carré de section, ce qui correspond pour le fil de $0^m,003$ de diamètre à 255 kilogrammes, et pour le fil de $0^m,004$, à 450 kilogrammes.

Il pourra, en outre, être plié dans un étau, à angle droit, alternativement dans un sens et dans le sens opposé, au moins quatre fois de suite.

Enfin, on s'assurera, par des épreuves de torsion, de la ductilité et de la ténacité du fil de fer, qui dans toutes les épreuves devra présenter tous les caractères du fer de première qualité.

La couche de zinc devra être assez épaisse pour supporter, sans que le fer soit mis à nu, quatre immersions, d'une minute chacune, dans une dissolution d'*une* partie de sulfate de cuivre pour *cinq* parties d'eau.

Enfin, cette couche de zinc devra être assez adhérente pour ne pas s'écailler lorsqu'on enroulera le fil sur un cylindre de diamètre égal au sien.

Toutes ces épreuves seront appliquées à deux couronnes sur cent ; si le dixième des couronnes essayées ne satisfait pas aux épreuves, toute la fourniture sera refusée.

Fabrication. — L'ajustage, l'assemblage et le montage des appareils doivent être faits avec la perfection usitée dans la construction des machines. Les surfaces d'assemblage et les parties frottantes sont rabotées et tournées ; les trous de boulons des assemblages alésés l'un sur l'autre ; les boulons tournés et goupillés avec des goupilles à fourchettes.

Les cames d'arrêt du disque doivent être ajustées et réglées avec le plus grand soin, de manière que le disque prenne exactement les deux positions exigées pour la transmission des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signaux : l'une parallèle, l'autre perpendiculaire au plan des axes des glissières de la lanterne. S'il s'agit de signaux à lanterne fixe, on prend les précautions nécessaires pour que le disque ne puisse pas frapper la lanterne.

Les manettes des leviers de manœuvre sont adoucies et blanchies. Les leviers de manœuvre et de rappel sont montés pour prendre exactement les positions angulaires déterminées par les dessins.

Le calibre des chaînes doit être parfaitement conforme aux dimensions arrêtées pour que leur fonctionnement réponde au but proposé.

On exige enfin que toutes les pièces soient repérées avec soin et exécutées sur gabarits bien calibrés, de manière qu'une pièce quelconque d'un signal puisse se monter aux lieu et place de la même pièce d'un autre signal de même type.

Réception. — Les appareils seront entièrement montés à l'usine, mis en état de fonctionner, reçus en blanc après vérification de toutes les pièces avant leur montage et constatation faite tant de la bonne exécution que du parfait fonctionnement de l'ensemble. Les deux couches de peinture ne seront données qu'à la suite de cette réception provisoire.

Garantie. — Le fournisseur doit être responsable de toutes les avaries qui peuvent se produire pendant le délai de garantie, fixé ordinairement à un an.

292. FRAIS DE CONSTRUCTION DES SIGNAUX. — Voici le prix de revient des divers éléments d'un signal fixe du chemin de fer de Lyon :

DÉSIGNATION DES OBJETS.	POIDS DES MATÉRIAUX.			
	FER.	FONTE.	BRONZE.	TOTAL.
	k.	k.	k.	k.
Mât du signal.....	165	332	6	503
Mouvement de rappel.....	14	38	»	52
Mouvement de manœuvre.....	30	225	»	255
			POIDS TOTAL.....	810

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX DE L'APPAREIL COMPLET.

Signal		573f,00
Lanterne		82 ,50
Transmission pour une distance de 1000 mètres	Matières	180 ,00
	Pose	270 .00
Bois		115 ,00
Prix de l'appareil posé		1 220f,50

Sous-détail des transmissions.

Fil de fer au bois, première qualité, galvanisé, à 0k,100 par mètre; les 100k	72f,00
Poulie verticale montée et galvanisée	1 ,65
Poulie horizontale montée et galvanisée	2 ,50
Grande poulie pour renvoi d'équerre, montée sous une cloche à deux tubes pour l'entrée et la sortie de la chaîne : 92k à 0f,50	46 ,00
Chaîne en fer de 0m,003 : — 3m pesant 1k,40 à 1f,50 le kilogramme, plus 0f,30 par kilogramme pour la galvanisation, soit 1,40 × 1,80	2 ,52

Les frais de construction des signaux fixes de la compagnie de l'Est (non compris les charpentes et la pose) peuvent se résumer ainsi :

Mât de signal, levier de rappel, contre-poids et chaîne.	Fonte....	384k à 0f,50	192f,00
	Fer.....	172 — 1 ,50	258 ,00
		556k	
Levier de manœuvre, chaîne, tube et contre-poids			160 ,00
Poulie verticale (non galvanisée)			1 ,10
Poulie inclinée (non galvanisée)			1 ,60
Fil de fer galvanisé de 0m,003 : — les 100k			54 ,00

Le prix élevé de ces signaux et de ceux de Lyon résulte de conditions particulières imposées aux compagnies par le fournisseur, propriétaire du système de lanterne fixe et disque tournant.

La main-d'œuvre de pose d'un signal revient en moyenne,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quand il y en a un certain nombre à installer en même temps, à 80 francs, lorsque la distance de transmission ne s'élève qu'à 400 mètres environ.

Nous donnons ci-dessous un tableau des prix moyens des éléments entrant dans la construction des signaux des chemins de fer de l'Ouest. Ces prix ne comprennent que les fournitures à faire par le dépôt de la voie et non les transports, main-d'œuvre d'installation, terrassements, maçonnerie et peinture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION des PARTIES DE L'APPAREIL.	SPÉCIFICATION.	PRIX MOYENS.	OBSERVATIONS.
		fr.	
Manœuvre	Ferrures et fontes	70,00	Avec contre-poids de 30 kilogr.
	2 mètres de chaîne en huit, n° 27	2,00	
	Chaîne en huit, n° 24, pour le réglage	0,75	
	Charpente complète, goudronnée	39,00	
Signal proprement dit	Ferrures, fontes et chaînes.	205,00	Non compris la lanterne.
	Poteau	69,00	
Levier de rappel	Ferrures et fontes	56,50	
	1m,564 de chaîne en huit, n° 24, avec crochet	1,40	
Fil de transmission	Charpente	43,00	
	Les 100 mètres	8,75	Fil, n° 20 galvan. Diam. 0m0044.
Piquets	Pour poulies à un fil, l'un	1,10	
	Pour poulies à deux fils	1,35	
	Pour poulies verticales superposées	1,70	
	Pour poulies à trois fils	2,40	
Supports	A une poulie verticale	1,90	Non compris les vis d'attache.
	A deux poulies verticales	3,20	
	A deux poulies verticales superposées	3,25	
	A trois poulies verticales	4,00	
	A une poulie horizontale	2,50	
	A deux poulies horizontales.	4,80	
	A trois poulies horizontales.	7,50	
Vis d'attache des supports à poulies	Vis à tête ronde, n° 25/55.	0,06	
Poulies de traversée	Ferrures et fontes	23,75	
	2 mètres de chaîne en huit, n° 24	1,60	
	Charpente	21,50	
Caisse pour traversée en caniveau	Le mètre	3,60	Non compris les piquets supports.
Tuyaux de descente en fonte pour traversée en caniveau	Le mètre de 0m,055	1,25	
	Le mètre de 0m,095	2,55	
	Le mètre de 0m,122	3,70	
Système de rappel pour un signal à deux transmissions	Ferrures et fontes	92,00	Y compris la tringle rigide.
	Charpente	130,00	
Système de rappel pour un signal à trois transmissions	Ferrures et fontes	111,00	Y compris la tringle rigide.
	Charpente	130,00	
Sonnerie électrique pour un signal à 600 mètres de la sonnerie	Tout compris, fourniture et pose	160,00	
Supplément de prix pour 100 mètres de distance en plus	Tout compris	6,50	

293. EMPLACEMENT DES SIGNAUX AVANCÉS. — Les signaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avancés ne peuvent rendre service qu'à la condition d'être aperçus et de se trouver assez loin des points à couvrir pour que dans l'intervalle entre ces points et les signaux avancés, on obtienne l'arrêt des trains qui dépasseraient ces signaux. La longueur de cet intervalle dépend des circonstances locales et des conditions de marche des trains.

Quand un point à défendre appartient à une ligne parcourue par des trains rapides et à une section dont le profil présente une inclinaison qui favorise l'accélération de vitesse vers ce point, le signal d'arrêt à donner aux mécaniciens doit être reporté à une beaucoup plus grande distance de ce point que lorsqu'il se trouve sur un chemin où les trains ont une vitesse modérée et dont le profil oppose aux trains un ralentissement forcé.

La distance du disque au point que l'on veut protéger doit donc faire l'objet d'une étude spéciale. On peut prendre comme règle générale les longueurs minima suivantes, la voie, dans la direction du disque vers le levier de manœuvre, présentant les inclinaisons ci-dessous :

Rampes de 0m,004 et au-dessus.....	500m
Palier et rampe inférieure à 0m,004.....	700
Pente de 0m,004 à 0m,008.....	1 000
Pente au-dessus de 0m,008.....	1 200 à 1 500

Le point de départ de ces longueurs varie avec chaque cas particulier. Une simple halte où les trains s'arrêtent pour prendre et laisser des voyageurs demande, à partir de l'axe du bâtiment des voyageurs, une distance de protection moindre qu'une grande station où s'opèrent des manœuvres, des garages de trains, etc. Dans ce dernier cas, on choisit comme point de départ : 1° l'extrémité des trains de voyageurs ou de marchandises en stationnement devant leurs emplacements respectifs, en admettant qu'ils aient à prendre de l'eau ou à échanger des wagons ; 2° l'extrémité de ces mêmes trains manœuvrant sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les lignes principales, soit pour se garer, soit pour opérer leur décomposition.

En un mot, on considère comme limites à couvrir toute l'étendue des stations ou bifurcations sur laquelle des véhicules peuvent occuper les voies de circulation pendant un temps plus ou moins long.

Par suite de ces diverses conditions, certains disques s'avancent quelquefois jusqu'à 2000 mètres. Mais, en général, lorsqu'on atteint des distances supérieures à 1 000 mètres, il y a lieu d'examiner s'il ne serait pas préférable d'établir un second signal répétant les manœuvres d'un premier disque plus rapproché du point à défendre; c'est une question de dépenses en personnel.

La condition essentielle est que le disque soit bien en vue des trains arrivants; toutefois, il faut éviter de chercher à atteindre ce but en élevant le signal soit sur une estacade, soit au sommet des talus de tranchée, parce que l'entretien et l'allumage deviennent alors difficiles et périlleux; mieux vaut, dans ce cas, éloigner le disque en allongeant sa transmission.

294. Pose des signaux fixes. — On doit employer pour les charpentes des bois sains, et pour les piquets, des bois parfaitement équarris. La pose des appareils peut être faite à l'entreprise ou en régie; ce dernier mode d'exécution est préférable sous tous les rapports, surtout si la pose est faite par une équipe bien montée qui effectue ce travail pour l'ensemble d'une section. L'équipe de pose, pouvant être en même temps chargée des travaux d'entretien, apporte à son travail de montage des soins qu'un entrepreneur donne rarement.

Les signaux sont placés latéralement aux voies à défendre et à gauche de ces voies par rapport aux trains arrivants.

On les posera sur l'accotement à 2 mètres au moins du rail extérieur, de telle sorte que le porte-lanterne se trouve du côté de la voie, et le levier de rappel ainsi que la transmission du côté de l'accotement. Cette distance de 2 mètres au rail le plus voisin doit être observée pour toutes les parties d'appareil dont la hauteur au-dessus du sol excède $0^m,50$. En cas d'empêchement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

absolu, s'il s'agit notamment d'un disque posé dans l'entre-voie, on peut le rapprocher à 1m,50, mais alors la hauteur du centre du disque au-dessus du rail ne doit pas être inférieure à 3m,70.

En général, tous les disques, à l'exception de ceux de Lyon, sont disposés pour que, la voie étant libre, le levier ou contre-poids de rappel se trouve relevé, et produise la fermeture du disque si le fil de la transmission venait à casser.

Le chemin de fer de Lyon adopte le système contraire, c'est-à-dire qu'il ferme la voie par le levier de manœuvre et l'ouvre au moyen du levier de rappel. Cette disposition est basée sur la remarque suivante : par suite de mauvaises conditions de pose ou d'entretien, le mouvement de transmission rencontre certains obstacles que le levier de rappel ne suffit pas à vaincre. De là, fermeture incomplète et même absence de fermeture du disque, sans que l'agent puisse s'en apercevoir. Avec la manœuvre de Lyon, s'il y a obstacle, résistance inaccoutumée, l'agent s'en aperçoit en manœuvrant et agit en conséquence. Cette disposition a cependant un inconvénient : c'est que le fil, tenant le disque fermé, peut s'allonger sous l'action de la chaleur et laisser au levier de manœuvre la liberté de rouvrir le disque. Quand la durée de la fermeture du disque est courte, cet inconvénient est sans importance; mais le contraire aurait lieu si le disque devait rester longtemps à l'arrêt.

Pose du mât de signal et du levier de rappel. — Le mât étant dressé et monté sur son châssis, on dirige le plan des guides de la lanterne parallèlement à la voie pour la pose en voie droite.

En courbe, au lieu de mener ce plan suivant la tangente de la courbe, on le tourne un peu en dedans, de manière que le faisceau lumineux rencontre la voie à 300 mètres au moins en avant du disque.

Pour orienter ainsi le mât de signal, on plante sur la voie un jalon au point d'où l'on veut que la lumière soit aperçue, et on déplace le mât jusqu'à ce que le plan des guides passe par ce jalon. Une expérience de nuit, lanterne allumée, sert à recon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naître si le point jalonné se trouve exactement dans le milieu du champ de la lumière. Lorsque le mât est mis en place, on monte le levier de rappel sur le châssis, on règle la chaîne d'attache du levier au disque au moyen du crochet et du tendeur à vis, de telle sorte que le contact du levier de rappel avec son arrêt — lorsque ce levier arrive au bas de sa course — se produise un peu avant le contact du taquet d'arrêt de l'arbre du disque.

La charge du contre-poids à poulie ou la distance du centre de la lentille à l'axe de rotation du levier de rappel doivent varier avec la longueur de la transmission; mais une fois fixée dans les conditions d'un bon entretien de la transmission, il faut veiller à ce qu'elle soit maintenue rigoureusement dans la même situation.

Pose du levier de manœuvre. — Le levier de manœuvre est placé le long des palissades qui bordent les quais, à l'intérieur du chemin de fer et aussi près que possible du bâtiment de la gare ou du point à défendre.

Lorsqu'un passage à niveau ou une traversée à angle droit se trouve à moins de 15 mètres de l'extrémité du quai, du côté du disque, le fil aurait à subir une inflexion trop brusque si l'on voulait passer sous la voie transversale ou sous le passage. On reporte alors le levier au delà du passage à niveau ou de la traversée.

En posant le levier de manœuvre à dilatation libre, on examinera d'abord avec soin si le tube ne contient aucun corps étranger et si la fermeture du fond est bien étanche.

On aura soin que le tube soit posé bien verticalement pour que le contre-poids puisse y descendre librement, sans frottement.

Le plan du mouvement du levier devra être placé avec soin dans le plan de la transmission.

Pose de la transmission. — Cette opération exige les plus grands soins. La déviation la plus légère du fil sur les poulies, le plus faible frottement sur un obstacle, opposent une résistance considérable au mouvement du disque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour placer la transmission, nous conseillons d'observer avec soin les indications suivantes :

— Commencer le travail par un jalonnement de la direction du fil, puis planter les piquets en se conformant aux prescriptions indiquées plus haut — 286 —.

— Enfoncer ces piquets solidement et aussi verticalement que possible, ou bien les sceller dans des trous creusés à cet effet, si l'on est dans le rocher ou sur un pont en maçonnerie. Receper ces piquets à $0^m,05$ au-dessous du niveau des rails pour la pose sur le ballast, en tranchée ou en remblai. Lorsque la transmission devra être posée au-dessus du sol naturel, les piquets seront reccpés à $0^m,30$ au-dessus du niveau des rails, afin que le fil de transmission ne soit pas exposé à frotter sur le sol ou à être gêné par les herbes.

— Eviter avec soin les inflexions brusques dans le sens vertical, en raccordant en pente douce les piquets placés à des niveaux différents.

— Percer sur la tête de chaque piquet un trou destiné à recevoir le goujon du support des poulies verticales ; établir alors les poulies à leur place, mais sans les fixer définitivement, et faire sortir les goupilles qui empêcheraient l'introduction du fil.

— Redresser le fil au moyen d'une tension d'environ 100 kilogrammes, et avoir soin de faire disparaître les jarrets en le frappant pendant la tension, sur un bloc de bois, avec un maillet ; placer alors le fil dans les gorges des poulies horizontales, inclinées ou verticales ; opérer les ligatures avec les chaînes du disque de la manœuvre et des poulies de renvoi ; régler les contre-poids suivant la longueur des transmissions et faire manœuvrer le disque pour voir si la transmission fonctionne bien ; alors seulement, remettre les goupilles des supports et fixer définitivement les poulies.

Pour les renvois d'équerre ou la traversée d'un passage, d'une voie, le fil transversal aux voies est placé tantôt à découvert dans un sillon creusé entre deux traverses consécutives, tantôt dans des tubes en fonte ou des caisses en bois, tantôt dans le vide de vieux rails Brunel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La compagnie du chemin de fer de Lyon prend la précaution de faire suivre les transmissions dans les gares par un garde-corps en bois. Cette mesure devrait être généralisée, car les fils traînant à ras du sol sont très-souvent avariés ou causent des accidents, lorsque le personnel circulant dans les gares n'est pas averti de leur présence par quelque objet très-apparent.

On vérifiera aussi :

— Si les poulies inclinées ne tendent pas à se soulever sur leur axe ;

— Si le fil ne frotte pas sur les goupilles d'arrêt des poulies verticales ;

— Si ces poulies ne tendent pas à se dévisser par une pression latérale du fil ;

— Si, dans le cas de renvoi d'équerre, les chaînes — qui auront au moins 3 mètres de longueur — et la portion du fil transversal passent bien librement sous les voies, sans toucher au sol.

Signaux à deux ou trois transmissions. — Pour régler ces appareils, on modifiera chaque contre-poids de manœuvre, de façon à tenir compte de la résistance au mouvement de l'appareil spécial placé près du disque.

Peinture des appareils. — Les disques sont peints, sur la face opposée à la voie et qui doit indiquer l'arrêt, en rouge avec une bordure blanche, noire, ou enfin de couleur bien tranchée sur le fond ; l'autre face est divisée en quatre secteurs, dont deux sont peints en blanc, les deux autres en noir et disposés de telle sorte que les deux secteurs de la même couleur soient diagonalement opposés.

Tout le reste du mât de signal, le levier de rappel et le levier de manœuvre sont peints en gris. On aura soin de ne pas mettre de peinture sur les parties frottantes.

295. ENTRETIEN DES SIGNAUX FIXES. — *Mât de signal.* — En général, et sauf quelques exceptions, on ne doit pas, sur la ligne, faire des réparations aux mâts de signaux ni à leurs accessoires, et surtout aux lanternes. Toutes les pièces en mau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vais état doivent être envoyées au dépôt désigné pour y faire ces réparations.

On entretiendra parfaitement graissés à l'huile, les tourillons de l'arbre du disque, l'articulation du balancier de cet arbre, les articulations du levier de rappel, les axes du levier de manœuvre et de ses poulies et tous les axes des poulies de la transmission, quand on ne craint pas l'encrassement. Il faudra toujours faire précéder le graissage d'un nettoyage complet des parties graissées. On essuiera aussi avec un chiffon gras les guides de lanterne, pour faciliter le mouvement du porte-lanterne. L'huile destinée au graissage doit être de bonne qualité : l'huile à brûler forme un cambouis sec et dur; il ne faut donc pas l'employer.

Quand l'usure du pivot et de la crapaudine amène une gêne dans le mouvement du disque, on doit éviter d'employer la lime ou le burin pour dégager les parties frottantes; s'il y a un simple abaissement, il suffit de mettre au fond de la crapaudine une petite rondelle en tôle ou en bronze.

Au commencement de l'hiver, on entoure de paille le socle de la colonne pour empêcher la neige de gêner le mouvement. Mais il faut avoir soin que la chaîne de rappel et le fil de transmission passent librement, sans toucher l'enveloppe de paille.

Lanternes et écrans. — On devra entretenir le réflecteur dans son poli à l'aide d'une peau de chamois et de rouge anglais. On ne doit jamais laisser de l'huile sur le réflecteur, ni sur la cheminée en verre. Cette huile s'altère par la chaleur et produit des taches qu'il est difficile de faire disparaître.

Les lanternes seront nettoyées avec soin tous les jours, les verres de couleur tous les huit jours, ou plus souvent s'il est nécessaire. Quand on garnit la lampe d'huile, il faut avoir soin de l'emplir presque complétement, la dilatation de l'air dans le réservoir pouvant faire sortir inutilement le liquide.

En replaçant la lanterne, on devra s'assurer qu'elle se trouve bien à la hauteur du verre rouge du disque.

Par les très-grands froids, on empêche l'huile de geler dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la lanterne en allumant une ou deux veilleuses dans le godet de trop-plein.

Les huiles de pétrole ou autres hydrocarbures analogues ne subissent pas cette congélation. Elles produisent en outre une flamme plus brillante que les huiles végétales tout en coûtant moins cher [1]. Aussi les chemins de fer les ont-ils adoptées pour tous les cas d'éclairage à demeure, mais prohibées pour les trains. — II[e] partie : ALIMENTATION DES MACHINES.

Pendant les gelées, la lanterne doit toujours rester dans la maison du garde ou dans une pièce chauffée de la gare jusqu'au moment de l'allumage, et rentrer aussitôt qu'elle n'est plus nécessaire. Lorsqu'une lanterne de disque doit subir un long trajet pour être mise en place à l'approche de la nuit, l'allumage en sera fait avant le transport.

Dans le but d'éviter la congélation de l'huile dans les lanternes de disques, on a adopté au Nord une nouvelle disposition qui isole la lampe de la paroi de la lanterne. Elle consiste en un porte-lampe entrant dans les coulisses qui recevaient primitivement la lampe, et qui est lui-même muni de coulisses dans lesquelles on introduit la lampe. Il peut servir indifféremment aux lanternes à gauche ou à droite, en le retournant de haut en bas.

Levier de rappel. — Lorsque la chaîne du levier de rappel est cassée, on ne doit pas la réparer avec du fil de fer; il faut la remplacer et faire ressouder les anneaux cassés. L'hiver, on enlèvera avec soin la neige qui pourrait s'amasser autour du levier de rappel.

Levier de manœuvre. — On devra s'assurer de temps en temps que le contre-poids occupe bien la position voulue.

[1] Par des expériences comparatives sur les dépenses d'éclairage des stations, à l'aide des matières indiquées ci-après, nous sommes arrivé aux chiffres suivants pour la consommation par bec de lampe de trottoir.

Matières.	Quantités.	Prix par 100 kil.	Dépense.
Huile de colza.....	0[k],026	100[f],00	0[f],026
Huile de schiste.....	0 ,030	60 ,00	0 ,018
Huile de pétrole.....	0 ,017	70 ,00	0 ,012

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les dimensions de la chaîne des contre-poids à dilatation libre ne doivent pas être modifiées ; des chaînes un peu trop fortes ou un peu trop minces sont exposées à ne pas entrer ou à couler dans le pince-maille, en un mot, à faire manquer la manœuvre au moment où l'on veut fermer ou bien ouvrir la voie. Il faut donc bien se garder de remplacer une chaîne avariée par une chaîne d'un calibre différent.

On s'assurera, surtout aux approches des gelées, qu'il ne s'est pas introduit d'eau dans le tube. On refera, au besoin, le joint de la partie inférieure s'il laisse l'eau s'infiltrer.

Il est expressément recommandé de ne point tirer sur la chaîne, soit pour ouvrir, soit pour fermer le disque, avant de faire agir le levier de manœuvre.

Les chaînes d'attache doivent être réglées de manière que les leviers opérant une tension ne portent sur aucun point qui empêcherait l'action du contre-poids.

Transmission. — Visiter les poulies chaque semaine, pour les nettoyer et les graisser. La compagnie de Lyon interdit le graissage de tous les *petits supports de poulies placés en plein air*, l'expérience ayant démontré que le sable amené par le vent s'attache sur les parties graissées et forme un cambouis qui gêne la marche des appareils.

— S'assurer que le fil n'a point passé entre les poulies et les goupilles d'arrêt.

— Remplacer les poulies dans lesquelles cet accident se produirait.

— Examiner si les piquets, surtout ceux des poulies horizontales ou inclinées, ne sont pas déversés par la tension du fil ; les redresser au besoin.

— Vérifier l'effet des tassements sur les conduites souterraines et les piquets voisins : remédier de suite aux inconvénients qui pourraient résulter de ces tassements.

— Eviter l'introduction et le séjour de l'eau dans les conduites et au pied du mât de signal, surtout en hiver.

— Rectifier au besoin la pose, pour éviter tous les obstacles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que des constructions postérieures à l'établissement du signal pourraient opposer au mouvement du fil.

— Vérifier tous les huit jours la solidité des ligatures et le dressage du fil. Faire disparaître avec un maillet les inflexions qui auraient pu se produire.

— Eviter les amas de terre ou de ballast le long des fils, et les dépôts de rails, traverses, outils, vêtements ou tous objets qui pourraient gêner la manœuvre du signal. En été, couper l'herbe sous la transmission, de manière qu'elle ne touche jamais le fil.

— Visiter fréquemment les grandes poulies de renvoi, les graisser avec soin. Examiner si la chaîne passe toujours bien librement sous la voie.

Peinture. — Tous les appareils seront repeints chaque printemps, mais il faut éviter de mettre de la peinture sur les parties frottantes. Avant de passer la couche de peinture sur le mât en bois, on aura soin de reboucher les fentes au mastic.

Comme nous l'avons dit, la compagnie du Nord apporte un soin tout particulier à la peinture du disque. Elle espère par là conserver assez longtemps cette peinture dans un état convenable pour retrouver dans l'économie des frais d'entretien une grande partie des dépenses de premier établissement.

Répétiteurs à sonnerie électrique. — S'assurer de temps en temps que le contact de la palette en acier, placée au bas du mât de signal avec le collier de la cloche, a bien lieu au moment où le disque est mis à l'arrêt.

— Régler le disque, si par un défaut du réglage des fils, il ne fonctionne pas parfaitement; — si la manœuvre n'a pas lieu parce que le ressort est faussé, lui rendre sa forme normale en le courbant légèrement à la main.

— S'assurer également que tout le circuit du fil ne présente aucune solution de continuité et qu'il n'est pas en contact avec des corps étrangers qui pourraient produire une dérivation du courant électrique.

Si on s'aperçoit que la sonnerie a cessé de marcher par suite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la rupture, soit du fil qui communique de la pile à la sonnerie, ou de celle-ci au commutateur, soit du fil qui descend du ressort au rail, on peut relier provoirement ces fils et donner avis de l'accident à l'agent du service télégraphique.

Il faut interdire aux gardes de toucher aux sonneries et même d'ouvrir les boîtes qui les renferment.

Agents chargés de l'entretien. — Les agents du service de la voie sont spécialement chargés de l'entretien des signaux, de leur manœuvre et de leur transmission.

En général, le nettoyage et l'allumage des lanternes ainsi que l'entretien des sonneries et piles de répétiteurs sont faits par les agents du service de l'exploitation.

§ II.

APPAREILS DE LEVAGE.

296. CLASSIFICATION. — Les appareils employés dans les chemins de fer à la manœuvre des fardeaux peuvent se diviser en quatre catégories :

1° Grues fixes;

2° Grues locomobiles;

3° Treuils-chariots, à simple ou double mouvement;

4° Elévateurs hydrauliques, simples ou combinés.

297. GRUES FIXES. — Les grues fixes se subdivisent en deux classes :

— Grues à révolution partielle;

— Grues à révolution complète.

Grues à révolution partielle. — La première classe comprend les grues adossées à un mur ou à un poteau de bâtiment et celles dont le pivot posé sur le sol est retenu à sa partie supérieure par des étais ou des haubans.

Dans les *grues adossées*, on trouve (fig. 378 et 379) :

— Un pivot en fer, fonte ou bois, maintenu haut et bas au moyen de colliers et d'une crapaudine;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Une flèche en bois, en fonte ou en fer, reliée au pivot par des tirants ou des étais selon la disposition adoptée ;

— Un treuil plus ou moins énergique, selon le degré de force exigé de l'appareil.

Ce mécanisme agit à l'une des extrémités d'une corde ou d'une chaîne qui passe sur une poulie placée au bout libre de la flèche, et s'accroche par son autre extrémité tantôt au fardeau, tantôt à la flèche après avoir embrassé une poulie d'enlevage.

La figure 378 représente une petite *grue placée sur un quai couvert*. La flèche est en fonte, à nervures et évidements ; elle supporte le treuil, qui est d'ailleurs d'une grande simplicité. Le pivot consiste en un tourillon à double mouvement attaché au sol, les tirants prenant leur point fixe au mur contre lequel est adossée la grue.

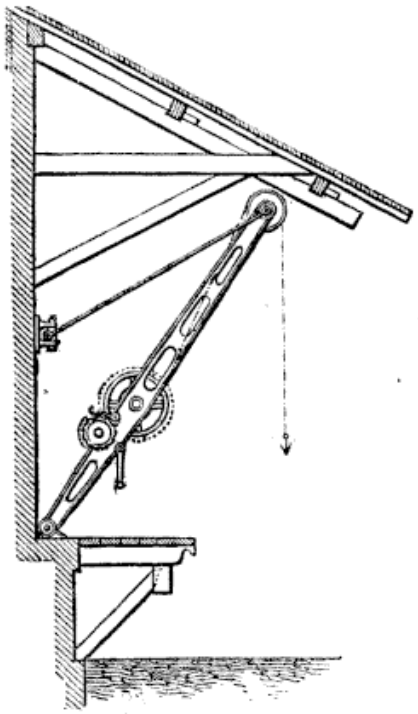


Fig. 378. Grue de 1 000 kil., adossée, sur un quai couvert. 1/100.

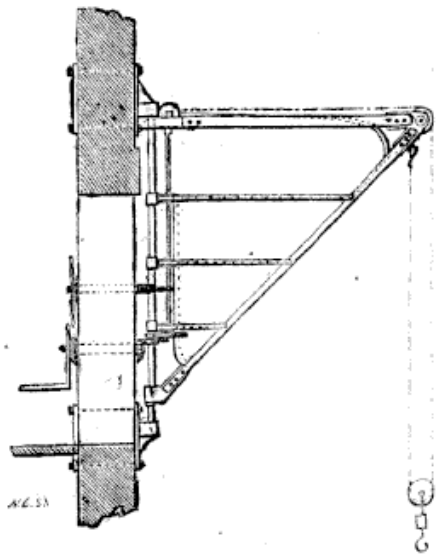


Fig. 379. Grue de 1 000 kil., adossée à un bâtiment. 1/100.

La figure 379 représente une *grue adossée à pivot tournant*, appliquée à l'extérieur d'un bâtiment et manœuvrée de l'intérieur. En installant l'appareil à l'étage le plus élevé, il dessert à la fois cet étage et les étages inférieurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La *grue à étais* représentée par la figure 380 offre l'avantage de n'exiger aucune fondation et de pouvoir être placée partout

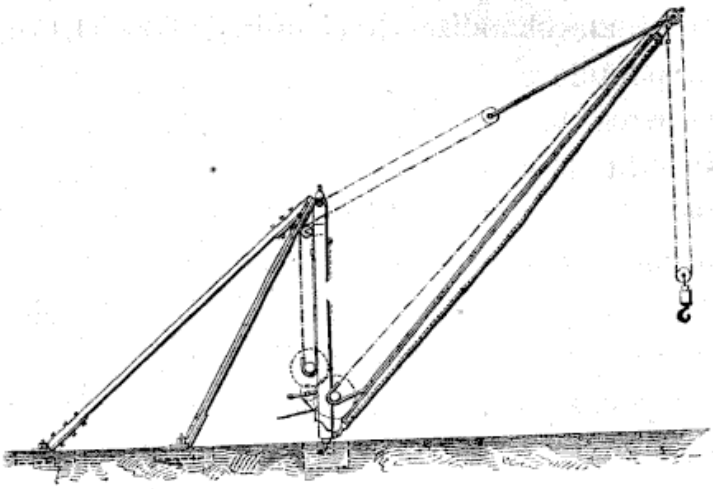


Fig. 380. Grue à étais de 4 000 kil., à portée variable. 1/100.

où se présente un travail temporaire à effectuer. Elle pourrait être fréquemment employée dans l'exploitation des chemins de fer, de préférence à la grue roulante.

Grues à révolution complète. — Ces grues se subdivisent également en deux classes :

La première comprend les appareils dont le pivot est main-

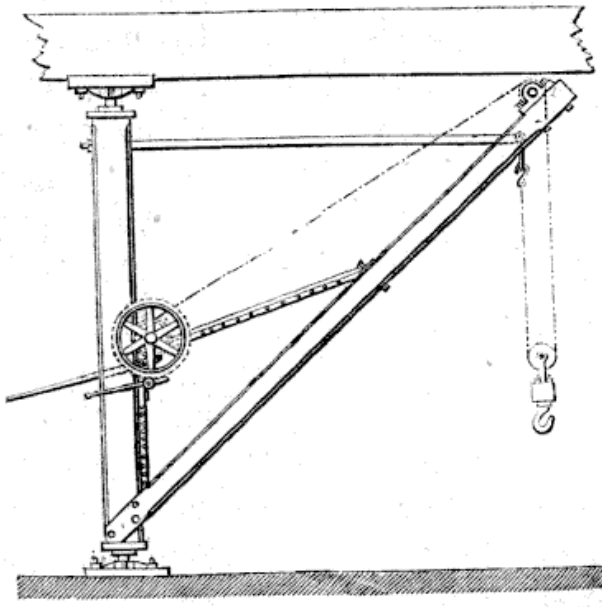


Fig. 381. Grue en bois de 1 000 à 1 500 kil. (Orléans). 1/50.

tenu, à ses deux extrémités inférieure et supérieure, par des attaches à la construction dont dépendent ces appareils ; telles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont les grues placées dans les halles à marchandises, les ateliers. La figure 381 représente une grue de ce genre fonctionnant dans la gare à marchandises du chemin de fer d'Orléans à Paris.

Dans la seconde classe se groupent les appareils de levage prenant leur résistance en dessous du sol. C'est le type de grues le plus répandu dans les gares de chemins de fer.

On distingue parmi les appareils de cette classe deux genres de types bien distincts : tantôt le pivot est fixe et la flèche tourne autour de lui, tantôt le pivot fait corps avec la flèche et prend part au mouvement de rotation de l'appareil.

Grues à pivot fixe. — Elles sont composées comme suit (fig. 382) :

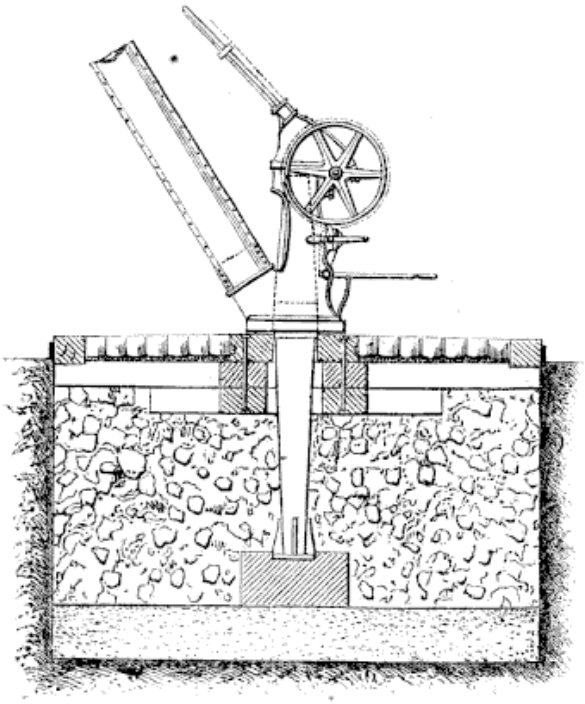


Fig. 382. Grue de 6 tonnes à pivot fixe. 1/100.

— Un pivot en fonte, creux, engagé dans la maçonnerie de fondation; par sa base, qui repose sur la fondation de l'appareil, il est maintenu à la hauteur voulue ; latéralement il s'appuie contre un massif en pierre de taille, ou contre une plaque de fonte amarrée par des boulons qui prennent leur point d'attache dans le massif de maçonnerie.

— Un bâti en fonte ou en tôle enveloppant la partie du pivot qui fait saillie au-dessus du sol. Ce bâti tourne autour du pivot sur lequel il porte par un tourillon placé au haut du pivot et par un collier de galets qui entoure le pivot à sa sortie de la fondation.

— Une flèche en bois ou en tôle butant sur le bâti à sa base et reliée à son sommet par des tirants en fer.

— Un treuil monté sur le bâti.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour soulager le pivot, on allonge quelquefois le bâti du côté de la flèche, et on place en dessous du point d'appui de cette pièce deux ou trois galets verticaux qui roulent sur un rail circulaire fixé à la maçonnerie de fondation.

Pour les grues de fortes dimensions, le mouvement d'orientation est donné par un engrenage.

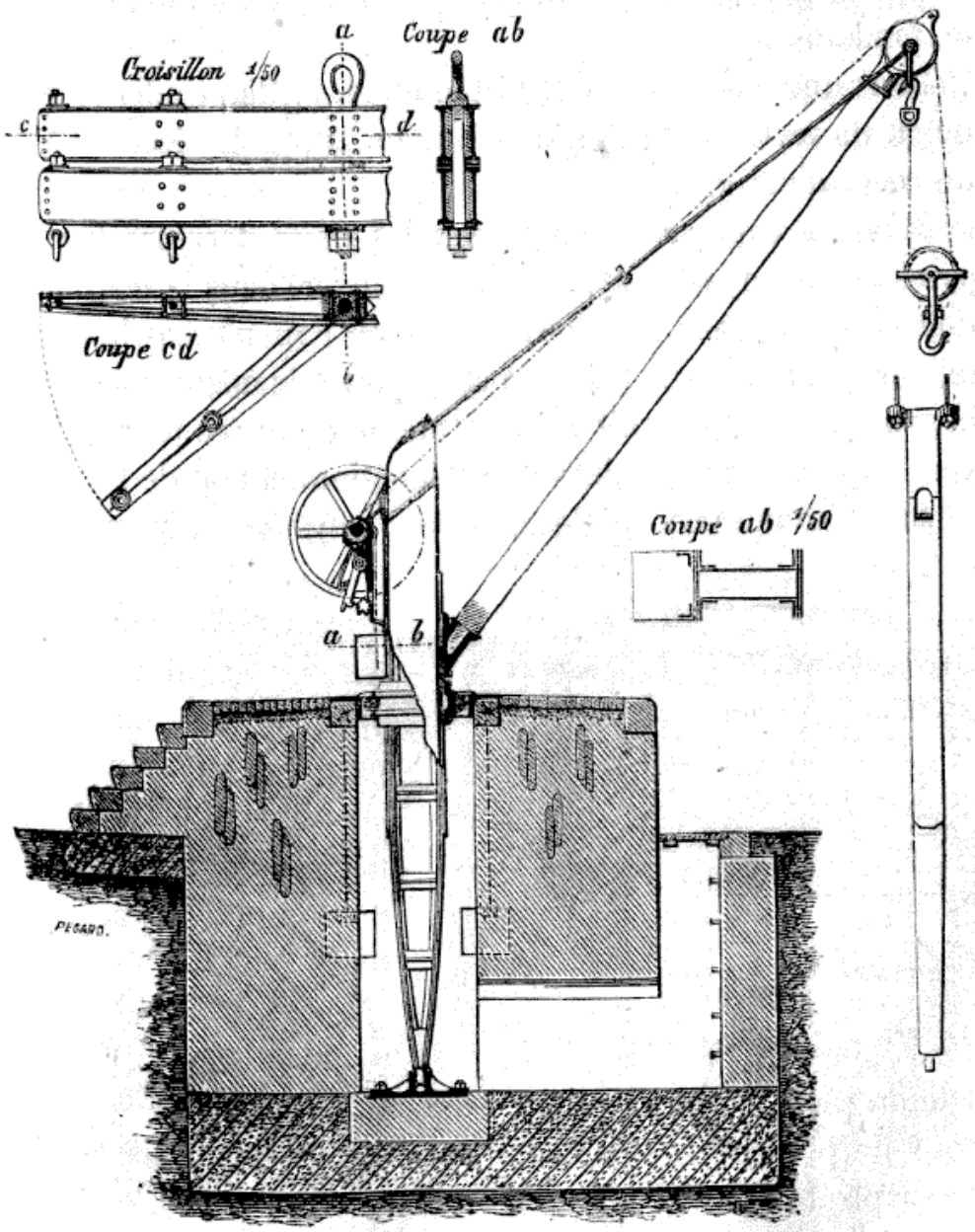


Fig. 383. Grue de 10 tonnes, à pivot tournant (Est). 1/100. Croisillon. 1/50.

Grues à pivot tournant. — On y trouve (fig. 383) :

— Un pivot en fonte, fer ou bois, logé dans un puits en ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

çonnerie parfaitement étanche ou un cuvelage en fonte enveloppé de maçonnerie ordinaire; la flèche en tôle ou en bois, les tirants en fer et le treuil font corps avec ce pivot.

Le pivot est entouré, à la partie supérieure de la fondation, par une couronne de galets verticaux, contre laquelle il prend l'un de ses points d'appui quand il est en charge; l'autre point d'appui lui est fourni par une crapaudine fixée au fond du puits de fondation.

Dans quelques grues de grande force, on fait rouler le collier de galets verticaux sur un système de galets horizontaux fixés au corps de la grue.

Si nous comparons entre eux les deux derniers types de grues, nous voyons que le pivot fixe engagé dans la maçonnerie doit en suivre tous les mouvements. Si l'on n'a pas le soin de laisser la maçonnerie prendre corps avant la mise en service de la grue, le pivot en suit les tassements et ne conserve plus la verticalité indispensable au bon fonctionnement de l'appareil.

Au point de vue de l'économie, le système à pivot fixe ne

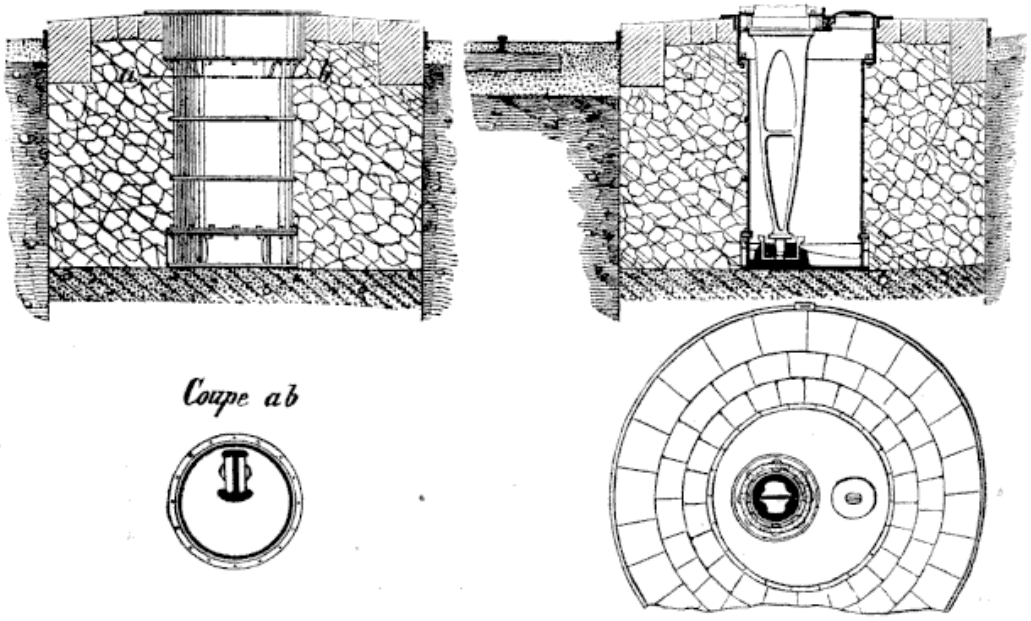


Fig. 384. Fondation d'une grue de 6 tonnes, à pivot tournant, avec cuvelage en fonte. (Lyon). 1/100.

permet pas l'emploi du bois pour pivot; le contraire a lieu pour le type à pivot tournant. Mais, comme nous l'avons dit, la con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

struction du puits de visite doit être parfaitement étanche. C'est une question difficile à résoudre dans certains cas, surtout s'il se produit des fissures dans la fondation.

La compagnie de Lyon obvie à cet inconvénient, en constituant son puits de visite au moyen d'un cuvelage en fonte engagé dans la maçonnerie (fig. 384). Le fond du cuvelage reçoit la crapaudine du pivot dont on peut facilement régler la position au moyen de cales.

L'addition de ce cuvelage en fonte n'est pas une cause d'augmentation de dépenses, car elle permet de faire descendre le prix de fabrication du kilogramme de 0ᶠ,65 à 0ᶠ,50 et de supprimer l'emploi de la pierre de taille dans la construction du puits.

Enfin, on peut donner au type de pivot tournant le profil le plus convenable pour la résistance qu'il doit présenter, c'est-à-dire la forme d'un double T dont le grand axe suit toujours le mouvement de la flèche, et donne dans toutes les positions le maximum d'effort, ce qui n'a pas lieu avec le pivot fixe.

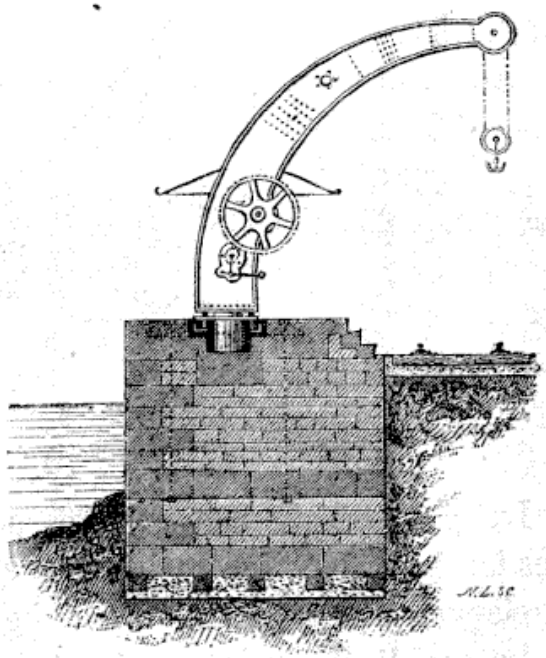


Fig. 385. Grue de quai, en tôle (Nord-Est suisse). 1/100.

Il y a encore un type de grues à pivot tournant représenté par la figure 385, dans lequel le prolongement du pivot forme la flèche et les tirants. Ce type est fréquemment employé sur les quais communs à la navigation et aux voies ferrées.

Convenablement disposées, ces grues peuvent servir à transborder directement la charge d'un wagon dans un bâtiment amarré au quai.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mécanisme de ces appareils, plus exposé aux intempéries que celui des autres grues, doit être protégé par un abri suspendu à la flèche même de la grue. La figure 385 indique en coupe un petit toit en métal recouvrant le mécanisme.

298. Grues locomobiles. — Les *grues locomobiles roulantes* sont formées :

— D'un bâti portant la flèche, le treuil et les accessoires;

— D'un train à quatre roues qui peut circuler sur les voies ordinaires et supporte le bâti, par l'intermédiaire d'un pivot.

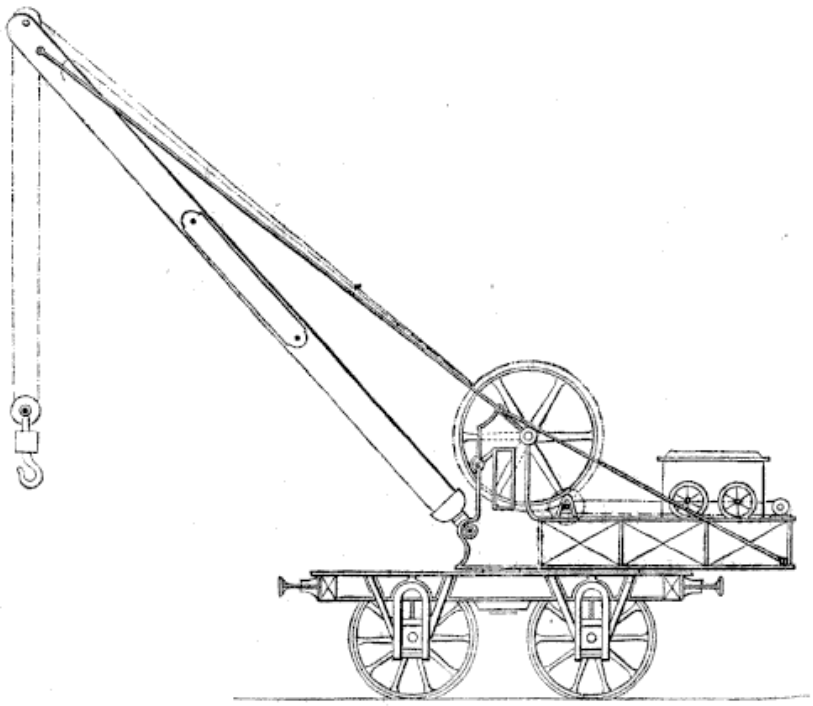


Fig. 386. Grue roulante locomobile de 4 000 et 6 000 kil. 1/100.

La grue roulante (fig. 386) peut servir à la manœuvre des fardeaux dans les gares ou sur la voie, sa flèche étant disposée pour être abaissée en marche quand on attelle l'appareil.

Le problème de la construction de cette grue consiste à maintenir le bâti en équilibre au moyen d'un contre-poids dont on fait varier le bras de levier d'après la charge appliquée à la flèche.

On peut augmenter encore la force de cet appareil en rattachant le train aux rails de la voie à l'aide de griffes.

Enfin, on dispose quelquefois la flèche de manière à pouvoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire varier dans certaines limites la *volée* ou *portée* de la grue. Cette précaution est bonne à prendre, car elle permet d'opérer avec l'appareil de nombreuses manœuvres qu'on ne peut souvent effectuer qu'avec le secours d'autres engins plus embarrassants, moins sûrs, et exigeant un développement de main-d'œuvre plus considérable.

La figure 386 représente une grue roulante employée aux chemins de fer de l'Ouest. Sa force atteint 4 tonnes quand la grue est libre, et 6 quand elle est reliée aux rails.

On a proposé de construire des grues de ce type sur des dimensions considérables, notamment celles qui ont été projetées pour les travaux de draguage du canal de Suez. La volée avait 10 mètres de longueur, le contre-poids formé par la machine locomobile faisant fonctionner l'appareil; une roue dentée fixée sur le train servait à faire tourner le bâti et tout ce qu'il porte.

Grue à équilibre constant. — Avant de faire fonctionner les grues locomobiles ordinaires, avons-nous dit, il faut faire varier le bras de levier du contre-poids et amener ce contre-poids en une position qui assure à l'appareil chargé du fardeau à soulever une stabilité suffisante.

Pour éviter la manœuvre à bras d'homme du contre-poids, M. Jambille, ancien élève de l'Ecole centrale des arts et manufactures, a eu l'idée de faire déplacer le contre-poids par l'action du fardeau. Dans l'appareil que l'usine de Maubeuge a établi pour réaliser cette idée, l'un des deux brins de la chaîne qui porte le crochet s'infléchit sur des poulies simples et tire le contre-poids sur son chemin de roulement. Ce chemin de roulement, d'après M. Contamin, doit affecter la forme d'un arc de parabole pour remplir les conditions d'équilibre énoncées plus haut.

L'expérience n'a pas encore prononcé sur la valeur pratique de ce système, qui dans tous les cas aurait l'inconvénient d'exiger un contre-poids plus lourd que dans les dispositions précédentes, inconvénient qui peut être compensé par la diminution de longueur du chemin de roulement.

Chèvre à trois pieds. — La grue roulante est un appareil assez coûteux et qui ne se trouve généralement qu'en des dépôts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assez éloignés les uns des autres. On peut la remplacer dans les dépôts secondaires par des chèvres à trois pieds faciles à charger sur un wagon plat ordinaire.

Voici les dimensions de la chèvre à trois pieds, pour deux hommes, pouvant lever 3 000 kilogrammes, employée sur la ligne du Bourbonnais :

Longueur des pieds	$7^{m},000$
Largeur moyenne des pieds	0 ,160
Epaisseur	0 ,120
Rayon des manivelles	0 ,350
Engrenages. — Diamètre primitif du premier pignon.	0 ,104
— de la première roue.	0 ,412
— du deuxième pignon.	0 ,123
— de la grande roue...	0 ,726
Diamètre de la noix	0 ,070
Diamètre du fer de la chaîne	0 ,020
Poids total de la fonte et du fer	$1\,267^{k}$

299. TREUILS-CHARIOTS. — Dans ces appareils de levage, nous distinguerons :

— Les grues ou treuils à chariot sur pivot ;

— Les treuils-chariots proprement dits.

Les premiers sont composés d'une grue à levier mobile ou d'un treuil, circulant sur une poutre horizontale reliée par des étançons à un pivot tournant.

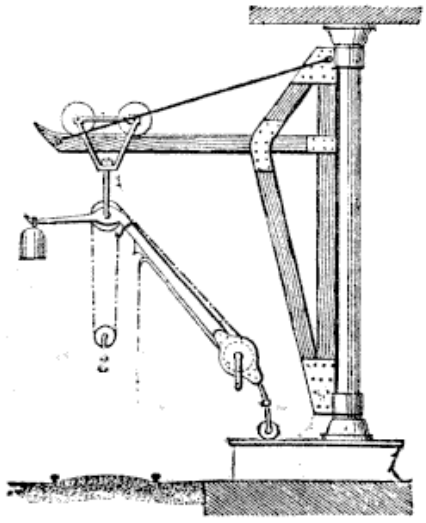


Fig. 387. Grue pivotante à chariot. 1/100.

La figure 387 représente une grue à chariot sur pivot; elle offre l'avantage, sur la grue à volée constante, de pouvoir manœuvrer les fardeaux sur toute la surface décrite par la révolution de la flèche; mais la force de cet appareil est nécessairement très-limitée et ne dépasse généralement pas 2 000 kilogrammes.

L'appareil élévatoire peut être remplacé par un treuil manœuvré du sol, au moyen d'une corde sans fin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les *treuils-chariots,* le nom l'indique, se composent d'un treuil auquel est suspendue la charge à manœuvrer, et d'un chemin de roulement qui supporte le treuil de levage. Dans ce type rentrent le treuil à tiraude et la grue à diligences ou à maringottes.

Le chemin de roulement lui-même peut être porté par un chariot se mouvant sur une voie dirigée transversalement au chemin de roulement du treuil.

Dans ces conditions sont établis les treuils-chariots suspendus au-dessus des ateliers pour le service des machines-outils ou ceux roulant sur le sol pour le chargement et le déchargement des pierres, le transport des chaudières et des locomotives dans les ateliers.

Le *treuil-chariot à levier* proprement dit se compose :

— D'un chariot à galets circulant sur un chemin de roulement supérieur ;

— Du treuil proprement dit (l'appareil est représenté en élévation dans la partie à gauche de la figure 387), dont le mécanisme est placé vers la partie inférieure d'un levier en fer suspendu au tourillon de la poulie accrochée au chariot. Ce mécanisme consiste simplement en un pignon engrenant avec une roue dentée dont l'arbre porte un autre pignon autour duquel s'enroule une chaîne galle ; celle-ci se rend du mécanisme à la poulie supérieure, enveloppe la poulie du crochet de suspension et se relève pour prendre un point d'attache à l'extrémité du levier.

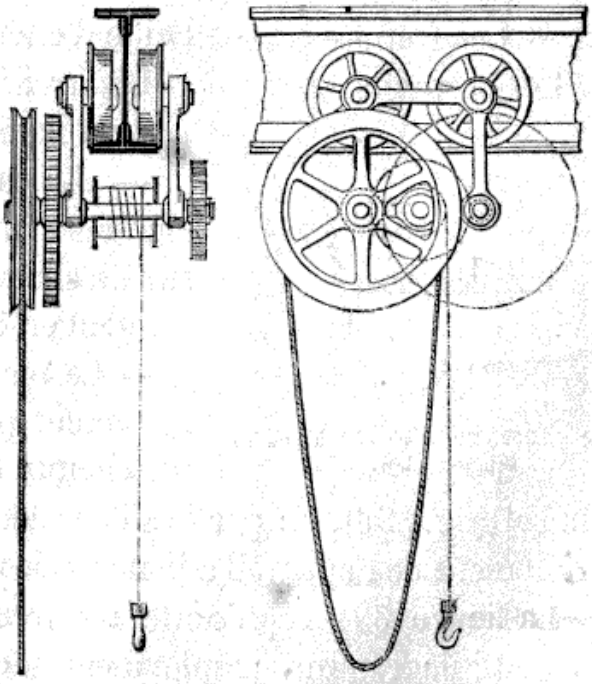


Fig. 388. Treuil-chariot à corde sans fin. 1/50.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Celui-ci se termine en haut par un appendice à peu près horizontal, qui sert à porter un poids faisant équilibre au système inférieur, et en bas par une queue armée d'un galet qui porte sur le sol de la plate-forme.

On a simplifié cet appareil en supprimant le levier et en substituant au mécanisme inférieur à pignon et chaîne galle un mécanisme à noix et chaîne calibrée. Le mouvement s'y transmet au moyen d'une corde sans fin, entraînant dans son mouvement une poulie à gorge qui commande la roue de la noix par l'intermédiaire d'un autre pignon (fig. 388).

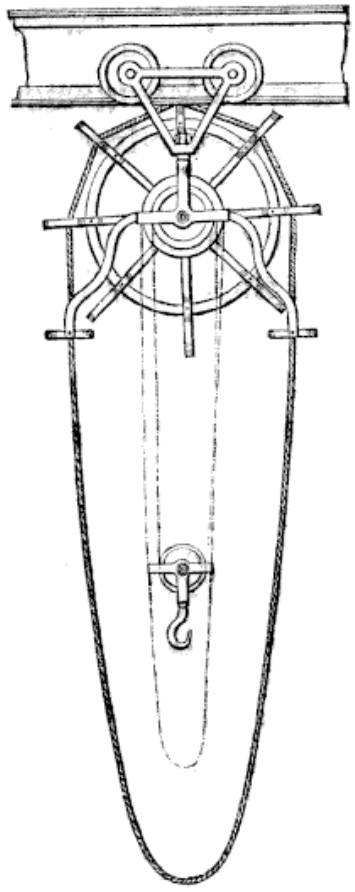


Fig. 389. Treuil-chariot à poulies différentielles. 1/50.

On pourrait encore réduire le nombre des organes de l'appareil en substituant à l'action du treuil celle des poulies différentielles (fig. 389). L'avantage que présenterait en outre ce *monte-charges* roulant consisterait surtout dans la facilité qu'il offre de maintenir le poids suspendu sans l'aide d'encliquetage.

Les *treuils-chariots à double mouvement* comprennent :

— Le treuil moteur ou monte-charges porté par des galets roulant sur un chemin de fer faisant corps avec un pont en bois ou en fer ;

— Le pont, qui peut être porté directement par des galets roulant sur un chemin de fer suspendu au-dessus du sol (fig. 390), ou par des chevalets en charpente, quand le roulement de l'appareil a lieu sur des rails placés à fleur du sol.

La figure 391 représente un treuil-chariot de la force de 10 000 kilogrammes employé par la compagnie de Lyon.

Au lieu du pont en tôle qu'il est bon d'appliquer pour les forces dépassant 5 000 kilogrammes, on peut employer un pont en charpente armée par des tirants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

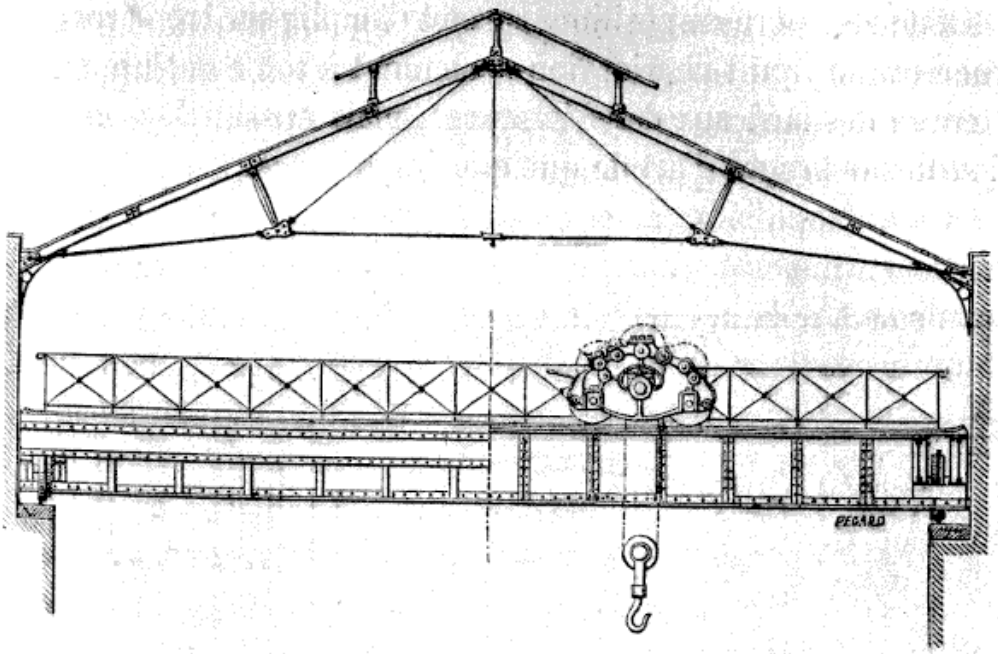


Fig. 390. Treuil-chariot à pont roulant, simple, en tôle (magasins de la marine). 1/100.

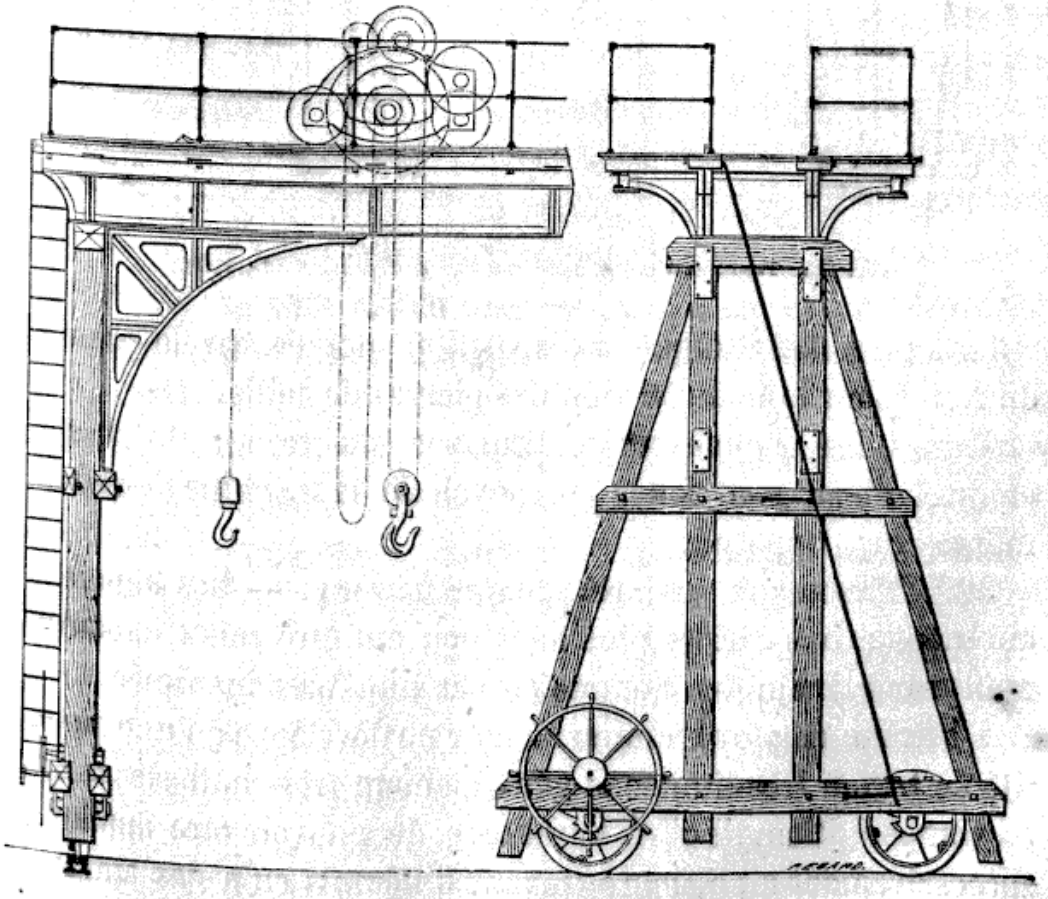


Fig. 391. Treuil-chariot à pont roulant, en tôle, sur chevalet (Lyon). 1/100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette dernière disposition permet d'appliquer très-économiquement le treuil-chariot non-seulement à toute espèce de manœuvre des fardeaux dans les gares, mais aussi à la construction des ouvrages d'art de quelque importance.

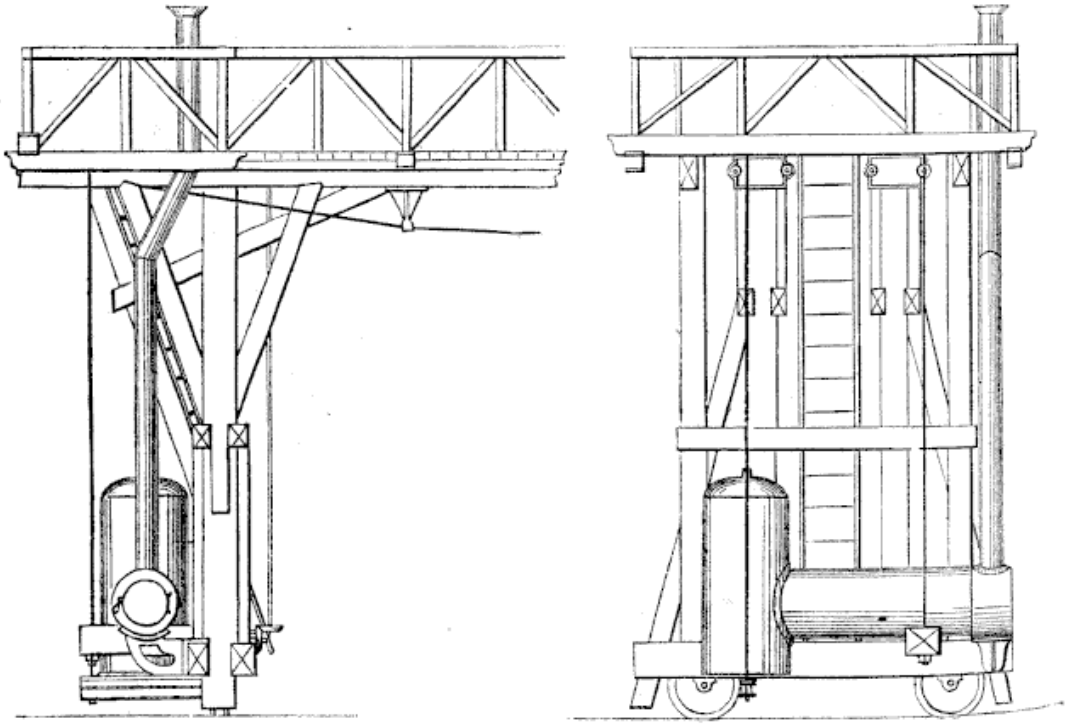


Fig. 392. Treuil-chariot, en bois, mû par la vapeur (Nord). 1/100.

La figure 392 indique la disposition adoptée par le chemin du Nord pour la manutention des pierres de taille.

Toutes les manœuvres de transport du treuil, du chariot et du fardeau sont faites au moyen de la machine à vapeur montée sur l'appareil.

300. Manœuvre des appareils de levage. — Les appareils que nous avons décrits plus haut peuvent être mis en mouvement par la main de l'homme ou par une force inanimée.

L'homme employé comme moteur ne développe qu'une quantité de travail très-limitée et généralement très-coûteuse; mais, en compensation, il offre l'avantage de pouvoir être appliqué successivement à plusieurs travaux différents ou à des travaux semblables répartis sur des points éloignés les uns des autres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi les forces animées sont-elles fréquemment utilisées pour faire agir les divers engins dont l'homme se sert quand il veut produire un travail peu considérable, soit comme effort à vaincre, soit comme vitesse à obtenir. Tel est le cas général de la manutention des marchandises dans les stations de chemins de fer.

Mais s'agit-il d'un mouvement important de marchandises concentré sur un espace relativement restreint, ce mouvement exige-t-il en même temps le développement de grandes forces et d'une grande vitesse, il faut alors avoir recours aux moyens mécaniques.

Quand on a le gaz d'éclairage à sa disposition, la machine Lenoir ou toute autre analogue peut souvent rendre de grands services. Ainsi, dans une gare où le mouvement des marchandises est important, mais où la manutention est intermittente, cette machine, qui a l'inconvénient d'être très-dispendieuse lorsqu'il s'agit d'un travail continu, trouvera parfaitement son application. En même temps qu'elle permet de développer une plus grande force et une plus grande vitesse qu'avec les moteurs animés, elle se recommande par la facilité de son installation. Dans le cas tout spécial d'un travail intermittent, elle sera toujours plus économique qu'une machine à vapeur, à cause de l'avantage qu'elle présente de pouvoir fonctionner immédiatement, à un instant donné, sans rien dépenser pendant les arrêts.

Dans une gare importante, où la manutention des marchandises de toute nature, lourdes ou légères, encombrantes ou peu volumineuses, exige un travail presque constant, il faudra préférer à la machine à gaz les moteurs à vapeur ou à eau.

Si l'on peut se procurer facilement du combustible à bon marché, et si l'on n'a pas à redouter les chances d'incendie, enfin dans les localités où les températures inférieures à 0 degré ont quelque durée, on emploiera la vapeur en l'appliquant aux appareils de levage, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une transmission de mouvement. Dans le premier cas,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les grues à pivot fixe ou à pivot tournant peuvent porter à leur partie inférieure, et du côté opposé à la flèche, soit le moteur à vapeur complet avec sa chaudière, soit seulement le cylindre, la vapeur étant prise à un générateur commun. Dans les grues roulantes à flèche, le moteur et sa chaudière sont disposés de manière à former contre-poids; dans les grues roulantes à chariot, la chaudière est placée à la partie inférieure de l'un des chevalets, et les machines destinées à soulever la charge et à déplacer la grue ou le chariot sont établies sur le tablier supérieur.

Nous avons vu fonctionner à Marseille une grue roulante à vapeur d'un système spécial, qui peut s'appliquer à la manutention des marchandises et à la construction des édifices. Cet engin se compose d'un double montant vertical soutenu à sa partie inférieure par un châssis monté sur quatre roues, et portant dans le haut un grand levier mobile autour de son milieu. A l'une des extrémités de ce levier est attachée une poulie, sur laquelle passe la chaîne de levage; l'autre extrémité reçoit une corde qui permet de guider le mouvement du levier et de faire ainsi avancer ou reculer le fardeau par rapport au montant de la grue. Sur le châssis inférieur sont établis le moteur à vapeur et sa chaudière.

Les appareils isolés seront plus généralement à action directe. Mais lorsque plusieurs appareils, grues, monte-charges, etc., se trouveront concentrés sur un point déterminé, il conviendra d'employer une machine à vapeur unique, avec transmission du mouvement aux divers appareils.

La transmission du mouvement peut affecter un grand nombre de dispositions différentes suivant les besoins.

Un système très-simple pour prendre le mouvement sur un arbre, quand il s'agit de manœuvrer un fardeau dont le poids peut atteindre 1 tonne, consiste à caler un disque sur l'arbre de transmission et un autre disque sur un second arbre qui porte le tambour à chaîne; cet arbre tourne, d'une part, dans un palier fixe, et d'autre part dans un second palier monté à l'extrémité du petit bras d'un levier coudé pouvant tourner

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autour d'un axe fixe. Il suffit d'un petit mouvement du levier pour mettre le second disque en contact avec le premier, recevoir son mouvement et le transmettre à l'appareil de levage. Tel est le système appliqué à la grande gare de Camdentown, ligne du Great-Northern, en Angleterre. Le nombre des grues y est très-considérable ; ces engins sont répartis le long des quais de manière à effectuer le chargement ou le déchargement simultané de vingt wagons d'un côté des quais, et, de l'autre, d'un nombre correspondant de camions.

L'emploi de l'eau sous pression comme moteur appliqué aux engins destinés à la manutention des marchandises convient à toutes les localités où la température se tient à peu près constamment au-dessus de 0 degré, et aux établissements de grande étendue.

En principe, son but est de procurer à chaque engin de l'eau ayant une pression suffisante pour qu'appliquée à des pistons convenablement disposés, ces pistons mettent en mouvement les pièces de manœuvre. L'eau sous pression est fournie par un moteur qui la refoule dans des réservoirs où elle prend la pression voulue, et se répartit de là par une conduite sur tous les points où elle peut être nécessaire. Ce système, inventé par sir William Armstrong, est employé sur un grand nombre de points en Angleterre, mais plus rarement sur le continent.

L'application qui en a été faite par la compagnie des docks et Entrepôts à Marseille et par la compagnie des chemins de fer de Paris à la Méditerranée, à la gare de la Râpée à Bercy, nous permet de donner quelques détails sur ce système, grâce aux renseignements qui nous ont été communiqués avec la plus grande obligeance par M. Barret, ingénieur des docks de Marseille.

301. APPAREILS HYDRAULIQUES. — *Dispositions générales.* — Le réseau général des tuyaux de conduite a un développement de 3 500 mètres. En chacun des points où se trouve un appareil à faire mouvoir, on a ménagé une tubulure de prise d'eau sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la conduite générale. On a réparti sur l'ensemble de ce réseau cinq *accumulateurs*.

Chaque accumulateur se compose (fig. 393) :

— D'un tube vertical en fonte mis en communication, par sa base, avec la conduite générale, et muni à sa partie supérieure d'un stuffing-box ;

— D'un plongeur pouvant monter et descendre dans le tube vertical, et portant sur sa tête, par l'intermédiaire d'un joug à coulisseaux, un grand cylindre en tôle à double enveloppe, chargé dans sa capacité annulaire d'un poids suffisant pour donner à l'eau de la conduite la pression nécessaire à la marche des engins de manutention.

L'eau qui sert à faire mouvoir ces engins est refoulée dans la conduite par des pompes à plongeur, attelées aux tiges des pistons de deux cylindres à vapeur horizontaux, constituant une machine de 120 chevaux. En prévision d'un travail considérable qui pourrait se présenter instantanément ou bien d'un dérangement de la machine, on a construit une seconde machine semblable à la première, et disposée symétriquement par rapport à l'un des cinq accumulateurs, qui forme pour ainsi dire le centre du réseau général.

La machine à vapeur étant en marche, les pompes foulantes, qui s'alimentent dans un réservoir suspendu aux parois du bâtiment et au-dessus de la machine, envoient l'eau dans la conduite du réseau général. Tant qu'il s'agit de remplir les tuyaux, la machine à vapeur n'a d'autre résistance à vaincre que celle due au mouvement de l'eau dans la conduite. Mais quand celle-ci est remplie, la machine en marche continuant à fonctionner, l'eau refoulée agit sur le plongeur des accumulateurs et les soulève. Elle se trouve donc dans la conduite sous une pression équivalente à la charge portée par ce plongeur.

Dans cet état, on met la conduite en communication avec l'un quelconque des engins de manutention. Celui-ci, sous la pression de l'eau, prend le mouvement qui lui est propre et effectue le travail voulu. La quantité d'eau sous pression dépensée est donc en raison du travail effectué ; et pour que la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manutention n'éprouve aucun retard, il faut que tous les engins trouvent constamment dans la conduite la quantité d'eau sous pression qui leur est nécessaire. Les moteurs sont disposés pour atteindre ce but.

Comme nous l'avons dit plus haut, les moteurs se composent de cylindres à vapeur, des pompes foulantes et de l'*accumulateur central*. Lorsque toute la conduite avec ses accumulateurs ont leur charge complète, les moteurs sont au repos ; mais dès que l'un des engins travailleurs fonctionne, il fait une certaine dépense d'eau qui diminue le volume de l'eau contenue dans le réseau. Cette diminution de volume d'eau est remplacée par une rentrée provenant des accumulateurs qui doivent descendre pour conserver la pression voulue dans la conduite. L'accumulateur central remplit l'office de régulateur. En descendant, il fait ouvrir une valve placée sur le tuyau d'admission de vapeur aux cylindres de la machine. Les pistons moteurs, prenant leur mouvement alternatif sous l'impulsion de la vapeur, font agir à leur tour les plongeurs des pompes foulantes, qui envoient à nouveau de l'eau dans la conduite ; celle-ci se remplit, puis les accumulateurs reprennent leur mouvement ascensionnel. L'accumulateur central, parvenu près de la limite de sa course, ferme la valve d'admission de vapeur et la machine motrice s'arrête d'elle-même, pour reprendre son mouvement dès que le volume d'eau renfermé dans le réseau vient à diminuer, et ainsi de suite.

Ces moteurs seraient soumis à de graves accidents résultant soit de la rupture d'un tuyau, soit de l'entraînement de l'accumulateur par suite de la vitesse acquise par la machine à vapeur, si l'on n'avait pas pris les précautions suivantes :

En prévision de l'entraînement, l'accumulateur est muni d'une soupape d'évacuation que le plongeur ouvre par l'intermédiaire d'une chaîne et d'un levier, quand ce plongeur arrive vers l'extrémité de sa course et au moment de la fermeture de l'admission de vapeur.

Quant au premier cas, celui de la rupture du tuyau de conduite, si cet accident survenait, les plongeurs ne rencontrant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus de résistance, la machine à vapeur s'emporterait. Pour l'arrêter, on se sert du *plongeur de sûreté*, appareil composé d'un cylindre en fonte branché sur la conduite d'eau sous pression, dans lequel se meut un plongeur en bronze. Cette pièce est surmontée extérieurement d'une chape avec trois poulies à gorge. Le fond du cylindre porte une autre chape et trois poulies semblables aux premières. Une chaîne, fixée à un point d'attache sur le cylindre, passe successivement sur ces poulies inférieures et supérieures et aboutit au levier de la soupape à vapeur. La course de l'extrémité de cette chaîne doit être égale à la corde de l'arc décrit par ce levier ; ce dernier se mettrait en mouvement sous l'impulsion du plongeur et d'un contre-poids complémentaire, s'il n'était retenu en sens inverse par un autre contre-poids qui, en marche normale, fait équilibre au poids du plongeur de sûreté augmenté du premier contre-poids. Mais, si la machine prend une trop grande accélération, l'accumulateur s'élève, et quand il arrive à une certaine hauteur, il soulève le contre-poids complémentaire. Le levier n'est plus sollicité que par deux forces inégales ; il prend la direction qui lui est imprimée par le second contre-poids, et ferme l'admission de vapeur, déterminant ainsi l'arrêt de la machine.

Engins de manutention. — Ces engins forment trois classes distinctes :

— Elévateurs simples, agissant directement sur la charge à mouvoir.

— Elévateurs combinés, agissant sur la charge à mouvoir par l'intermédiaire d'un appareil funiculaire.

— Appareils à mouvement de rotation continue.

Les élévateurs simples, comme la presse hydraulique ordinaire, se composent d'un cylindre muni d'une garniture en cuir et d'un plongeur auquel est attaché le plateau de la charge à élever ou à descendre.

Tel est le cas de l'appareil employé à Londres pour élever les wagons pleins de charbon à un niveau suffisant, et mettre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le combustible en tas. Là, le cylindre est en dessous de la charge.

A Ruhrort, le cylindre moteur qui sert à monter et descendre les wagons devant traverser le Rhin sur des pontons, se trouve au-dessus du plateau de la charge à faire mouvoir.

On peut faire de très-nombreuses applications de ce système pour comprimer rapidement certaines marchandises, ouvrir et fermer les vannes de grands bassins, marteler le fer, cisailler, poinçonner et river les tôles, etc.

Les engins composés sont formés d'un cylindre avec plongeur dont la course varie en raison du chemin que la charge doit parcourir. Le fond du cylindre et la tête du plongeur portent un certain nombre de poulies sur lesquelles passe une chaîne dont le premier maillon est fixé au cylindre, et le dernier à la charge.

Cet appareil est exactement le contre-pied de la moufle ordinaire. Dans ce dernier appareil, l'effort moteur appliqué sur l'un des brins est transmis à la charge, en augmentant de puissance et en perdant de la vitesse. Ici, au contraire, l'effort moteur est considérable et se transforme en un travail dont la vitesse forme le principal élément. C'est ainsi qu'avec un plongeur ayant une course de 3 mètres et deux groupes de poulies constituant huit brins de chaînes, l'extrémité libre de cette chaîne parcourra, dans le même temps, un chemin huit fois plus grand que le plongeur, soit 24 mètres.

Les appareils à mouvement de rotation continue sont formés d'un arbre coudé à trois manivelles faisant entre elles des angles de 120 degrés, mises en jeu par les tiges de trois pistons plongeant dans des cylindres oscillants à simple effet.

L'admission de l'eau dans les cylindres se fait par des tiroirs mus au moyen d'excentriques calés sur l'arbre de transmission de mouvement. Ces tiroirs constituent la partie délicate de la machine, car ils reçoivent une énorme pression sous laquelle ils sont obligés de fonctionner en prenant une vitesse consi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dérable. Aussi, pour les conserver en état convenable, doit-on prendre la précaution de les munir d'un appareil compensateur qui les décharge d'une grande partie de la pression motrice.

Ces machines sont employées à ouvrir les grandes portes des bassins, à faire mouvoir des cabestans, des grands ponts tournants, des transmissions de mouvement, des monte-charges, etc.

Machine motrice. — La machine à vapeur est à deux cylindres horizontaux, à haute pression et détente variable, sans condensation. Les tiges des pistons des cylindres à vapeur sont attelées, par l'intermédiaire de bielles à fourche, aux manivelles calées sur deux arbres de couche portant chacun un volant. Ces deux arbres sont manchonnés de telle sorte que l'on peut les désembrayer et faire fonctionner isolément l'une des moitiés de la machine.

Un régulateur à force centrifuge est installé pour empêcher la machine de s'emporter, dans le cas où le mécanisme de la valve d'admission de vapeur viendrait à manquer.

Les dimensions principales de cette machine sont les suivantes :

Diamètre des pistons à vapeur.....	$0^{m},340$
Course des pistons.....	0 ,960
Surface de chaque piston.....	$0^{m^2},229$
Nombre de tours.....	40

Les pompes foulantes sont placées dans le prolongement de l'axe des cylindres à vapeur, entre les branches de fourche des bielles. La tige du piston de chacune de ces pompes s'assemble avec la tige du piston à vapeur correspondante, au moyen d'un manchon en fer qui fait corps avec la traverse portant les coulisseaux et les tourillons des têtes de fourche des bielles.

Les pompes foulantes sont différentielles, à double effet, munies d'une soupape d'aspiration et d'une soupape de refoulement. Elles sont établies de manière à demander à la machine un effort constant, quel que soit le sens de la marche des pis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tons. A cet effet, les tiges des pistons des pompes ont une section équivalente à la moitié de celle des pistons. Voici quelles sont les dimensions de chaque pompe :

Diamètre du corps de pompe.....	$0^{m},140$
Diamètre du piston.....	0 ,140
Diamètre de la tige du piston.....	0 ,099
Surface du piston	$0^{m2},015392$
Section de la tige du piston.....	0 ,007696

On voit, d'après cela, que la section de la tige occupe la moitié de la section du corps de pompe, et qu'elle laisse un espace vide annulaire d'égale section. Quand le piston se meut dans un sens, la soupape d'aspiration s'ouvre, et l'eau pénètre dans le corps de pompe. La soupape, à l'extrémité opposée, se ferme, et l'eau refoulée par le piston se rend dans l'accumulateur, sous un volume représenté par celui d'un cylindre de $0^{m2},007\,696$ de base et de $0^{m},96$ de hauteur, soit :

$$0^{m2},007\,696 \times 0^{m},96 = 0^{m3},007\,382.$$

La résistance à vaincre pour refouler ce volume d'eau dans l'accumulateur est donnée par le produit de la section annulaire multipliée par la pression de l'eau dans l'accumulateur. Cette pression est fixée par la charge à 52 atmosphères, soit $53^{k},716$ par centimètre carré ; ce qui donne pour l'expression de la résistance à vaincre, abstraction faite des coefficients de frottement et des contractions :

$$0,007\,696 \times 53^{k},716 \times 10\,000 = 4133^{k},98.$$

Quand le piston marche en sens inverse, la première soupape se ferme, la seconde s'ouvre et le piston refoule une colonne d'eau ayant pour base la section totale du corps de pompe et pour hauteur la course du piston, soit

$$0^{m2},015\,392 \times 0^{m},96 = 0^{m3},014\,764.$$

c'est-à-dire un volume double du premier. La résistance à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaincre pour le faire pénétrer dans l'accumulateur sera égale à

$$0{,}015\,392 \times 53^{k},716 \times 10\,000 = 8267^{k},96.$$

La moitié de ce volume se rend dans l'espace annulaire enveloppant la tige du piston, l'autre moitié pénètre dans l'accumulateur. Dès lors, le piston, en refoulant, rencontre sur sa grande section une résistance de $8267^{k},90$. Mais il reçoit sur sa section annulaire opposée une contre-pression de $4133^{k},98$ provenant de l'accumulateur, de sorte qu'il n'a encore à vaincre dans ce cas qu'une résistance de :

$$8267^{k},96 - 4133^{k},98 = 4133^{k},98.$$

Ainsi, le volume d'eau et la résistance à vaincre par chaque plongeur sont constants, quel que soit le sens de sa marche.

Les pompes élévatoires mises en mouvement au moyen d'excentriques sont construites sur le même principe. Leurs dimensions sont les suivantes :

	Diamètre.	Section.	Course.
Piston.....	$0^{m},330$	$0^{m2},08553$	$0^{m},350$
Tige du piston.....	0 ,2325	0 ,04276	»

Ces pompes ne fonctionnent que lorsque l'eau du canal de Marseille, qui arrive dans la bâche alimentaire avec une pression de 4 atmosphères, vient à manquer. Dans ce cas, les pompes élévatoires puisent de l'eau de mer, que leur amène un petit aqueduc.

Les pompes alimentaires sont fixées aux cylindres à vapeur, et leur plongeur est attelé à la traverse de la tige du piston. Le diamètre du piston est de $0^{m},055$, et sa course, de $0^{m},96$.

L'eau d'alimentation traverse un réchauffeur tubulaire en cuivre rouge placé au pied de la cheminée, et prend une température de 70 degrés.

En cas d'avarie des pompes, l'eau de l'accumulateur peut être dirigée dans les générateurs au moyen d'un tube en fer de $0^{m},025$ de diamètre. Il suffit de dix minutes pour lancer dans les chaudières 7000 litres d'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, un *petit cheval* complète le mécanisme de la machine motrice. Il fait mouvoir une pompe alimentaire de secours et une pompe à air. Cette dernière sert à accumuler de l'air à haute pression dans un réservoir de 6 mètres de hauteur et de $0^m,305$ de diamètre.

On a disposé ce réservoir pour prévenir les coups de bélier qui pourraient se produire dans les pompes foulantes. Seulement, la pompe n'étant pas assez puissante pour travailler sous la pression de 52 atmosphères, on la fait fonctionner tous les matins quand les tuyaux sont pleins, mais avant la mise en marche de l'accumulateur.

L'utilité du réservoir à air comprimé est très-contestable, et plusieurs machines fonctionnent en Angleterre sans l'adjonction de cet organe.

Les dimensions du petit cheval sont les suivantes :

	Machine à vapeur.	Pompe à eau.	Pompe à air.
Diamètre du cylindre.....	0,152	0,087	0,075
Course du piston.....	0,252	0,252	0,252
Nombre de tours.....	70	70	70

Les générateurs sont cylindriques, à foyer intérieur à combustion lente, système Cornouailles, timbrés à 5 atmosphères.

On a ménagé, sur la conduite de vapeur, une caisse rectangulaire divisée par une cloison qui arrête l'eau de condensation des tuyaux, la fait tomber dans un purgeur que l'on doit ouvrir de temps en temps, pendant les arrêts de la machine.

L'attention du mécanicien doit se porter constamment sur l'alimentation des pompes foulantes. Si l'eau venait à leur marquer pendant la marche, il en résulterait de graves accidents.

Accumulateur central. — La figure 393 représente, en plan et en élévation, l'ensemble d'un accumulateur.

Les dimensions du plongeur sont les suivantes :

Diamètre : $0^m,432$. — Section : $0^{m^2},1465$. — Course : 5 mètres. — Volume : 735 litres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

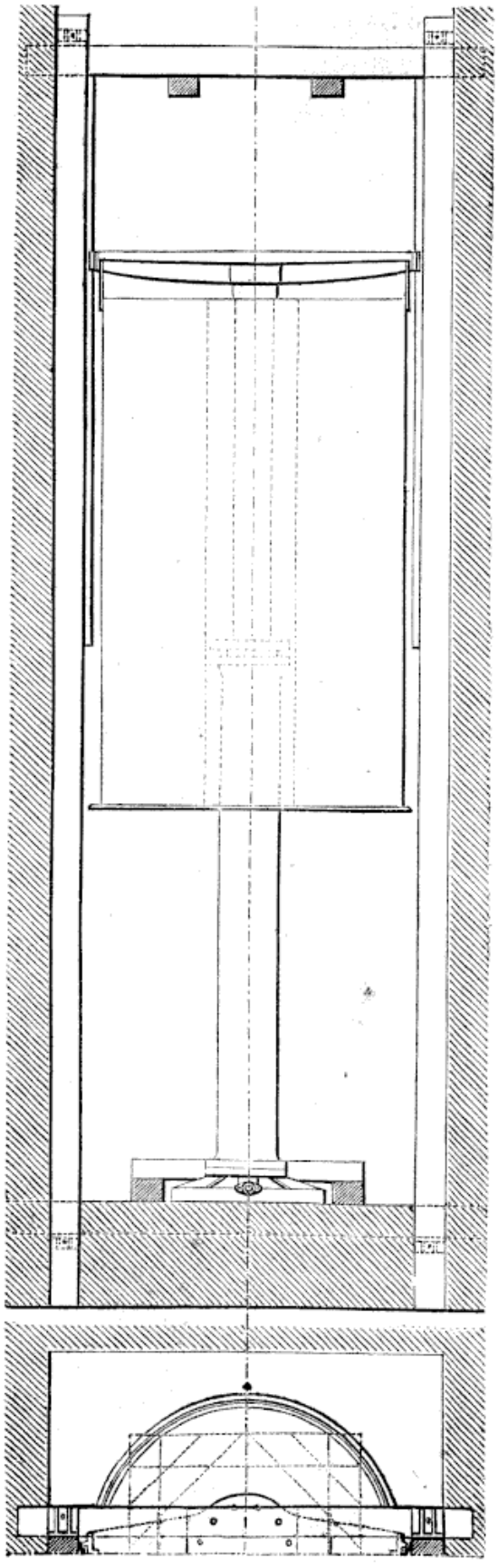


Fig. 393. Accumulateur. 1/100.

La caisse en tôle et le plongeur forment ensemble un poids de 78693 kilogrammes exerçant une pression de $53^{k},716$ par centimètre carré de la section du plongeur, soit 52 atmosphères.

L'appareil de sûreté est formé d'un cylindre en fonte mis en communication avec l'eau comprimée, et d'un plongeur en bronze de $0^{m},038$ de diamètre, soit $11^{m2},34$ de section.

La chaîne qui passe sur les six poulies à gorge a $0^{m},010$ de diamètre ; la course de l'extrémité de cette chaîne doit être égale à la course du levier de la soupape à valve réglant l'admission de vapeur, soit 1 mètre ; celle du plongeur sera donc six fois moindre, soit $0^{m},166$.

L'effort exercé sur le plongeur sera égal à :

$$11,34 \times 53^{k},716 = 609^{k}$$

et sur l'extrémité de la chaîne $\frac{609}{6} = 101^{k},5$, dont il faut déduire les frottements de la chaîne, du plongeur dans le presse-étoupe, soit environ 30 pour 100 de cette pression, ce qui réduit l'effort du plongeur de sûreté sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'extrémité du levier de la valve à vapeur à 71 kilogrammes.

Une seconde chaîne de $0^m,007$, suspendue à une poulie, s'accroche par une de ses extrémités à la chaîne du plongeur de sûreté ; de l'autre, elle soutient un contre-poids de 18 kilogrammes placé à la hauteur de $3^m,70$ de la course de l'accumulateur ; la course de ce contre-poids est égale à celle du levier de la valve, soit 1 mètre. Enfin, le troisième contre-poids, agissant directement sur ce levier, pèse 80 kilogrammes.

Ainsi, les deux efforts qui agissent à l'extrémité du levier de la valve sont sensiblement égaux, et comme ils se font équilibre, la valve à vapeur reste ouverte.

Mais l'équilibre est rompu dès que, les engins de manutention ne dépensant pas toute la quantité d'eau accumulée dans les conduites par les pompes foulantes, l'accumulateur s'élève au-dessus de la hauteur de $3^m,70$. A ce niveau, il soulève le contre-poids de 18 kilogrammes, la valve à vapeur se ferme d'une certaine quantité ; le nombre de tours de la machine diminue, et, par suite, la quantité d'eau refoulée dans la conduite. La dépense d'eau sous pression diminuant encore, l'accumulateur continue son mouvement ascensionnel, et, arrivé à la hauteur de $4^m,70$, ferme complétement l'admission de vapeur. C'est à ce point que correspond aussi l'ouverture de la soupape d'évacuation.

Si la conduite d'eau forcée venait à se rompre sur un point quelconque du réseau, le plongeur de l'accumulateur n'étant plus soutenu par la pression de l'eau, descendrait rapidement et ouvrirait la valve d'admission ; les pompes foulantes ne rencontreraient plus de résistance et la machine motrice s'emporterait. Mais le plongeur de sûreté agit en sens inverse, c'est-à-dire que, si la pression dans son cylindre diminue, l'effort de 609 kilogrammes du plongeur sur la chaîne diminue également ; dès lors, le levier de la valve à vapeur est entraîné par le contre-poids de 80 kilogrammes et ferme l'admission avant que l'accumulateur ne parvienne à l'extrémité de sa course.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conduite d'eau. — Les tuyaux qui forment le réseau général de la conduite ont les dimensions suivantes :

Longueur : $2^m,75$. — Diamètre intérieur : $0^m,127$. — Epaisseur : $0^m,025$.

Coulés debout, en fonte de deuxième fusion, ils sont éprouvés sous une pression de 200 atmosphères. Les extrémités sont munies de deux brides elliptiques de $0^m,071$ d'épaisseur, percées de deux trous de $0^m,042$ de diamètre placés sur le grand axe de l'ellipse, et distants de $0^m,260$ de centre en centre. Les boulons d'assemblage des brides ont $0^m,038$ de diamètre.

Les tuyaux s'assemblent par emboîtement suivant une disposition très-favorable à la conservation des joints (fig. 394). La partie mâle pénétrant dans la partie femelle laisse un vide à section trapézoïdale, qui reçoit un anneau en gutta-percha de $0^m,007$ de diamètre. La compression de cet anneau, sous l'effort des deux boulons, rend le joint parfait. Les assemblages doivent présenter une très-grande résistance, car ils sont soumis à des efforts souvent considérables : pression de l'eau d'une part; contraction de l'autre. En effet, la contraction résultant d'un abaissement de température tend à rappeler une certaine portion de conduite rigide. Supposons cette portion égale à 100 mètres de longueur, le poids étant de 10 000 kilogrammes, les brides devraient résister à un effort équivalent au frottement exercé par ce poids. Ajoutons-y la pression de l'eau sur la surface intérieure de la section $0^{m2},0126$, soit 6772 kilogrammes, et nous aurons un effort total sur les brides de 10 à 12 000 kilogrammes.

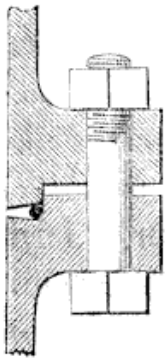


Fig. 394. Bride d'assemblage des tuyaux de conduite. 1/10.

Les tuyaux sont placés tantôt dans des aqueducs de $1^m,95$ de hauteur et $1^m,20$ de largeur, sur des banquettes en maçonnerie de $0^m,60$ de hauteur et $0^m,40$ de largeur; tantôt dans des caniveaux de $0^m,70$ de largeur et $0^m,40$ de profondeur, recouverts de plaques en fonte.

Pour faciliter le remplacement des tuyaux avariés et laisser toute liberté aux mouvements de dilatation et de contraction sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les conduites, on a ménagé, tous les 80 à 100 mètres, des tuyaux compensateurs.

Ces tuyaux sont munis, d'un côté, d'une bride semblable à celle des autres tuyaux ; de l'autre côté, d'une tulipe tournée intérieurement pour recevoir un tuyau réuni au premier au moyen d'un presse-étoupes. Le jeu que le tuyau peut prendre est égal à $0^m,08$, course plus que suffisante pour laisser toute latitude aux mouvements de la conduite.

Enfin, on a placé sur le réseau, à des intervalles de 150 à 200 mètres, des soupapes à chocs de $0^m,051$ de diamètre, soit $0^{m2},002\,040$ de section, chargées d'un poids de 1 074 kilogrammes correspondant à 52 atmosphères. Ces soupapes sont destinées à prévenir les ruptures de tuyau par les coups de bélier résultant des arrêts des engins de manipulation.

Élévateur simple, agissant directement sur la charge. — Cet appareil se compose d'un cylindre vertical en fonte, placé dans une fosse. Le plongeur a $0^m,250$ de diamètre, $0^{m2},0490$ de section et 6 mètres de course. Il est armé de deux traverses supportant une charpente en fer et un platelage, sur lesquels se placent les wagons à élever.

Les traverses glissent entre deux montants en bois, garnis de bandes de fer qui servent de guides.

La résistance totale à vaincre se compose comme suit :

Poids d'un wagon	4 500^k
Poids du plateau	2500
Poids du plongeur	1500
Charge du wagon	10000
Frottement du plongeur contre le presse-étoupes, les glissières, etc	252
Résistance totale	18 752^k

On diminue cette résistance en équilibrant, au moyen d'un contre-poids, l'ensemble des poids du plateau, du plongeur et du frottement des glissières et presse-étoupes, soit 3748 kilogrammes. La résistance à vaincre est donc ramenée à 15 000 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La manœuvre de l'appareil se fait au moyen d'une boîte de distribution analogue à celle dont nous donnons plus loin la description.

Pour se rendre compte de la vitesse d'ascension du plongeur, il suffit de se rappeler qu'il est soumis à une pression d'eau de 52 atmosphères. A l'air libre, l'eau s'écoulerait à la vitesse correspondante à la hauteur de chute, soit $52 \times 10^{m},33 = 537^{m},16$. Mais elle doit vaincre la résistance du plongeur qui est, comme nous l'avons vu, égale à 15 000 kilogrammes, soit, par centimètre carré, $\frac{15000}{490} = 30^{k},62$, pression équivalente à celle d'une colonne d'eau d'environ $306^{m},20$ de hauteur : ainsi la hauteur donnant la pression effective d'entrée sera $537^{m},16 - 306^{m},20 = 230^{m},96$, et la vitesse théorique sera :

$$V = \sqrt{2g \times 230,96} = 67^{m},00 \text{ par seconde.}$$

Le volume d'eau introduit par seconde sera donc $0^{m2},0005$ (section de la soupape) $\times$ 67 mètres = 33,5 litres. Le volume du plongeur étant de 294 litres, il sera comblé en $\frac{294}{33,5} = 9$ secondes. La course étant de 6 mètres, le plateau devrait prendre une vitesse de $\frac{6}{9} = 0^{m},66$. En fait, par suite des ralentissements et des manœuvres, on peut élever un wagon et en descendre un autre en cinq minutes environ.

Monte-charge. — Cet appareil (fig. 395, pl. XXV) se compose d'un cylindre avec son plongeur, armés, le premier, d'un groupe de trois poulies et le second d'un groupe de quatre poulies à gorge, sur lesquelles passe une chaîne fixée d'un bout au cylindre et de l'autre à la cage guidée qui porte la charge à mouvoir.

Le plongeur a $0^{m},254$ de diamètre : sa course est de $3^{m},40$; cette course permet, au moyen des huit brins passant sur les poulies, de faire parcourir à la cage la hauteur des six étages qui constituent les entrepôts, soit $26^{m},40$. La charge du plateau de l'appareil peut s'élever jusqu'à 1 500 kilogrammes.

Dans le cas qui nous occupe, le plongeur marche en sens in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verse de la charge. Le contraire a lieu dans l'élévateur simple, que nous avons décrit plus haut; cependant les appareils de manœuvre sont exactement les mêmes, sauf quelques détails disposés de façon à agir inversement.

Une boîte à soupape, dont la figure 396 (pl. XXV) donne le détail, sert à opérer les diverses manœuvres.

Cette boîte, en fonte, contient trois soupapes ayant pour fonctions : l'introduction de l'eau, — l'évacuation, — l'amortissement du choc. Chacune des deux premières, S et S′, consiste en une tige en bronze formant clapet, maintenue sur son siége par un levier armé d'un contre-poids.

Un arbre transversal en fonte, portant deux cames et deux leviers emmanchés, sert à faire manœuvrer ces soupapes. L'un de ces leviers, *le levier de manœuvre*, est mû à la main par l'intermédiaire d'une chaîne qui peut faire décrire à son extrémité une course verticale de $0^m,50$ de longueur totale.

Le plongeur étant au repos, ce levier est maintenu horizontal par le contre-poids. La chaîne l'attirant vers le haut, la came soulève le levier de la soupape d'introduction S; l'eau sous pression passe dans le cylindre, et le plongeur s'élève.

Pour arrêter la marche du plongeur, on descend le levier de manœuvre dans la position horizontale.

Pour faire descendre le plongeur, on abaisse le levier de manœuvre qui, soulevant, par sa came, le levier de la soupape d'évacuation S′, laisse écouler l'eau du cylindre dans l'aqueduc de vidange. Si l'on veut arrêter, on relève le levier de manœuvre jusqu'à ce qu'il redevienne horizontal.

Ces arrêts brusques produisent des chocs qui seraient nuisibles aux appareils, si chaque boîte ne portait pas un troisième organe, la *soupape à chocs*.

Il faut empêcher que, par une cause quelconque, le plongeur ne soit poussé à l'extérieur du cylindre. C'est ici qu'existe la seule différence entre la manœuvre de l'élévateur simple et celle du monte-charge.

Dans l'élévateur simple, la course du plongeur étant de 6 mètres, l'extrémité du *levier de sûreté*, calé sur l'arbre de la boîte,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est reliée par une chaîne de $5^m,88$ de longueur à la tête du plongeur ; de sorte que celui-ci, parvenu à la hauteur de $5^m,88$, commence à opérer sur le levier, qui ferme la soupape d'introduction. En descendant, le plongeur rencontre un taquet qui, par l'intermédiaire d'une tringle, ramène le levier de sûreté sur la soupape d'évacuation et la ferme. L'appareil est arrêté.

C'est l'inverse qui se passe dans le monte-charge représenté par la figure 395.

Le poids de la cage et des chaînes est équilibré par un contrepoids en fonte, qui parcourt le même chemin que la cage, mais en sens inverse, et par le poids du plongeur. A chaque étage pend un brin de chaîne qui se rend au levier à cames de la boîte à soupape, et qui permet d'effectuer la manœuvre.

On peut, par un calcul analogue à celui que nous avons indiqué pour l'élévateur simple, se rendre compte de la vitesse d'ascension de la charge. Si nous supposons, comme précédemment, la vitesse du plongeur égale $0^m,66$ par seconde, la vitesse d'ascension de la charge serait égale à $8 \times 0,66 = 5^m,28$.

Grues fixes avec treuils à chariots. — Fondées sur le même principe que l'appareil précédent, ces grues sont composées d'un double mécanisme à plongeur servant, l'un à monter ou abaisser la charge au moyen d'une poulie mouflée, l'autre à faire avancer ou reculer le chariot qui porte la chaîne de manœuvre du fardeau. Avec cet appareil on peut enlever un fardeau d'un camion accosté au quai, le déposer sur le quai, ou bien le descendre, par une trappe, dans le sous-sol, ou, réciproquement, tirer du sous-sol le fardeau et l'amener sur le camion qui doit l'emporter.

Grues pivotantes. — La figure 397 (pl. XXVI) représente l'ensemble d'une grue de quai servant à tirer le chargement de la cale des navires et à le déposer sur berge ou sur véhicules, ou bien, réciproquement, à prendre les fardeaux à terre et à les arrimer dans le navire.

Dans ces grues, le mécanisme est double. Le premier, l'élévateur, sert à faire mouvoir la charge verticalement ; le se-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cond, l'orientateur, peut faire parcourir horizontalement, à la charge suspendue, un arc de circonférence correspondant à un angle de 285 degrés.

L'élévateur est formé d'un plongeur vertical de $2^m,108$ de course et de $0^m,159$ de diamètre ; il porte deux groupes de trois poulies et une chaîne formant six brins. Dans ces conditions, la levée du fardeau peut atteindre une hauteur totale de $12^m,648$.

L'appareil qui effectue l'orientation se compose de deux cylindres horizontaux avec plongeurs conjugués, ayant $0^m,711$ de course, $0^m,089$ de diamètre, et portant chacun une poulie. Sur cette poulie passe une chaîne amarrée, d'une part au cylindre du plongeur, et de l'autre sur une poulie horizontale à deux gorges. Cette poulie est fixée au pied de la grue, de telle sorte que lorsque l'un des plongeurs sort de son cylindre et tire la chaîne, il force la poulie à tourner de son côté, entraînant dans son mouvement la grue avec sa charge. La manœuvre de l'autre plongeur horizontal est inverse de celle de son conjugué. Il rentre lorsque le premier sort, ce qui permet à sa chaîne de s'enrouler autour de la poulie horizontale.

Ainsi, quand le plongeur de gauche sort de son cylindre, la grue tourne de droite vers la gauche, et lorsque le plongeur de droite sort de son cylindre, la grue tourne de gauche à droite.

Ces divers mouvements sont effectués au moyen de deux leviers dont la manœuvre s'opère par l'intermédiaire de deux chaînes à contre-poids, à la disposition de l'ouvrier chargé de la direction de la grue, et qui se tient dans le second étage du bâtiment où sont renfermés les appareils.

Observation générale. — La manœuvre de tous ces engins s'opère très-facilement ; mais pour prévenir les embarras qui peuvent se produire en hiver, il faut prendre les précautions les plus minutieuses contre la gelée, et avoir particulièrement soin de vider complétement chaque soir toutes les conduites et tous les appareils, de manière à éviter les ruptures pouvant résulter de la congélation de l'eau.

Des expériences ont été faites avec beaucoup de soin, par les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ingénieurs de la compagnie des docks de Marseille, afin de déterminer, au moins d'une manière suffisamment approximative pour servir de guide dans la construction de nouveaux appareils, les rendements des divers engins que nous venons de décrire.

D'après ces expériences, on peut compter sur un rendement de 30 pour 100 de l'effet théorique pour les élévateurs simples ou combinés, et de 60 pour 100 pour les machines rotatives.

Ces rendements, et surtout ceux des élévateurs, sont bien loin du produit que l'industrie retire aujourd'hui des moteurs perfectionnés, mais il ne faut pas perdre de vue, ainsi que nous l'avons dit plus haut, que les engins effectuent un travail intermittent, dont la nature toute spéciale ferait considérablement baisser le coefficient ordinaire de travail utile, s'il était livré par les machines généralement employées.

GARE DE LA RAPÉE. — La compagnie du chemin de Paris à la Méditerranée a installé à côté de Paris une gare à deux étages, desservie par des appareils hydrauliques analogues à ceux que nous venons de décrire. L'ensemble de l'installation de la gare de la Rapée comprend :

1° Une machine horizontale à deux cylindres, de 70 chevaux; deux pompes refoulant l'eau à 50 atmosphères sous trois accumulateurs mis en communication avec une conduite circulant dans toute l'étendue de la gare.

2° Deux élévateurs hydrauliques, servant à faire passer les wagons de la gare supérieure à la gare inférieure et réciproquement. Chacun de ces élévateurs se manœuvre isolément; mais ils peuvent au besoin être mis en communication, ce qui permet d'utiliser le poids des wagons pleins descendants pour remonter les wagons vides.

3° Dix-huit grues de 1 500 à 3 000 kilogrammes, servant au transbordement des marchandises qui passent des wagons étrangers sur ceux de la compagnie, et *vice versâ*.

4° Deux cabestans avec poulies de retour, pour manœuvrer les wagons sur les voies de la gare, quelle que soit leur position et quel que soit le sens du mouvement à leur donner.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5° Une machine d'alimentation fournissant l'eau à la gare et aux ateliers, à raison de 100 mètres cubes à l'heure.

302. CONSTRUCTION DES APPAREILS DE LEVAGE. — *Transmission.* — L'effort de la puissance appliquée sur le mécanisme peut être transmis à la résistance au moyen d'une corde, ou bien d'une chaîne ordinaire à maillons soudés ou enfin d'une chaîne Galle.

Les cordes, quand elles sont neuves, et par conséquent en bon état, offrent à l'emploi une grande sécurité; mais après un long service, surtout lorsqu'elles ont été exposées aux influences atmosphériques, les cordes se détériorent rapidement. Pour en prolonger la durée, il faut, si elles sont appliquées à un appareil placé à découvert, les rentrer en magasin après s'en être servi; de là, incommodité et perte de temps.

Dans des conditions de trafic de quelque activité, on ne doit donc pas conseiller l'emploi des cordes, quand il s'agit surtout de lever de lourds fardeaux; car on est obligé, dans ce cas, d'augmenter le diamètre des cordes, ce qui amène un accroissement de résistance considérable provenant des dimensions restreintes du tambour sur lequel elles s'enroulent. Nous verrons plus loin les inconvénients de l'usage du tambour.

Les chaînes ordinaires à maillons soudés exigent des soins tout particuliers dans le choix du fer employé à leur confection et dans la fabrication. Quand elles remplissent les conditions en usage dans les fabriques de quelques ports de mer, les chaînes à maillons, notamment celles armées d'étançons, peuvent faire un excellent service. La seule précaution à prendre est de ne jamais les surcharger. Généralement essayées à 18 kilogrammes de traction par millimètre carré, c'est-à-dire au triple de l'effort normal qu'elles doivent subir en service modéré, elles offrent toute sécurité. L'usure ordinaire seule en amène la destruction; et, dans ce cas, il est facile de s'assurer de l'état de la chaîne par une inspection attentive des maillons. Nous verrons plus loin, en parlant du treuil, quelles sont les précautions à prendre pour faire travailler les chaînes dans les meilleures conditions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La chaîne Galle présente, sur la précédente, l'avantage d'une fabrication exempte de soudures ; mais elle offre par contre des inconvénients qui lui font préférer la chaîne à maillons. Malgré les perfectionnements apportés depuis quelques années à la construction des chaînes Galle, on fait à leur emploi dans les grues les objections suivantes : allongement des chaînons, — flexion des fuseaux, — frottement considérable des chaînons, — engorgement et rupture fréquente des gaînes.

Mécanisme. — La puissance peut être appliquée au mécanisme des grues par moteur animé ou inanimé. L'effort agit sur l'organe de transmission, corde ou chaîne, soit directement par un cylindre sur lequel elle passe, soit indirectement par une communication de mouvement au moyen de roues dentées.

L'emploi de la corde implique nécessairement celui du tambour, dont le diamètre et la longueur sont calculés pour répondre à l'effet demandé et au chemin que doit parcourir la charge à mettre en mouvement. Il suit de là que la corde ne travaille dans la direction exacte de la poulie, placée à l'extrémité de la flèche, que pendant le court moment où le brin tendu se trouve au milieu de la longueur du tambour ; sur tout le reste de cette longueur, la corde tire obliquement ; les spires successives s'enroulent mal, tendent à chevaucher les unes sur les autres, ce qui produit des chocs pouvant quelquefois occasionner des ruptures.

Le même défaut se retrouve dans l'emploi des *chaînes à maillons* travaillant sur tambour. On a cherché à régler la marche de la chaîne en creusant la surface du tambour suivant une rainure en hélice qui transforme ainsi le tambour en une espèce de vis à filet carré ; mais, en s'enroulant sur le cylindre, les maillons, pénétrant dans la rainure hélicoïdale, portent sur le fond de cette rainure et subissent par là un effort qui tend à les déformer.

On peut éviter cet inconvénient en donnant à la rainure plus de profondeur que les maillons n'ont de saillie les uns sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres, et en prenant la précaution de donner, de prime abord, aux maillons la forme concave que l'usage leur impose et de les étançonner.

Quoi qu'il en soit, ce procédé n'est qu'un palliatif qui permet de tirer le meilleur parti possible d'appareils à tambour.

Le mécanisme qui répond le mieux aux exigences du service est formé d'une transmission de mouvement plus ou moins compliquée selon le degré de puissance à développer, aboutis-

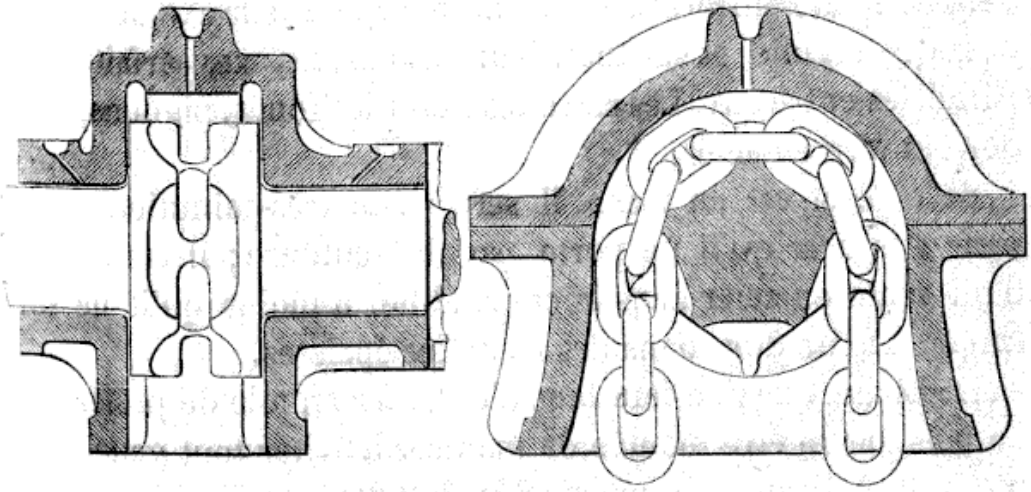


Fig. 398. Noix pour chaîne ordinaire. 1/10.

sant à un arbre faisant corps avec une *noix* (fig. 398), pièce évidée qui porte en creux les empreintes des maillons de la chaîne; ceux-ci, se présentant successivement à plat et de champ, sont entraînés par le mouvement de rotation de la noix.

On a reproché à cet appareil de détériorer très-rapidement les chaînes; mais le reproche n'est pas fondé. Ce système permet de développer une grande puissance avec un nombre très-restreint de roues dentées.

Le pignon moteur de la chaîne de Galle offre également ce dernier avantage, mais il présente par contre l'inconvénient d'exiger l'emploi d'une gaîne dans laquelle frotte la chaîne à maillons. Ce frottement prend des proportions considérables lorsque la chaîne, qui, pour bien fonctionner, doit d'ailleurs être toujours parfaitement lubrifiée, se couvre de poussière;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aussi cette gaîne se brise-t-elle souvent, comme nous l'avons dit plus haut; le remplacement en est assez coûteux.

303. CONDITIONS DE FABRICATION. — Les conditions à exiger pour les matières employées dans la construction des appareils de levage sont indiquées dans les chapitres précédents.

L'ajustage, l'assemblage et le montage seront aussi parfaits que possible.

Toutes les surfaces d'assemblage ou de frottement seront alésées, tournées ou rabotées à la machine, les trous de boulons alésés l'un sur l'autre, les boulons tournés, les roues d'engrenage parfaitement centrées dans le plan normal à leur axe, le contact des dents régulier et sur toute leur largeur, les axes parfaitement parallèles entre eux. Les clavettes fixant les roues, pignons, etc., doivent être en acier.

Si le pivot est en fonte, il sera visité très-minutieusement pour s'assurer qu'il ne porte pas de soufflure; il sera garni d'un grain en acier dans la crapaudine, à moins qu'il ne soit coulé en fonte dure dans des coquilles épaisses.

La flèche, que l'on fera bien d'exécuter en tôle de préférence au bois, devra être montée de manière à éviter tout gauchissement. Les tirants seront ajustés de telle sorte qu'ils tendent également sans que la flèche puisse se voiler sous la charge.

Enfin, toutes les pièces seront repérées avec le plus grand soin et d'une façon durable.

Montage à l'usine. — Avant sa réception, chaque appareil sera complétement monté et essayé à l'atelier. Toutes ses pièces seront vérifiées avant et après le montage et examinées l'appareil étant en charge.

Après cette réception, on peint à deux couches toutes les parties non frottantes de l'appareil.

Montage sur place. — Le montage sur place est généralement fait par l'usine ou sous la direction de l'entrepreneur qui a construit l'appareil. Les grues sont essayées sous une charge double de celle pour laquelle on les a établies; nonobstant cette réception, le constructeur doit rester garant de la bonne exécution de l'appareil pendant un délai fixé généralement à un an.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

304. Emploi des appareils de levage. — *Puissance des grues.* — Dans les engins destinés à développer des efforts considérables obtenus au détriment de la vitesse et de la simplicité du mécanisme, il faut toujours se réserver la faculté d'augmenter la rapidité de la manœuvre. Cette éventualité se présente lorsque le poids des fardeaux est de beaucoup inférieur à l'effort *maximum* en vue duquel l'appareil est construit. On a, pour atteindre ce résultat, deux moyens qui peuvent être employés isolément ou simultanément : supprimer l'un ou plusieurs des rouages intermédiaires du mécanisme ; suspendre le fardeau à la chaîne simple au lieu de l'attacher à une poulie mobile ou mouflée.

Lorsque le fardeau à manœuvrer présente de grandes dimen-

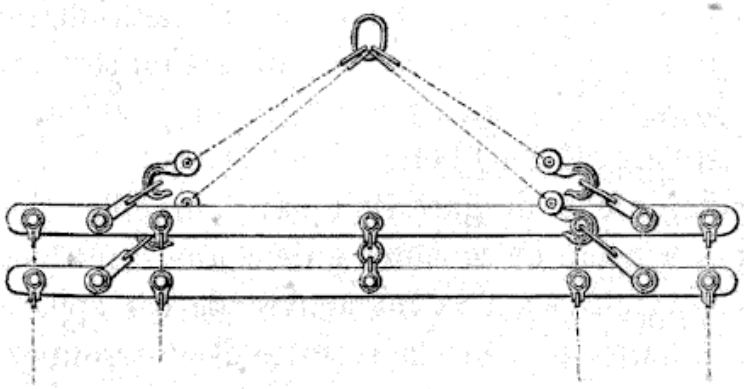


Fig. 399. Croisillon. 1/50.

sions, on rencontre des difficultés pour l'accrocher à la chaîne ; l'emploi des croisillons en fer (fig. 383 et 399) est d'un grand secours pour ménager la charge à soulever. La faible augmentation de dépense qu'entraîne cette annexe est largement compensée par les facilités de toute espèce que procure son emploi.

Il faut se réserver la possibilité de descendre la charge au moyen d'un frein assez puissant pour arrêter le mécanisme à tout point du parcours.

Lorsque les manivelles en charge sont abandonnées à elles-mêmes, la charge descend avec une vitesse accélérée qui peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

occasionner de graves accidents. On fait l'essai, au chemin de fer du Nord, de volants destinés à modérer cette vitesse.

En outre, le frein ordinaire est transformé en un frein automoteur composé d'une roue à rochet calée sur le tambour, et d'un frein qui peut être manœuvré par un levier à contre-poids agissant sur une vis à filet carré. Si le mécanisme du treuil vient à manquer ou si les manivelles sont abandonnées à elles-mêmes, le tambour muni de ses volants ne s'emporte pas et laisse au frein le temps d'agir sans choc sous l'action du rochet.

La manœuvre des appareils de levage se fait par les agents du service de l'exploitation, sous la responsabilité du chef de gare ou de station.

Par exception, certaines compagnies consentent à mettre les appareils de levage à la disposition des expéditeurs et des destinataires qui font le chargement et le déchargement, mais sous la condition formelle que cette manutention sera faite à leurs risques et périls et que l'administration sera exonérée de toute responsabilité pour les accidents et pour les avaries de toute nature résultant de l'emploi des grues.

Toutefois, le chef de gare doit faire surveiller l'emploi des grues par un agent de la compagnie connaissant bien les précautions à prendre dans la manœuvre de ces appareils, pour leur conservation et pour la sécurité des personnes qui s'en servent.

Cet employé doit appeler l'attention des expéditeurs ou destinataires sur les diverses prescriptions qui ont trait à l'emploi des appareils de levage.

Sur la demande des chefs de gare ou de station, il leur est remis les chaînes et cadenas nécessaires pour entraver les appareils de levage pendant la nuit ou pendant l'interruption du travail.

Sous aucun prétexte, la manœuvre des appareils de levage ne doit être confiée à des étrangers — ou à des agents du service de la compagnie — qui n'auraient pas été familiarisés avec cette manœuvre.

Tout appareil de levage porte l'inscription *bien distincte* de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son maximum de puissance ou force normale. Cette inscription peut prendre la forme ci-dessous :

FORCE 00 000 KIL.

Le poids du fardeau à soulever ne doit pas dépasser la force normale inscrite sur l'appareil avec lequel on se propose de le manœuvrer.

L'approche de la charge doit être faite de manière à éviter toute traction horizontale, au moyen de l'appareil de levage, dans le but d'amener cette charge à l'aplomb du crochet de la chaîne.

Préalablement à toute manœuvre d'embrayage, le déclic doit être abaissé sur son rochet.

Avant d'enlever le fardeau, il faut s'assurer :

— Qu'il est accroché sensiblement à l'aplomb de la poulie de la flèche. Cette précaution est surtout nécessaire quand l'enlevage se fait au moyen d'un croisillon ou d'élingues ;

Que la chaîne de l'appareil ou celles du croisillon ne sont pas nouées, et qu'aucune disposition défectueuse dans l'amarrage du fardeau ne peut occasionner la distension des chaînes sous l'action de la charge ;

— Que le colis ne peut être avarié par la pression des chaînes du croisillon ou par les élingues.

Avant de laisser descendre la charge, il importe de s'assurer que le déclic a été enlevé de son rochet et convenablement rabattu, de manière qu'il ne puisse y retomber par les vibrations résultant de la descente du fardeau et du mouvement des engrenages.

Il faut surtout éviter de rabattre le déclic sur le rochet pendant que la charge dévire ; sans quoi, il en résulterait un arrêt subit dans la marche descendante de la charge, la rupture infaillible de l'un des organes de l'appareil et peut-être de plus graves résultats. Il convient d'insister tout spécialement sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette prescription importante, dont l'inobservation est une cause journalière d'accidents.

Le dévirage au frein demande une grande prudence ; il ne doit se faire que d'une manière lente et régulière, afin de permettre aux hommes de toujours saisir et maintenir les manivelles. Une vitesse accélérée peut rompre les chaînes, redresser les manivelles et blesser les hommes.

Le frein sera toujours tenu par le chef d'équipe, qui, pendant le dérivage, doit rester constamment maître de la vitesse.

Le dévirage au frein est interdit et ne doit jamais avoir lieu :

— Quand la charge est d'un poids supérieur à la moitié de la puissance de l'appareil ;

— Quand le frein n'est pas assez puissant pour maintenir la charge au repos, ou la maîtriser d'une manière absolue dans sa descente.

Les charges ne doivent pas rester inutilement suspendues aux appareils de levage. Toute équipe qui abandonne un appareil sous charge, pendant le repos ou à la fin de la journée, ou pour tout autre motif non plausible, doit être sévèrement punie.

Les accidents survenus, soit aux appareils, soit aux colis, doivent être immédiatement l'objet d'un rapport circonstancié, adressé par le chef de gare à l'agent principal de la section ; en outre, le service de la voie doit être avisé sans retard, par le même employé, des avaries survenues aux appareils, afin d'en constater la cause, d'en faire remonter, s'il y a lieu, la responsabilité jusqu'aux constructeurs, et de mettre sans retard à exécution les réparations nécessaires.

Les appareils doivent être visités avant et après chaque manœuvre.

Emploi des grues locomobiles. — La manœuvre des grues roulantes à pivot pouvant être attelées aux trains se fait par les agents du service de l'exploitation, sous la responsabilité du chef de gare ou de station, et conformément à toutes les prescriptions ci-dessus désignées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On doit observer, en outre, les précautions suivantes :

— En service, maintenir le contre-poids de la grue à l'extrémité de son chemin de roulement la plus éloignée du pivot; toutefois, pour les petites charges inférieures à 2 500 kilogrammes, on trouvera plus de facilité à tourner la grue en plaçant le contre-poids vers le milieu de sa course.

— Lorsque la charge est supérieure à 4 000 kilogrammes, relier la grue aux rails au moyen des griffes dont l'appareil est muni.

— Lorsque la grue n'est pas en service, avoir soin de fixer le chemin du contre-poids au moyen de deux goujons *ad hoc*, dans une position parallèle à la voie.

Toutes les manœuvres relatives au montage et au démontage des grues roulantes à pivot sont faites par les agents du service de la voie.

Pendant tout le temps qu'une grue roulante à pivot reste en service dans une gare, l'entretien, le nettoyage et le graissage en sont faits par un agent du service de la voie désigné à cet effet, et responsable.

Cet agent doit se conformer à toutes les prescriptions qui précèdent. Il est chargé, en outre, de diriger les opérations de montage et de démontage, pour la mise en service ou l'expédition des appareils, conformément aux indications ci-après :

Démontage des grues roulantes pour expédition. — 1° Abaisser la flèche. Cette opération doit être faite de la manière suivante :

— Dévider la chaîne jusqu'à ce que son extrémité ait échappé à la targette placée un peu au-dessous du pignon à chaîne, et destinée à rejeter la chaîne en dehors de la gaîne;

— Remonter la chaîne (qui tombera alors en dehors de la gaîne) jusqu'à ce que le crochet de la grue soit à hauteur convenable pour être engagé aisément dans l'un des maillons de la chaîne à anneaux fixée au bas de la flèche;

— Continuer à monter la chaîne, la tendre assez fortement pour permettre de déclaveter les tirants, mais ne faire ce déclavetage qu'après s'être assuré que le déclic est bien encliqueté;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Descendre la flèche au frein après avoir relevé le déclic, et la fixer dans une position horizontale au moyen des clavettes replacées dans leur seconde position;

— Détendre la chaîne.

2° Desserrer les vis de pression placées sous les boîtes à graisse, afin de rendre libres les ressorts de suspension.

3° Ramener le contre-poids contre le pivot et serrer la tenaille de l'arbre de transmission.

4° Désembrayer le mouvement de translation de l'appareil et enlever les manivelles.

5° Agrafer au moyen des crochets fixés au châssis, les griffes destinées à cramponner la grue aux rails de la voie.

6° Fixer le chemin du contre-poids dans une direction parallèle à la voie, au moyen des goujons à ce destinés.

7° S'assurer que les boîtes à graisse sont convenablement graissées.

Remontage pour mise en service. — 1° Relever la flèche de la manière suivante :

— Retendre la chaîne énergiquement pour permettre le déclavetage des tirants, mais ne déclaveter qu'après s'être assuré de l'encliquetage ;

— Remettre la flèche dans sa position normale et claveter les tirants ;

— Dévider la chaîne de manière à décrocher aisément le crochet de la grue qui est resté engagé dans la petite chaîne à anneaux du bas de la flèche;

— Continuer à dévider jusqu'à ce que, l'extrémité de la chaîne ayant un peu dépassé la targette, il soit possible, en appuyant sur la poignée de cette targette, de faire rentrer la chaîne dans sa gaîne.

2° Resserrer à fond les vis de pression placées sous les boîtes à graisse, vis destinées à rendre les roues solidaires de l'appareil, en permettant de supprimer le jeu vertical entre les plaques de garde.

3° Ramener le contre-poids dans la position qu'il doit occuper en service et l'y fixer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° Replacer les manivelles du mouvement de translation et embrayer ce mouvement.

305. ENTRETIEN DES APPAREILS DE LEVAGE. — L'entretien, le nettoyage et le graissage des appareils de levage à l'usage du service de l'exploitation sont faits par les soins des agents du service de la voie, qui sont responsables de l'état de propreté des appareils.

Les fosses des grues à pivot tournant doivent être maintenues parfaitement sèches ; le nettoyage et le graissage du pied du pivot aussi fréquents que possible.

La machinerie et notamment les arbres, les dents d'engrenage et tous les organes tournés ou rabotés soumis à des frottements, seront essuyés une fois par semaine ou plus souvent, s'il y a lieu, de manière à être toujours nets et clairs.

Après avoir été essuyés, les appareils seront graissés avec un peu d'huile de pied de bœuf ; l'huile doit être versée en petite quantité : répandue en trop grande abondance, elle fait cambouis et salit les appareils en pure perte. Les trous de graissage non munis de couvercles doivent être fermés avec un bouchon en bois facile à retirer à la main.

Les organes qu'il convient d'huiler une fois par semaine, ou plus souvent, pour les appareils d'un service journalier, sont : les coussinets en bronze des arbres, les axes des poulies de flèche ou de moufle — après avoir épinglé les lumières des godets, — les dents d'engrenage et la partie tournante des crochets de suspension des appareils à chaîne Galle. Il suffit d'huiler, tous les quinze jours, les pivots, les galets de rotation ; tous les mois, les chaînes Galle, ces dernières, après avoir été préalablement démontées et passées à la brosse dure. Les chaînes ordinaires à anneaux devront être, tous les mois, essuyées, visitées, puis enduites de suif ou de graisse à wagon.

L'agent chargé de l'entretien des appareils doit, en faisant le graissage et le nettoyage journalier, resserrer, s'il y a lieu, les boulons des paliers et des pièces principales ; s'assurer enfin que nul indice de rupture n'existe dans les diverses pièces du système, notamment dans les chaînes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des portées en bois d'orme sont constamment maintenues entre les chapeaux des coussinets en bronze et leurs paliers, de manière à conserver un serrage bien régulier des boulons prisonniers de ces chapeaux.

Tous les deux mois, les pièces mécaniques des appareils de levage doivent être démontées et nettoyées avec soin.

Entretien des chaînes. — Les *chaînes ordinaires* sont éprouvées, avant d'être livrées au service, sous des charges supérieures à celles qu'elles sont normalement appelées à supporter; toutefois, ces chaînes, par le fait même du travail auquel elles sont soumises, présentent, après un certain temps de service, des détériorations de deux natures différentes :

— Les anneaux mal soudés s'ouvrent ;

— Le fer s'écrouit.

Pour prévenir les accidents provenant de mauvaises soudures, les chaînes seront souvent visitées avec le plus grand soin, et les soudures des anneaux qui commenceraient à s'ouvrir refaites sans retard.

Le fer écroui est ramené à son état primitif par le recuit. On devra donc recuire les chaînes lorsque cette opération sera reconnue nécessaire. L'écrouissage des chaînes se produisant plus ou moins vite suivant la qualité du fer, le plus ou moins grand travail de la grue, etc., on ne peut indiquer d'une manière précise le temps qui devra s'écouler entre deux recuits consécutifs; il suffira, en général, de recuire tous les deux ans environ les chaînes qui travaillent peu et une fois par an celles qui sont constamment en activité.

L'opération s'effectue en chauffant les chaînes au rouge sombre et les laissant refroidir lentement, après les avoir recouvertes de poussier. Sauf le cas où il sera nécessaire de recuire sans délai une chaîne, on choisira, pour faire cette opération, les mois de mai ou juin, afin d'éviter les brusques refroidissements qui sont à craindre en hiver ou dans les saisons pluvieuses.

On devra examiner les chaînes avec soin lorsqu'elles auront

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

été recuites, les détériorations étant alors très-apparentes. Après réparation, s'il y a lieu, les chaînes seront essuyées, enduites de suif ou de graisse à wagon et remises en place, en ayant soin de ne pas les tordre entre le tambour et la poulie de flèche.

Le graissage des chaînes devra être entretenu entre deux recuits consécutifs, de façon à prévenir l'oxydation.

Le soin à apporter dans l'entretien des *chaînes du système de Galle* est une des conditions essentielles de leur bon fonctionnement.

Les détériorations qui peuvent survenir dans ce système de chaînes ont généralement pour cause l'oxydation ou l'encrassement des articulations.

On prévient facilement l'oxydation des chaînes en les graissant une ou deux fois par mois, ou plus souvent s'il est nécessaire, avec de l'huile de colza préparée ou de l'huile de pied de bœuf. L'emploi de l'huile ordinaire, qui donne un cambouis dur, est formellement interdit pour l'entretien des chaînes Galle.

Avant de procéder au graissage, on devra brosser les chaînes avec soin, avec une brosse dure, de façon à enlever l'ancienne graisse formant cambouis.

Le graissage se fera en donnant à chaque articulation de la chaîne quelques gouttes d'huile que l'on étendra, s'il est nécessaire, avec un chiffon.

Le nettoyage et le graissage des chaînes devront être faits sur *toute* la longueur des chaînes ; on devra les dérouler, à cet effet, jusqu'à leur extrémité.

Un examen fréquent et scrupuleux des chaînes Galle et des chaînes ordinaires donnera l'assurance qu'il n'existe aucun indice de rupture dans les fuseaux ou dans les maillons.

Deux fois par an, de mai à juin et de novembre à décembre, les chaînes Galle seront démontées, enroulées en spirale et soumises à l'action d'un feu clair de copeaux ou de menu bois sec.

On disposera le feu de façon à enlever complétement le cam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bouis sur chaque point de la chaîne, en ayant soin de rester dans les limites de température comprises entre 150 à 200 degrés, pour ne pas déformer les maillons ou les fuseaux, et on laissera refroidir lentement.

La chaîne sera ensuite examinée avec soin, passée à la brosse dure, graissée comme il a été dit et remise en place. On fera manœuvrer la grue à vide pour donner de la souplesse aux articulations.

La réparation des chaînes Galle détériorées exige une attention toute particulière et ne doit être faite dans les ateliers de la ligne que lorsque les détériorations sont peu importantes. Les chaînes qui auraient été tordues, celles dont le pas serait allongé ou qui présenteraient des rivures tendant à se relâcher, etc., doivent être envoyées à l'atelier des machines.

Les chaînes ayant subi des détériorations ordinaires, telles que des ruptures de maillons ou de fuseaux, peuvent être réparées par les ouvriers des sections, en se conformant aux prescriptions suivantes :

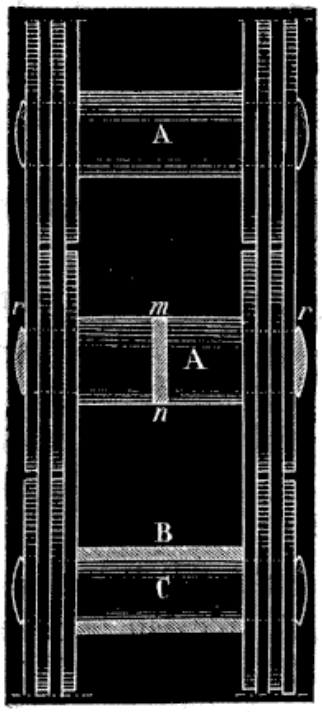


Fig. 400. Remplacement d'un fuseau de chaîne Galle.

Remplacement d'un fuseau. — Pour remplacer un fuseau A (fig. 400), il faut le couper avec soin vers son milieu *mn*, soit au bec-d'âne, soit à la scie à métaux ; on enlève ensuite, et de la même manière, les rivures *rr'* et on retire chaque moitié de fuseau vers l'intérieur de la chaîne.

On substitue au fuseau enlevé une virole ou bague en acier B, d'une longueur égale à l'écartement normal *l*, et une broche C en fer, bien cylindrique, remplissant exactement la virole B et les trous des maillons. On rive ensuite les deux extrémités de la broche C, en ayant soin de ne pas trop serrer les rivures, ce dont on s'assure en faisant jouer les articulations à la main.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut éviter d'une manière absolue l'emploi de viroles en fer roulées et brasées, de broches cylindriques sans viroles, ou de fuseaux à épaulements.

Le remplacement des fuseaux cassés ne doit être fait dans les sections que pour la partie des chaînes qui ne porte pas habituellement sur le pignon Galle du mouvement ; les chaînes ayant des fuseaux rompus vers le pignon Galle seront envoyées à l'atelier ; on enverra également, sans les réparer, les chaînes qui auraient plus de *trois fuseaux consécutifs* rompus sur une partie quelconque de la chaîne.

Remplacement d'un maillon. — Le remplacement d'un maillon s'opérera en enlevant, comme il a été dit plus haut, les deux fuseaux retenant le maillon à changer et en dégageant ce maillon.

On remettra ensuite en place un nouveau maillon et deux fuseaux à virole d'acier.

Dans le cas où il se produirait une rupture de maillon dans la partie de la chaîne qui passe habituellement sur le pignon Galle, la chaîne détériorée devra être envoyée à l'atelier ; il en sera de même s'il se produit de proche en proche des ruptures de maillons.

306. PRIX D'ÉTABLISSEMENT DES APPAREILS DE LEVAGE. — On comprend que, d'après la diversité des types, il soit difficile de donner un aperçu du prix moyen de ces appareils ; nous nous bornerons à mentionner quelques chiffres relatifs à cet article de dépenses.

Treuil-chariot à levier mobile de 3000k, pour intérieur de halles à marchandises.

Flèche et chaîne	202k
2 manivelles	8
Crochet d'enlevage	17
Roues à dents pour chariot	5
Chariot avec 4 galets	109
Contre-poids	98
Poids total	439k
Prix	800f

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grue à pivot tournant de 5000k, à tambour (avec pivot et flèche en bois).

Appareil		5200k		2 600f
Fondations.	Fouille	47m3	55f	
	Béton	11	142	
Maçonnerie.	Ordinaire	17	256	
	Smillée	2,66	61	
Pierre de taille			52	
Plomb pour scellement			62	
Divers			92	720f
		Prix total		3 320f

Treuil-chariot à locomotives (type du Nord).

Fonte	3104k,40		
Fer	1065 ,30		
Bronze	57 ,50	4227k,20 à 0f,70 =	2959f
Bois de chêne	3m3,411	à 150f,00 =	511
		Prix total	3470f

Grue de 12 tonnes à pivot fixe (type de Cordoue à Séville).

Fonte	9520k,00
Fer	1137 ,27
Chaîne	454 ,00
Tôle et cornières	645 ,50
Acier	13 ,11
Bronze	26 ,23
Poids total	11792k,00

Grue de 10 tonnes à pivot tournant (type de Paris à Strasbourg).

Fonte	7181k
Fer	760
Chaîne et crochet	274
Tôle	414
Bronze	23
Poids total	8642k
Prix, en 1855, à 0f,50 le kilogramme	4321f

Une grue de même force, pivot en tôle, flèche en bois (en 1864) *revient à* 3000 *francs.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grue de 6 tonnes, à pivot tournant (Paris-Lyon-Méditerranée).

Fonte.	Cuvelage et fondation	3 000k
	Pivot et crapaudine	2 330
	Bâti, tambour et mécanisme	1 550
Fer		706
Tôle		600
Acier et étoffe		11
Chaîne (de 0m,02, long. 20m)		170
Bronze		33
	Poids total	8 400k
	Prix, à 50 francs les 100 kilogrammes	4 200f

Ferrures d'un treuil-chariot de 8 tonnes et 12m de portée.

Fonte	2 784k
Fer	1 000
Echelle	52
Chaîne	75
Bronze	18
Poids total	3 929k

Grue roulante à flèche mobile.

Fonte. —	Bâti	2 520k	
	Pivot	700	
	Flasques et pièces diverses.	2 286	
	Contre-poids	3 000	
	Tête et bas de flèche	340	
	4 boîtes à graisse	148	
	4 faux tampons	97	9 071k
Fer. —	2 paires de roues	1476	
	4 tampons	107	
	4 rondelles de tampons	16	
	4 chaînes de sûreté	48	
	2 tendeurs	24	
	4 marchepieds	32	
	4 tiges de pression	52	
	4 griffes	77	
	Crochet et chape d'enlevage	36	
	Divers	981	
	Chaîne	165	
	8 plaques de garde	265	3 280k

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tôle pour flèche	271k
Acier	8
Bronze	25
Caoutchouc	13
Poids non compris les bois	12 668k

Bois. — 4 palettes de marchepied.... $0{,}400 \times 0{,}200 \times 0{,}030 = 0^{m3}{,}009\,600$
— .... $0{,}300 \times 0{,}180 \times 0{,}030 = 0\ ,006\,480$
2 traverses de châssis..... $3{,}400 \times 0{,}100 \times 0{,}280 = 0\ ,190\,400$
Plancher ..... $3{,}200 \times 3{,}270 \times 0{,}050 = 0\ ,523\,200$

Une *grue roulante*, de 4 tonnes libres et 6 tonnes avec accrochage aux rails, coûte aujourd'hui..... 9 500f,00
En y ajoutant les deux essieux montés (roues de tender)..... 1 500 ,00
On a pour prix de la grue roulante..... 11 000f,00

Un *croisillon en fer à T pour 4 tonnes* pèse 170 kilogrammes et coûte au prix de 0f,85 ..... 144f,50
Chaînes de 0,018 à 0,020..... 1f,05 le kilogramme.

Treuil-chariot à pierres, charpente en bois.

Fer	1 213k
Fonte	2 784
Bronze	18

Grue adossée à un mur, de 2 tonnes, avec frein. — Longueur de la chaîne enroulée sur le treuil, 7 mètres; poids, 1150 kilogrammes; prix, 1 000 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Poids et prix moyens de divers appareils de levage.

DÉSIGNATION.	FONTE.	FER.	ACIER	BRONZE	POIDS TOTAL.	BOIS.	PRIX.
	k.	k.	k	k.	k.	m³	fr.
Grue de 20 tonnes à pivot mobile : flèche, tambour et cuvelage en fonte.....	18285	4067	12	96	22340	»	12350
Grue fixe de 20 tonnes, à chariot roulant, pour le levage des locomotives.....	4225	1775	»	45	6045	3,860	6500
Grue roulante de 10 tonnes et 12 mètres de portée, avec charpente.....	3700	10200	»	150	14050	9,000	10200
Grue roulante (*id.*) à vapeur..	8100	17450	550	1060	27160	10,000	25000
Grue de 10 tonnes à pivot mobile; flèche, tambour et cuvelage en fonte.....	10250	2036	»	53	12340	»	7000
Grue de 7 tonnes, tournante et roulante.....	»	»	»	»	15700	»	7250
Grue de 6 tonnes à pivot mobile; flèche, tambour et cuvelage en fonte.....	6644	1524	5	37	8210	»	4500
Grue de 2 tonnes et demie, à pivot et flèche, tournante et roulante.....	11546	3060	»	30	14636	»	6600

§ III.

APPAREILS DE PESAGE.

307. DISPOSITIONS GÉNÉRALES. — Les wagons affectés au transport des produits pondéreux, des marchandises brutes, sont très-souvent chargés et déchargés par les expéditeurs et les destinataires eux-mêmes.

Les uns et les autres ont intérêt à ce que les wagons reçoivent leur charge maxima, les tarifs réduits étant établis dans cette hypothèse. Aussi n'est-il pas rare de voir ces wagons porter des chargements supérieurs à ceux qui sont déclarés à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'expédition. Le chemin de fer est donc frustré de la valeur du transport de l'excédant du poids, quand on ne peut vérifier la charge soit à l'arrivée, soit au départ.

En second lieu, le chargement ainsi exagéré dépasse souvent la limite de résistance normale que doivent présenter les organes des véhicules construits en vue du travail qu'ils ont à effectuer. De ce chef, l'administration subit encore un dommage réel, qui ne se traduit pas immédiatement par une perte en argent, mais par une augmentation dans les frais d'entretien du matériel roulant.

La vérification des chargements offre donc un grand intérêt et nécessite l'installation, dans les gares où le besoin peut s'en faire sentir, d'appareils propres à effectuer le pesage de wagons complets. Tel est le but des ponts-bascule.

Le pont, portant simplement un platelage ou les rails d'une voie secondaire à proximité du local destiné au service des marchandises, repose sur un système de leviers articulés aboutissant à un indicateur placé tantôt à découvert, tantôt à l'intérieur d'un petit bâtiment où se tient l'agent préposé à la vérification des chargements.

Les ponts-bascule employés dans les chemins de fer doivent avoir les dimensions suffisantes pour recevoir un wagon ou un chariot chargé.

Les appareils employés au pesage des colis isolés sont les petites bascules portatives du système Quintenz. Nous n'examinerons ici que les ponts-bascule, nous réservant de revenir sur la question des autres appareils, lorsque nous nous occuperons du petit matériel des stations. — 3e partie, EXPLOITATION. —

Pour qu'un appareil de pesage satisfasse aux conditions voulues, il faut qu'une fois établi, il ne donne point d'indications fausses, sources d'erreurs et de contestations pour les administrations. Ce résultat n'est atteint qu'en employant des appareils dont le système de construction ne puisse subir aucune altération résultant des influences atmosphériques ou de dispositions défectueuses dans le mécanisme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est pourquoi le bois doit être proscrit du tablier et surtout de la charpente des ponts-bascule. On lui substitue avec avantage la fonte ou la tôle pour le tablier et le fer en poutres à simple ou double T pour la charpente. Cependant, quand les ponts doivent servir au passage des chevaux ou des voitures, on peut employer un platelage en bois de chêne ; mais l'entretien en est coûteux.

La suspension des couteaux au moyen des chapes mobiles, pouvant osciller en tous sens, permet au tablier de se mouvoir avec liberté sans faire varier la valeur des bras de levier, et par conséquent, sans altérer les indications de la romaine ; cette condition n'est pas toujours remplie quand les couteaux reposent sur des coussinets et des supports rigides.

L'emploi des couteaux n'est d'ailleurs pas exempt d'inconvénients sérieux, car il suffit quelquefois d'un mouvement brusque imprimé au tablier pour rompre le contact des couteaux et fausser les indications de l'appareil.

L'Exposition de 1867 nous a fait connaître une bascule construite à Brandon (Etats-Unis d'Amérique) qui, au lieu de reposer sur couteaux, portait sur des sphères comprises entre deux calottes sphériques.

Par ce procédé, le jeu des organes est parfaitement libre et les indications toujours exactes.

308. PONT-BASCULE A FOSSE. — La figure 401 (pl. XXVII) indique la disposition générale d'un pont-bascule de la force de 20 tonnes.

Il se compose d'un tablier rectangulaire A, en tôle et cornières, reposant sur deux poutres P en fers à double T réunis par des étriers E. Les rails, placés sur le tablier suivant l'axe des poutres, sont reliés aux étriers par des boulons à tête fraisée. Deux leviers à deux branches L, dits *leviers triangulaires*, reposant sur quatre coussinets S boulonnés sur des massifs en maçonnerie, supportent le tablier et transmettent la charge à un troisième levier transversal L′, dit *levier communicateur*, dont une des extrémités est attachée, par l'intermédiaire de la tige *t*, qui porte le nom de *tringle de puissance*, à la romaine R.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les points de suspension sont, d'ailleurs, garnis de couteaux en acier suspendus à des chapes, laissant au système toute liberté d'oscillation. Le tablier et tout le mécanisme en dessous sont placés dans une fosse F, de manière que les rails du pont-bascule correspondent exactement à ceux de la voie. La fosse est entourée d'un mur en maçonnerie couronné par une assise de pierre de taille. Les massifs en maçonnerie, supportant les extrémités des leviers, sont également surmontés d'une pierre de taille.

La romaine R est composée de deux leviers *l* et *l'*, supportés par deux colonnes. Le long de chaque levier se meut un curseur ; l'un de ces curseurs indique les grandes unités, et l'autre les subdivisions. Ainsi condensée, la romaine facilite la lecture du poids.

Une bascule disposée de cette manière permet la suppression des embrayages ou calages primitivement adoptés, et qui ne sont qu'une complication inutile des appareils de pesage.

On obvie aux mouvements que peuvent produire les chocs des véhicules sur les couteaux, en interposant une feuille de caoutchouc entre la face supérieure du palier porteur des chapes de couteaux et les poutres du tablier.

Le levier transversal, le plateau et la romaine du pont-bascule sont généralement abrités par un petit bâtiment où se tient l'employé chargé de noter les poids accusés par l'appareil. Ce bâtiment doit laisser, entre sa face extérieure et l'axe de la voie, un espace libre de 2 mètres. Les dimensions intérieures de ces bâtiments sont ordinairement les suivantes :

Longueur (perpendiculaire à l'axe du pont).	$2^{m},20$ à $3^{m},50$
Largeur.....	2 ,30 à 3 ,00

Quand le levier d'un pont-bascule n'est pas abrité par un bâtiment, on le recouvre, pour le préserver de la pluie, de la neige et de la poussière, d'un petit toit soutenu par deux supports, ou d'une caisse facile à ouvrir lors de l'emploi de l'appareil.

Il est bon de paver le pourtour des ponts-bascule sur une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

largeur d'au moins 2 mètres, afin d'empêcher l'introduction des corps étrangers dans la fosse et de préserver l'encadrement.

Pour conserver les appareils en bon état, on doit éviter de placer les ponts-bascule sur des voies où la circulation des machines est possible. Lorsqu'on veut éviter la fatigue résultant du passage des locomotives sur le tablier, on dispose à côté de la voie du tablier deux rails assez forts pour porter les machines sans toucher au pont-bascule. A ces deux rails correspondent de chaque côté deux changements de voie à rails mobiles — 234 — qui donnent la faculté de faire passer à volonté les wagons à peser sur le pont et les autres véhicules sur la voie latérale.

Les dimensions des ponts-bascule pour wagons varient de 3 à 4 mètres de longueur sur 2 mètres environ de largeur.

En Allemagne, on leur donne jusqu'à 7 mètres de longueur sur $2^{m},75$ de largeur. Cette grande longueur correspond à la dimension des wagons à huit roues. Pour éviter cet inconvénient, on peut peser chaque train successivement et ajouter les deux poids; mais l'opération dure plus longtemps. Il vaut mieux se résoudre à construire des ponts qui peuvent recevoir les deux trains en même temps.

Le prix de ces appareils dépend du mode de construction adopté :

Un pont-bascule en charpente avec tablier en chêne de 3 mètres, à romaine ordinaire, coûte.....	1300f
Un pont-bascule avec charpente en fer et tablier de $3^{m},50$, à romaine double, pour 15 tonnes.....	1400
Un pont-bascule avec charpente en fer et tablier de 4 mètres, sur 2 mètres à romaine double, pour 30 tonnes et composé de 2 350 kilogrammes fer, 800 kilogrammes bois,.....	1600

Le coût de la fosse, avec fondations ordinaires, est compris entre 275 et 600 francs, selon les difficultés d'exécution.

309. PONT-BASCULE SANS FOSSE. — Cet appareil n'a pas encore reçu d'applications en France; aussi croyons-nous devoir appeler sur lui l'attention des ingénieurs. Il est d'ailleurs employé en Amérique, où, d'après les rapports émanés d'hommes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compétents, on a reconnu ses avantages tant au point de vue de l'exactitude, du bon fonctionnement, de la durabilité, qu'à celui de la simplicité de construction et de la modicité du prix.

Le pont-bascule Sampson (fig. 402) se compose d'un bâti en bois formé de deux longuerines jumelles AA′ assemblées par des traverses de tête BB, et reposant sur le sol par l'intermédiaire

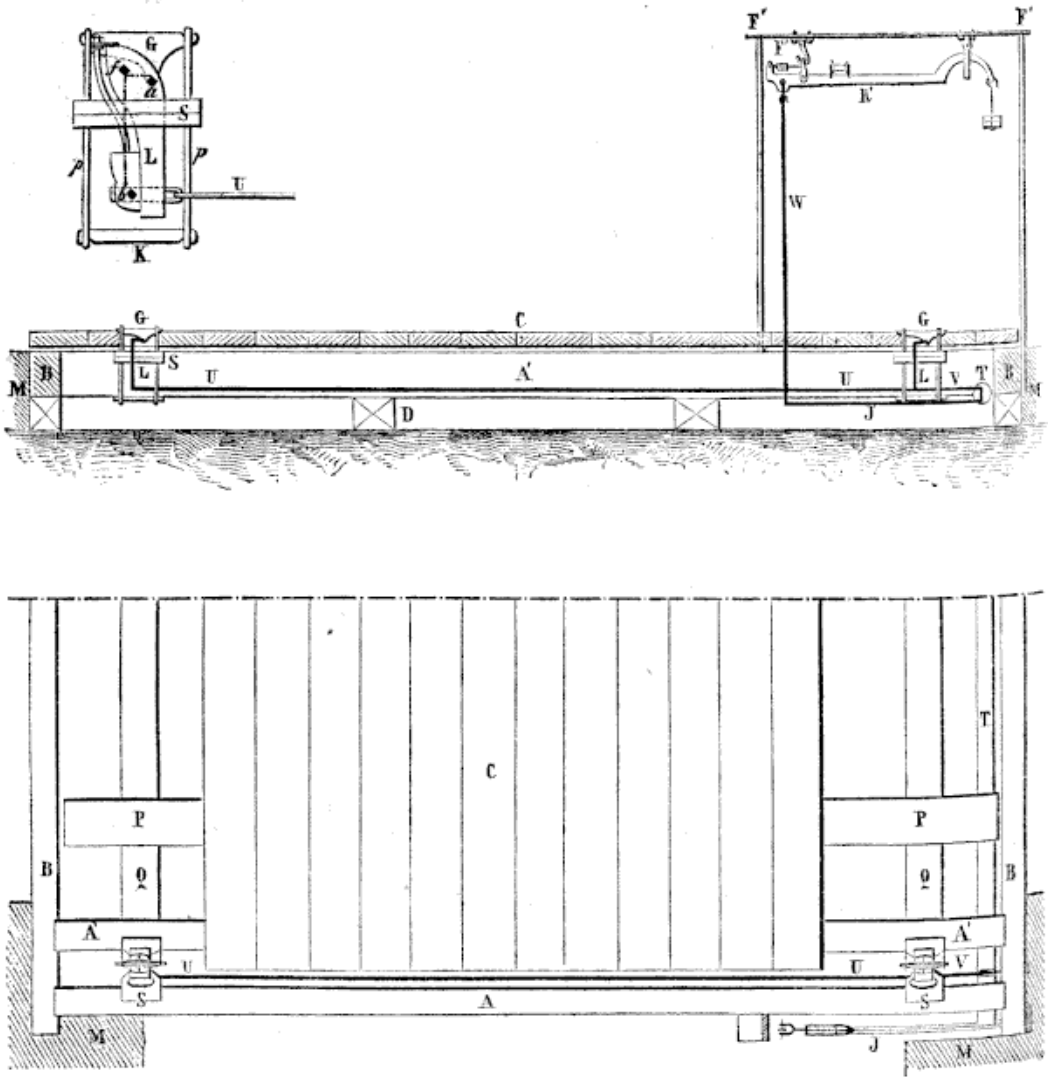


Fig. 402. Pont-bascule Sampson.
Tracé des axes de la transmission. — Détail d'un levier de travail.

de cales DD ou d'un massif en maçonnerie. A chaque angle du bâti se place un levier L, composé de deux bras inégaux, dont le plus grand est vertical; le bras horizontal supporte la charge. Le point d'appui du levier L se compose de deux coussinets en acier trempé, fixés sur des supports S, qui sont en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taillés aux quatre angles du bâti. Trois couteaux carrés, *f*, *a*, *b*, sont ajustés dans le levier L. Le premier, *f*, repose par ses extrémités sur les coussinets ; le deuxième, *a*, reçoit la charge qui est suspendue aux oreilles d'un joug G; et le troisième, *b*, agit sur une tige horizontale U par l'intermédiaire d'une petite chape reliée à cette tige. Le couteau *b* est suspendu à la partie inférieure du levier L, par un coussinet qui peut être déplacé au moyen d'une tige filetée; de cette manière on règle à volonté l'appareil pour que la charge puisse être posée en un point quelconque du tablier.

On voit, dans la figure 402, que les deux leviers placés d'un même côté du châssis et reliés par la tige U sont solidaires, et qu'ils agissent simultanément, par l'intermédiaire de la tige V, sur un axe tubulaire T reportant sur la romaine R′, au moyen des tiges articulées J et W, l'action qui lui est transmise.

Le joug G porte un coussinet ajusté dans sa partie inférieure et posé sur le couteau *a*. Un étrier K, boulonné à l'extrémité de la traverse Q, est suspendu, par les tiges *p*, au joug G. Sur les traverses Q reposent les poutrelles P, qui supportent le tablier C du pont-bascule.

De sorte que la charge est en réalité suspendue à l'extrémité des petits bras des leviers, et non plus portée par ces bras comme dans les bascules ordinaires. Il en résulte que la charge, jetée brusquement sur le tablier, le fait osciller sans que les couteaux en souffrent. Toutes les articulations sont d'ailleurs munies de couteaux et de chapes en acier.

La romaine R′ est accrochée à un bâti FF′. Le petit bras reçoit l'action de la tige W. Le grand bras porte à son extrémité une tringle en fer pouvant recevoir des poids circulaires échancrés suivant un rayon. Sur ce grand bras, gradué, se meut un curseur.

Lorsque le curseur est placé au zéro des divisions, aucun poids additionnel n'étant suspendu à l'extrémité du grand bras du levier, la romaine doit être en équilibre, et le contre-poids E sert à cet effet. Lorsque le curseur est placé à la dernière division, il doit peser 1 000 kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le principal inconvénient de ces ponts-bascule consiste dans l'emploi du bois pour la construction du tablier. Il serait d'ailleurs facile de substituer au bois un tablier métallique.

Ces bascules paraissent présenter plusieurs avantages importants :

— Il suffit d'une fosse de $0^m,30$ à $0^m,40$ pour les établir.

— Il n'y a aucun frottement sur les supports des couteaux lorsque de lourdes charges sont placées sur le tablier ou en sont enlevées.

— Elles peuvent être facilement réglées pour que la charge occupe un point quelconque du tablier; la position invariable est alors arrêtée à chaque angle par le serrage d'un écrou.

— Il n'y a aucun mécanisme au-dessous du tablier; il est tout entier renfermé dans le châssis, et chaque levier L peut être visité en soulevant le chapeau qui le recouvre, sans qu'il soit besoin d'enlever le tablier.

— Enfin, on peut peser des charges beaucoup plus lourdes qu'avec le système précédemment décrit.

Voici les prix comparatifs de quelques bascules de ce type, employées aux Etats-Unis :

	Force.	Longueur.	Largeur.	Prix.
Ponts-bascule pour gares, fermes, etc.	2000k	2m,75	2m,29	400f
	4000	2 ,75	2 ,44	500
	6000	3 ,05	2 ,44	600
	8000	4 ,27	2 ,59	675
	10000	4 ,27	2 ,59	750
Ponts-bascule pour voies ferrées.	12000	3 ,65	2 ,29	875
	16000	4 ,60	—	1125
	20000	7 ,30	—	1500
	30000	10 ,35	—	2000
	40000	13 ,40	—	2250
	50000	16 ,45	—	2500

On construit, dit l'inventeur, des bascules d'après ce système, de la force de 100 à 1 000 tonnes, pour peser des trains entiers ou des bateaux dans les écluses des canaux.

310. CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT ET D'EMPLOI. — Les condi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions générales de fabrication ne diffèrent pas de celles relatives à la construction des plaques tournantes et appareils de levage dont nous avons parlé précédemment.

La fosse qui reçoit le pont-bascule doit être établie sur un sol bien résistant et non susceptible de tassement ; tous les points d'appui des supports de leviers sont exécutés en pierre de taille, ainsi que le couronnement de la maçonnerie faisant bordure autour du tablier.

Le reste de la construction consiste en maçonnerie ordinaire au mortier hydraulique ; si l'on craint les infiltrations, un enduit est indispensable, car la fosse doit être toujours parfaitement étanche.

Réception. — Indépendamment des conditions de réception relatives à l'exécution de l'appareil, et auxquelles il doit satisfaire, on s'assurera, après montage, qu'il n'existe aucun obstacle au vacillement du tablier ; que la romaine oscille librement, qu'il n'y a aucun arrêt en haut et en bas de sa course ; que, la romaine étant au repos, les deux index sont bien en face l'un de l'autre.

Les cotes du plan indiquant la hauteur d'appui du support seront rigoureusement observées, et le plan supérieur des pierres de taille parfaitement horizontal.

Emploi des ponts-bascule. — L'emploi des appareils de pesage installés dans les gares doit être confié par les chefs de stations, sous leur responsabilité, à des agents spécialement désignés et possédant les connaissances nécessaires pour se servir de ces engins.

Préalablement à toute manœuvre de pesage, il faut s'assurer :

— Qu'il n'existe aucun obstacle au vacillement du tablier dans le sens horizontal ;

— Que la romaine oscille verticalement en toute liberté, et n'a pas de temps d'arrêt dans le haut et au bas de sa course ;

— Que les index sont bien en face l'un de l'autre lorsque la romaine est au repos.

S'il n'en était pas ainsi, on rétablirait la tare en augmentant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou diminuant le poids de la grenaille qui se trouve dans le godet, ou bien en reculant ou en avançant le petit contre-poids, dans les ponts qui ne sont pas munis de godets.

Lorsqu'un wagon à peser est amené sur le pont, on s'assure que les roues portent entièrement sur les rails du tablier et non sur les rails de la voie aboutissant au pont.

On doit éviter, autant que possible, de faire des pesées au moment d'une grande pluie et d'un grand vent. Les pesées, en effet, ne peuvent être faites, dans ces cas, avec exactitude, le poids de l'eau ou la pression du vent venant s'ajouter au poids de la charge.

Il faut veiller avec soin à ce que le grand curseur ne tende pas à cheminer seul, au moment de la pesée, et surtout lorsqu'on relève la manette d'arrêt de la romaine. Pour éviter les erreurs pouvant résulter de ce fait, on lira donc l'indication du grand curseur lorsque la romaine sera en équilibre, la manette d'arrêt baissée.

Les wagons ne doivent pas rester inutilement sur les bascules. Il doit être expressément interdit d'abandonner un appareil sous charge pendant le repos, ou à la fin de la journée, ou pour tout autre motif.

Les machines ne doivent jamais s'avancer sur les ponts-bascule, lorsqu'elles ont à prendre ou à laisser des wagons sur les voies où ces appareils sont établis. Toutefois, si, pour éviter des pertes de temps, il était utile de faire exception à cette règle, les ponts devraient être préalablement calés avec le plus grand soin. — 308—

311. ENTRETIEN DES APPAREILS DE PESAGE. — L'entretien des ponts-bascule et des bascules portatives est fait, dans chaque gare ou station, par un agent du service de la voie, qui en est responsable.

Les ponts-bascule et bascules portatives doivent être visités et nettoyés complétement *une fois* tous les mois.

Tous les leviers sont bien essuyés et repeints, si cela est nécessaire.

Les différents couteaux et paliers sont graissés au moyen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un linge gras, après qu'on en a enlevé la rouille au papier de verre.

Enfin, on enlève des fosses des ponts-bascule les pierres, la terre, etc., qui ont pu s'y introduire.

Pour nettoyer et graisser convenablement les couteaux et paliers des ponts-bascule, on soulèvera, au moyen d'un cric placé dans la fosse, l'une des extrémités de la plate-forme d'une quantité suffisante pour que l'on puisse glisser sous le tablier, aux deux angles du cadre fixe, deux petites cales en fer de $0^m,02$ d'épaisseur et $0^m,30$ de longueur, et maintenir ainsi sans danger la plate-forme dans cette position inclinée.

Les couteaux et paliers correspondant à cette partie de l'appareil seront alors suffisamment dégagés pour qu'on puisse les nettoyer et les graisser.

Quand ce travail sera terminé, on enlèvera les deux cales, on abaissera la plate-forme, et l'on fera la même opération à l'autre extrémité.

Pour les bascules portatives, on enlèvera le plateau supérieur, et l'on pourra faire alors facilement le nettoyage et le graissage des différentes pièces.

Aux chemins de l'Est, où toutes ces prescriptions sont en vigueur, tous les ans un ouvrier spécial, accompagné par un agent du service de la voie, fait une tournée générale. Cet ouvrier est chargé de remplacer les couteaux et paliers qui se trouvent en mauvais état, et de faire toutes les réparations qui nécessitent un dérangement momentané de l'appareil des leviers, comme le remplacement des pièces principales de la charpente, du tablier, etc.

Assainissement des fosses. — Les fosses des ponts-bascule seront maintenues dans un état constant de propreté; on les visitera fréquemment pour s'assurer que l'eau et la vase n'y séjournent pas.

Le fond des fosses qui ont des caniveaux d'écoulement sera réglé de façon à présenter une pente vers ces caniveaux.

Lorsque, faute de moyen d'écoulement, l'eau séjournera dans une fosse, on disposera un caniveau ou une conduite en fonte,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à bouche grillée, pour que l'eau puisse s'écouler le plus promptement possible soit dans un égout, soit dans un fossé.

Dans le cas où le sol serait suffisamment perméable, on pratiquerait simplement une ouverture dans le fond de la fosse, pour que l'eau puisse être absorbée par le sol.

Fondations et maçonneries. — Les fondations des ponts-bascule et des dés en pierre supportant le mécanisme doivent toujours être en bon état; les boulons fixant les paliers scellés solidement, et les écrous maintenus en serrage.

Il faut toujours ménager entre les maçonneries de la fosse et le tablier du pont un jeu de $0^m,015$ sur tout le pourtour du tablier, pour isoler l'appareil et assurer le vacillement; dans le cas où ce jeu viendrait à diminuer par suite de tassements ou de poussées, les maçonneries devront être retouchées de manière à le rétablir.

On veillera également à ce que le levier communicateur et la tringle de puissance ne frottent pas contre les maçonneries.

Type de rails à employer; arrêt des rails du pont de la voie. — Les rails employés sur les ponts-bascule sont de divers systèmes; le type de rails le plus ramassé est préférable aux autres, en ce qu'il permet de placer la face supérieure du tablier aussi haut que possible par rapport à la plate-forme des voies; on évite ainsi les inconvénients que présentent les tabliers en contre-bas, tant au point de vue du balayage qu'à celui de la chute du ballast sur le tablier. Il faut empêcher les rails de la voie ou du tablier de glisser les uns vers les autres, car le déplacement pourrait entraver le service du pont.

On doit veiller à ce que les charpentes en bois des ponts à bascule ne se disjoignent pas; lorsque cet inconvénient se présente, les fourchettes fixées aux poutres supportant les rails viennent frotter contre les chapes et le pont perd de sa sensibilité; le déversement des chapes peut en outre amener l'égrenement des couteaux, les coussinets ne portant plus, dans ce cas, que sur un angle. On remédiera à cet inconvénient en réunissant les poutres par deux boulons de serrage, placés auprès des traverses servant d'entretoises et en rétablissant les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fourchettes dans leur position normale au moyen de cales en tôle.

Tablier. — On doit remplacer ou réparer sans retard les madriers du tablier qui, par suite de rupture ou de détérioration quelconque, ne présenteraient plus une solidité suffisante ou permettraient l'introduction de corps étrangers dans la fosse; on aura soin de conserver toujours le jeu de $0^m,015$ entre le tablier et les maçonneries.

Pour faciliter la visite et l'entretien des appareils, il convient de pratiquer une trappe vers chacune des extrémités du tablier. L'établissement de ces trappes est indispensable pour les ponts où il n'existe pas de regard, comme, par exemple, lorsque la romaine est installée sur un quai haut.

Pointes du chevalet et couteaux des leviers. — Il peut arriver que les couteaux des leviers triangulaires sortent de leurs encoches et fassent déverser les chapes, qui viennent alors frotter contre les fourchettes; il faut, dans ce cas, relever l'appareil et remettre les couteaux en place, en les serrant fortement.

Le même inconvénient peut se présenter pour les couteaux du levier communicateur et de la tringle de puissance; on y remédiera de la même manière, sans qu'il soit nécessaire toutefois de démonter l'appareil.

Le chevalet qui transmet la pression des leviers triangulaires au levier communicateur doit être fixé d'une manière invariable sur ce levier; par suite, on s'assurera que les vis qui le fixent sont bien serrées à fond, ce que l'on effectuera lorsque cela sera nécessaire.

On veillera à ce qu'il ne s'introduise aucun corps étranger dans les paliers renfermant les coussinets, afin d'éviter tout frottement anormal.

Les pointes du chevalet, les couteaux et les coussinets des leviers seront soigneusement entretenus en état de propreté.

Romaines, curseurs, index, etc. — Les fléaux des romaines, les curseurs et les index doivent être constamment maintenus dans leur poli; pour éviter l'oxydation, les fléaux des romaines seront frottés tous les jours avec un chiffon gras.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux colonnes et le beaupré doivent être parfaitement rigides; les attaches ou les scellements devraient être consolidés s'il se produisait quelque mouvement.

La manette servant d'arrêt à la romaine sera toujours munie de sa poignée; on graissera, toutes les fois que ce sera nécessaire, l'axe du galet, de façon à en assurer le fonctionnement.

Dans certains appareils, le grand curseur a trop de jeu sur la romaine et se meut sur ses galets avec une facilité qui peut être une cause d'erreur dans les pesées; on remédiera facilement à cet inconvénient en resserrant les joues de la coulisse.

Les godets de tare doivent être munis de leurs couvercles, et les caisses-abri de leurs crochets; dans le cas où le travail du bois rendrait difficile la fermeture des caisses, on devra les réparer de façon qu'elles puissent être maintenues fermées pendant le temps où l'appareil ne sera pas en service.

Appareils de calage. — On devra s'assurer aussi souvent qu'il sera nécessaire, dans les ponts munis d'appareils de calage, que les excentriques calent et décalent suffisamment. Lorsque le pont est chargé et décalé, il doit rester du jeu entre les excentriques et les platines.

Lorsque, au contraire, le pont est calé, les excentriques doivent se trouver tournés de façon que leur grand rayon soit vertical, afin que les chocs ou la pression, produits au passage des véhicules, ne tendent pas à faire décaler le pont.

Dans le cas où, lorsqu'un pont est décalé, il ne reste pas un jeu suffisant entre les excentriques et les platines, il est facile de rétablir l'appareil dans de bonnes conditions, en introduisant des cales en tôle entre les fourchettes et les poutres; l'épaisseur de ces cales doit, toutefois, être telle que le calage puisse se faire dans de bonnes conditions. Les tourillons et les articulations des tringles et des leviers des appareils de calage doivent être fréquemment nettoyés et graissés d'un peu d'huile.

Peinture des appareils. — La plus grande partie du mécanisme des ponts-bascule se trouvant enfermée dans des fosses généralement humides, il importe, pour prévenir les effets de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'oxydation, d'entretenir avec le plus grand soin la peinture de ces appareils.

Toutes les pièces brutes des ponts-bascule, y compris la charpente et la face intérieure du plancher, devront être peintes au vernis métallique, en ayant soin de soumettre à un grattage et à un nettoyage complets les surfaces à peindre.

On évitera soigneusement d'appliquer de la peinture sur les parties frottantes des appareils, sur les couteaux et les coussinets, etc. Ces pièces, comme nous l'avons dit plus haut, seront constamment lubrifiées.

312. VÉRIFICATION DES PONTS-BASCULE. — *Cas où il est nécessaire de vérifier les appareils.* — Outre les cas spéciaux de dérangement ou de visite, cas où il est nécessaire de vérifier les ponts-bascule, on devra procéder à cette vérification toutes les fois qu'il aura été fait à l'appareil une réparation de nature à altérer l'exactitude de ses indications.

Causes d'inexactitude dans les pesées. — L'inexactitude dans les pesées peut provenir de plusieurs causes distinctes, savoir :

— La rupture, l'égrenement ou le défaut de fixité des pointes, couteaux et coussinets; le descellement des paliers ; le frottement des chapes contre les fourchettes ; le frottement du tablier, du levier communicateur ou de la tringle de puissance contre les maçonneries; le calage partiel du pont, provenant de la butée des rails ; l'introduction de corps étrangers aux points d'oscillation des couteaux, etc.

— Le défaut de réglage dans le poids des curseurs.

— Le manque d'exactitude dans la position des couteaux et, par suite, dans le rapport des leviers.

— Une tare inexacte.

Vérification des rapports des leviers. — Pour vérifier un pont-bascule, on s'assurera d'abord que le tablier vacille avec facilité dans le sens longitudinal et qu'il n'y a aucun corps étranger entre le tablier et les maçonneries; que la romaine oscille librement, et que les index, au repos, se trouvent exactement en face l'un de l'autre, lorsque les deux curseurs sont au zéro.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce résultat s'obtient facilement en réglant la tare au moyen du godet ou du poids placé à l'extrémité de la romaine.

On s'assurera que le rapport des leviers est exact, en mettant les deux curseurs au zéro, en amenant successivement sur le pont des charges différentes, de poids connus, et en pesant ces charges au moyen de poids suspendus au crochet de la romaine.

La même charge devra être pesée en des points différents du tablier, pour s'assurer que les leviers triangulaires ont bien la même longueur.

Dans le cas où il n'y aurait pas coïncidence parfaite entre les poids trouvés et les poids placés sur le tablier, on devra rétablir le rapport des leviers qui laisserait à désirer, en replaçant les couteaux de ces leviers dans le sens nécessaire, au moyen de cales en tôle d'épaisseur convenable.

Les poids étalons servant aux vérifications devront être vérifiés, pour ne laisser aucun doute sur le résultat des opérations.

Vérification des curseurs. — On ne devra procéder à la vérification des curseurs qu'après s'être assuré de l'exactitude du rapport des leviers.

La vérification du petit curseur s'obtient en plaçant sur le tablier des charges différentes comprises entre 1 et 100 kilogrammes ou entre 1 et 1000 kilogrammes, suivant le type de la graduation, et en s'assurant que les indications du curseur coïncident avec les charges. Dans le cas où il se présenterait des différences en plus ou en moins, il faudrait diminuer ou recharger le poids curseur.

Pour vérifier le grand curseur, on pèsera une charge supérieure à 10 000 kilogrammes, au moyen de poids suspendus au crochet de la romaine; la charge étant reconnue, on enlèvera les poids et on fera la pesée au moyen du curseur. L'indication de la romaine devra coïncider exactement avec la charge accusée par les poids. S'il n'en était pas ainsi, on diminuerait ou on rechargerait le poids du curseur jusqu'à ce que le but proposé soit atteint. Ce poids présente à cet effet,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à sa partie inférieure, une cavité fermée par une vis et disposée pour contenir du plomb.

Vérification de la graduation. — La graduation de la romaine peut être vérifiée au moyen d'un compas à pointes; il faut, pour que la graduation soit exacte, que les longueurs représentant des poids égaux soient parfaitement égales.

§ IV.

APPAREILS DIVERS.

313. INDICATEURS DE DISTANCES. — Sur tous les chemins de fer, les distances sont repérées au moyen de signaux indicateurs dont la forme et la disposition varient pour chaque ligne, mais dont l'une des conditions essentielles est d'offrir à la vue des agents des trains un numérotage bien apparent. Ces signaux ne sont ordinairement posés qu'après vérification contradictoire avec le service de contrôle, des distances relevées par le service de la construction.

Les distances sont mesurées à partir de l'axe du bâtiment des voyageurs de la station formant le point de départ de la ligne. Ces indicateurs se placent généralement à gauche de l'axe de la voie, en partant de l'origine des sections.

Sur le chemin de l'Est, les poteaux kilométriques sont placés à $1^m,60$ de l'axe du rail extérieur, distance correspondant à celle de l'arête extérieure du ballast. Ils consistent en un poteau en chêne (fig. 403) de $0^m,22 \times 0^m,22$ d'équarrissage et d'environ 3 mètres de longueur, dont la tête est recouverte d'un chapeau de fonte portant des plaques en ailes perpendiculaires entre elles. Ces plaques, de $0^m,22$ de large et de $0^m,35$ de longueur, s'élèvent à $1^m,73$ du sol, le plan bissecteur de l'angle de deux ailes étant perpendiculaire à l'axe de la voie; les faces, par conséquent, inclinées à 45 degrés sur la direction de la ligne. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poteaux sont fondés avec semelles et contre-fiches, comme le montre la figure. Chacune des plaques porte en relief un chiffre indiquant en kilomètres la distance du poteau à la station

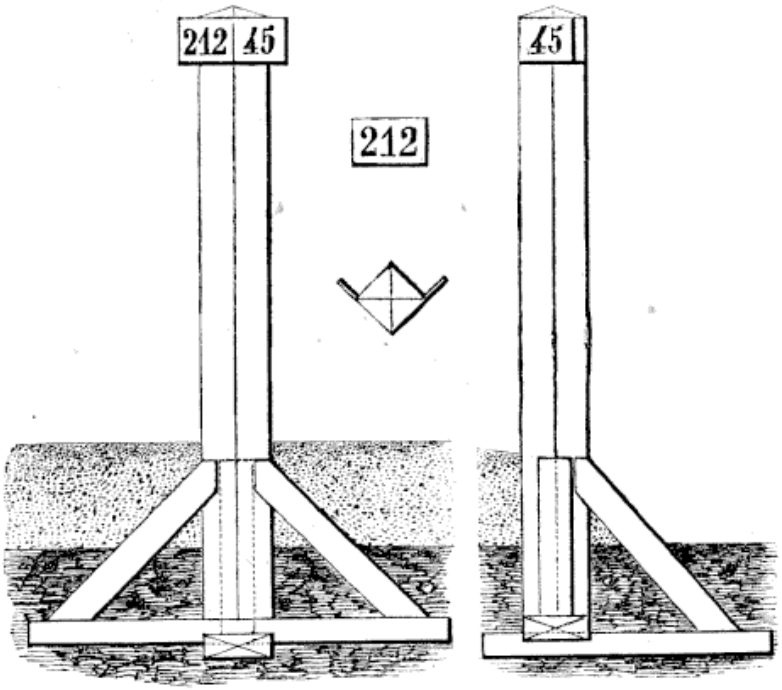


Fig. 403. Poteau kilométrique (Est). 1/50.

extrême vers laquelle est tournée la plaque. Les chiffres sont peints en blanc, les fonds de plaque et le chapeau en noir, et les poteaux en jaune, couleur bois de chêne.

Sur le réseau central du chemin d'Orléans, les poteaux (fig. 404) ont $0^m,16 \times 0^m,16$ d'équarrissage, $3^m,10$ de long et supportent une seule plaque normale à la voie sur chacune des deux faces de laquelle est indiquée en kilomètres la distance du poteau à la station extrême du côté de cette face. La plaque, dont l'arête supérieure s'élève à 2 mètres au-dessus du niveau des rails, est fixée sur la tête du poteau par une douille octogonale venue de fonte avec la plaque ; les arêtes du poteau sont abattues à la partie supérieure. Ces appareils sont ordinairement posés sur l'arête de la plate-forme des terrassements (fig. 404, A). Dans les tranchées qui ont exigé une réduction

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de largeur de plate-forme, on place les poteaux à une distance de l'axe du chemin correspondante à celle de l'arête extérieure du fossé (fig. 404, B).

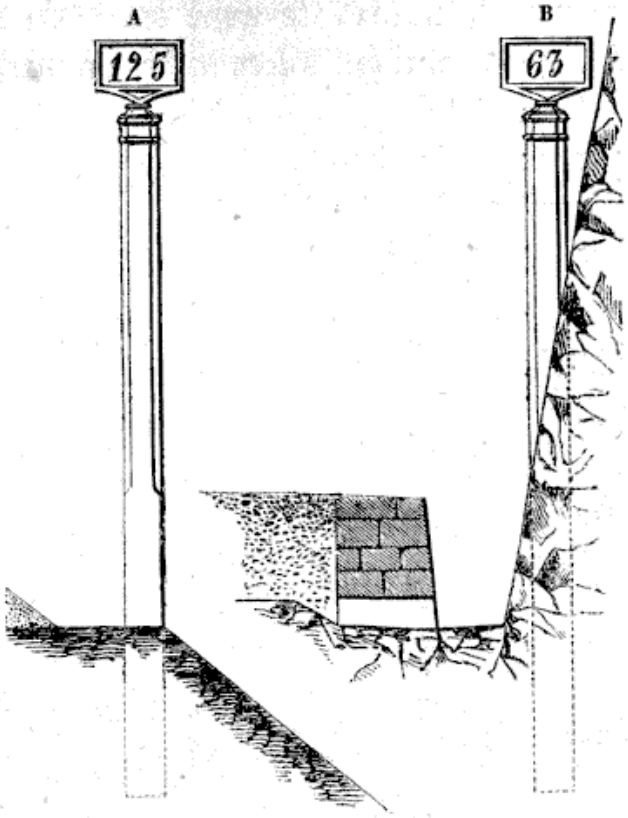


Fig. 404. Poteaux kilométriques (Orléans). 1/50.

Les chiffres sont peints en blanc sur fond bleu d'outremer foncé ; le contour de la plaque et la douille en vert foncé.

Les poteaux kilométriques de la ligne de Rennes — chemin de l'Ouest, — (fig. 405) sont formés d'une colonne en fonte creuse surmontée d'un chapeau ; elle se termine dans le bas par trois appendices enveloppant la tête d'un pieu en bois de $1^{m},20$ de longueur.

Le chapeau est venu de fonte avec deux plaques verticales formant angle de 45 degrés, dont le sommet est tourné vers la voie. Ces plaques ont $0^{m},30$ de longueur sur $0^{m},25$ de hauteur, et leur arête supérieure est à $1^{m},56$ du sol ; elles portent en relief un nombre indiquant en kilomètres la distance du poteau à la station extrême vers laquelle la plaque est tournée. Les chiffres sont peints en blanc, le fond de la plaque en bleu de cobalt et la colonne en noir.

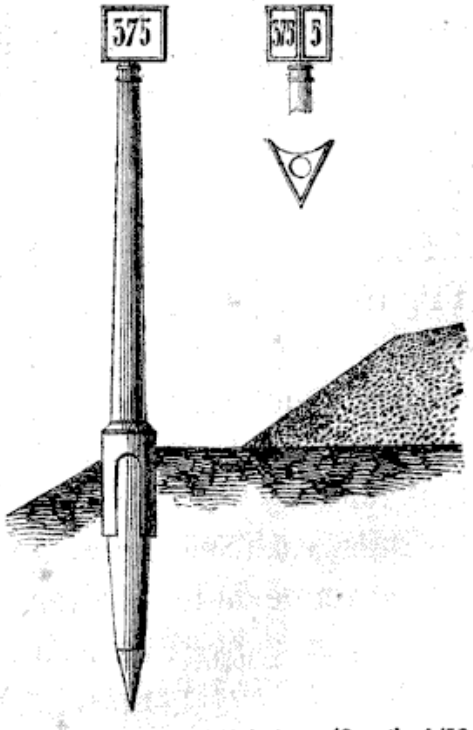


Fig. 405. Poteau kilométrique (Ouest). 1/50.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La plaque pèse 10 kilogrammes, la colonne 70 kilogrammes, et le tout, prêt à être posé, revient à 30 francs. Il faut ajouter à ce prix celui du pieu qui est de 6 francs, et les frais de pose.

On a fait des essais de plaques en tôle émaillée dans quelques gares ; mais l'application n'en est pas répandue, parce que l'émail se détache du métal.

Sur les chemins français, on place entre les poteaux kilométriques des poteaux hectométriques, qui, ne servant généralement que pour les besoins du service de l'entretien de la voie, sont simplement formés d'une planchette en bois clouée sur un petit poteau et numérotée.

Cependant, au chemin de fer du Nord, comme nous l'avons



Fig. 406. Tablettes de poteaux kilométriques et hectométriques (Nord).

vu précédemment —289—, on établit, à l'approche des bifurcations, de chaque côté des aiguilles, des poteaux hectométriques portant des chiffres bien visibles et de couleurs très-différentes pour en faciliter la lecture. Ces poteaux sont de même hauteur que les poteaux kilométriques, c'est-à-dire que la tablette en fonte ou en tôle qui porte le numéro d'ordre s'élève à $2^{m},50$ environ au-dessus du sol. Les tablettes ont la forme indiquée par la figure 406.

En Allemagne, notamment au chemin de Leipzig à Dresde, les distances sont marquées par des pierres de $0^{m},50$ de hauteur, de $0^{m},30$ de côté, enfoncées de $0^{m},20$ dans le sol ; la face tournée vers la voie est inclinée en arrière, pour en faciliter la vue, et fouillée de manière à présenter en creux l'indication des distances en milles (fig. 407).

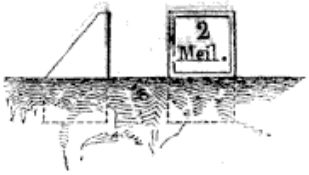


Fig. 407. Bornes milliaires (Allemagne). 1/50.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur quelques chemins suisses, les distances sont marquées en lieues et en milles par des bornes en pierre ayant la forme et les dimensions indiquées par la figure 408. On note également sur ces pierres la cote du niveau des rails.

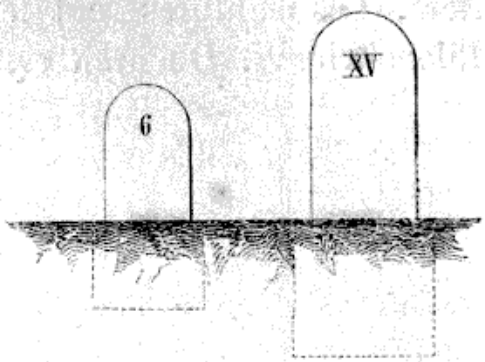


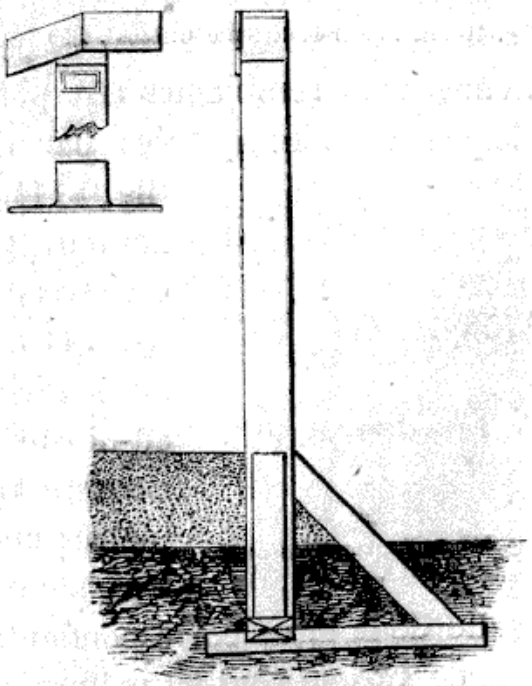
Fig. 408. Bornes milliaires et divisionnaires (Suisse). 1/50.

Sur les chemins prussiens, la ligne est divisée en milles de 2 000 verges — *Ruthen* — ou 24 000 pieds, soit 7532 mètres environ, en demi-milles et en parties de 100 verges.

Prix des pierres qui marquent ces divisions :

Pierres de milles.....	56f,25
Pierres de demi-milles.....	22 ,50
Pierres divisionnaires.....	1 ,90

314. Indicateurs de déclivité. — Les poteaux indicateurs des pentes, rampes et paliers sont placés à tous les points de passage d'une déclivité à une autre, du côté opposé et à la même distance de l'axe du chemin, que les poteaux kilométriques.


Fig. 409. Indicateur de déclivité (Est). 1/50.

Les poteaux indicateurs des pentes et rampes du chemin de fer de l'Est sont en chêne et de mêmes dimensions que les poteaux kilométriques (fig. 409). La tête est recouverte d'un chapeau en fonte portant deux plaques dans le même plan, indiquant par leur disposition et des inscriptions spéciales la succes-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion, la déclivité et la longueur des pentes, rampes ou paliers. Les peintures sont les mêmes que celles des poteaux kilométriques. On avait essayé de remplacer les plaques de fonte par des plaques de zinc vissées sur des planchettes en bois, mais l'essai n'a pas eu de suite.

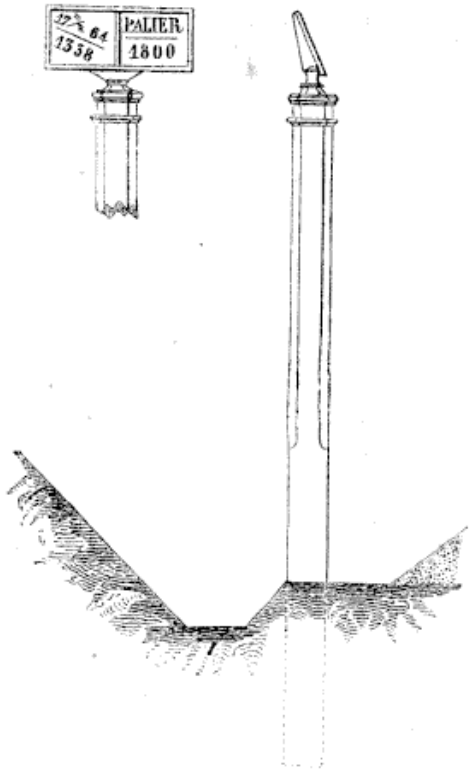


Fig. 410. Indicateur de déclivité (Orléans). 1/50.

Au chemin d'Orléans, chaque poteau (fig. 410) supporte une plaque unique tournée de telle façon que le mécanicien, en passant, puisse en avoir la vue directe. Cette plaque est divisée en deux parties portant chacune un trait et des inscriptions indiquant la déclivité et la longueur de la portion correspondante du chemin.

Les poteaux indicateurs des pentes et rampes de la ligne de Rennes sont semblables aux poteaux kilométriques; les deux plaques sont remplacées par une tablette verticale unique (fig. 411) de $0^m,70$ de large sur $0^m,25$ de hauteur, posée parallèlement à la voie et divisée en deux parties par un trait vertical. Chaque partie porte en relief une flèche dirigée dans le sens de la déclivité; au-dessus de la flèche on trouve un nombre représentant cette déclivité par mètre; au-dessous, et également en chiffres peints à l'huile, la longueur de la partie de la ligne correspondante. La peinture, le poids et le prix de revient sont les mêmes que ceux des poteaux kilométriques.

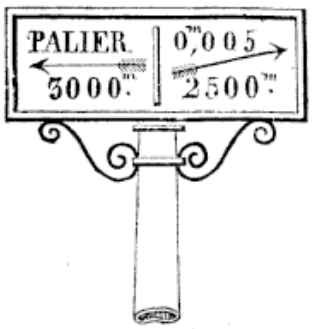


Fig. 411. Indicateur de déclivité. (Ouest). 1/25.

Sur les chemins suisses et allemands, les plaques en fonte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont ordinairement remplacées par deux tablettes en bois (chemins bavarois, fig. 412).

On a posé depuis peu de temps sur quelques lignes des tableaux indicateurs de pentes, rampes et paliers, de deux sortes ; ils sont en tôle émaillée. Les premiers, d'un petit modèle, répondent aux besoins du service de la voie; ils reçoivent les indications exactes de longueur et de déclivité de chaque partie de la ligne. Les seconds, d'un modèle plus grand, ont été posés pour l'usage des mécaniciens : leurs indications sont moins détaillées; les pentes et rampes d'une inclinaison peu différente y sont groupées, et les déclivités inscrites sont des moyennes en nombres entiers de millièmes.

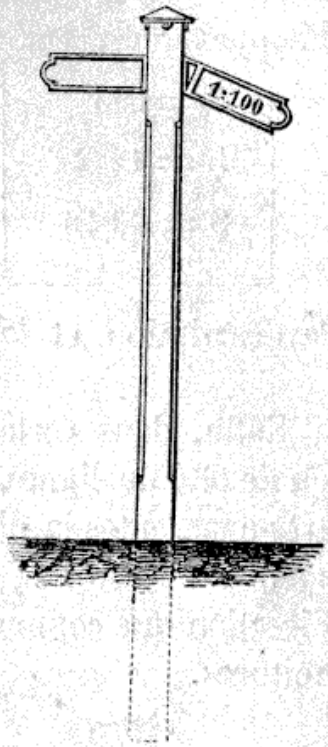
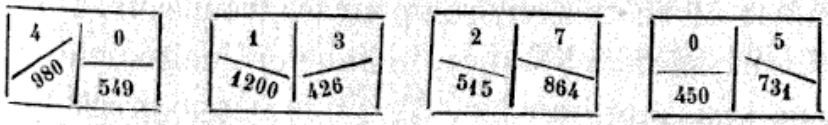


Fig. 412. Poteau indicateur de déclivité. 1/50.

Les indicateurs de déclivité du chemin de fer de Paris-Méditerranée ont les formes ci-dessous. Chaque poteau indique les deux déclivités qui se succèdent :

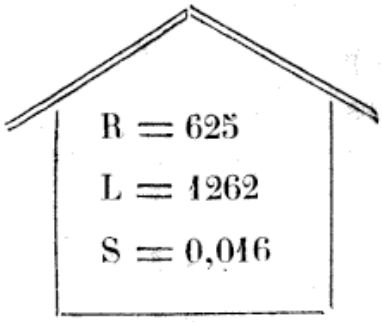


Les chiffres supérieurs indiquent le nombre de millimètres par mètre qui mesure la déclivité; le nombre inférieur donne la longueur de ligne affectée de cette déclivité.

315. Indicateurs divers. — Sur la ligne, on marque aussi par des piquets et des tableaux : les limites du cantonnement des équipes, les signaux de contrôle du parcours des gardes, les extrémités des courbes; ces derniers tableaux destinés plus spécialement au service de la voie, sont ordinairement plus petits que les précédents. Ils portent des inscriptions concernant la longueur et le rayon des courbes ainsi que le surélèvement du rail extérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur les chemins bavarois, les plaques sont en bois, de forme pentagonale surmontées d'un petit toit qui protége la peinture des inscriptions et en économise les frais de renouvellement. Les tablettes indiquant les diverses inflexions de la ligne, sur ces chemins, ont la même forme que celle dont nous donnons la description et le croquis ci-contre.



Enfin, dans certaines gares de bifurcation, de croisement ou de tête de ligne, il y a des indicateurs portant en lettres très-apparentes la direction des différents trains en stationnement sur les voies; on réduit par là le nombre des erreurs de direction que commettent les voyageurs en montant dans les voitures.

Sur les chemins allemands, lorsque les barrières des passages à niveau sont fermées à l'approche d'un train, les voitures et troupeaux doivent s'arrêter sur la route à une certaine distance de la voie : 20 mètres pour cavaliers, voitures et bêtes de somme; 50 mètres environ pour les troupeaux. Un poteau, dont le prix s'élève à 5 francs, indique ordinairement la limite qui ne doit pas être franchie. C'est une bonne précaution pour éviter les accidents que les animaux, effrayés par le bruit de la locomotive, peuvent occasionner [1].

En France, les noms des stations sont, en général, inscrits seulement sur les bâtiments. Ces inscriptions, le plus souvent, ne peuvent être aperçues que très-difficilement par les voyageurs des trains. En Allemagne, des poteaux placés à l'entrée de chaque station portent un tableau sur lequel est peint, en gros caractères, le nom de la station; on a soin de le poser à

[1] Ordonnonce royale sur la police du chemin de fer de Wurtemberg, § 4 et 7.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une hauteur et dans une direction telles, qu'il puisse être aperçu des voyageurs du train, sans qu'ils aient à se déranger.

Tableaux d'avis. — Ces tableaux sont destinés à donner une publicité convenable aux arrêtés réglant la police des stations et passages à niveau.

Ils consistent ordinairement en une planchette en bois, entourée d'un cadre, et fixée à l'extrémité d'un poteau. Un petit toit en planches protége, contre la pluie, les imprimés, souvent sur toile, affichés au tableau.

Les poteaux d'avis des chemins suisses sont de deux modèles : les uns (fig. 413, A), employés sur les routes peu fréquentées, s'enfoncent de $0^m,75$ dans le sol, et font saillie à $2^m,25$; le tableau, dont le bord supérieur arase l'extrémité du poteau, de $0^m,45$ de côté. Quelquefois le même poteau porte deux tableaux adossés, abrités sous le même toit (fig. 413, B). Les autres poteaux, d'un plus grand modèle, sont placés aux passages des chemins importants. Ils ont $3^m,45$ de longueur, dont $0^m,90$ dans le sol. Le tableau a $0^m,60$ de côté.

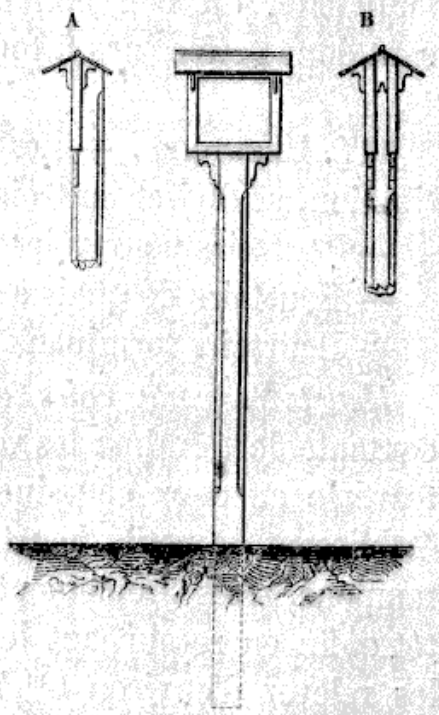


Fig. 413. Tableaux d'avis (Allemagne et Suisse. 1/50.

En Allemagne, ces tableaux d'avis et leurs poteaux reviennent à 18 ou 19 francs.

Les chemins français se servent rarement de poteaux pour tableaux d'avis vers les passages à niveau ; on se contente de placer les cadres sous les abris couverts dans les stations, et contre les murs des maisons de gardes pour les passages importants. Cette disposition est plus économique, mais elle n'atteint pas aussi complétement le but proposé.

316. Poteaux d'indicateurs en vieux rails. — Les rails hors

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de service remplacent avantageusement le bois dans la confection des divers indicateurs dont nous venons de parler. Indépendamment du bas prix de revient, ils offrent l'avantage de la durée. Pour les fixer dans le sol, une masse de pierraille reliée par un mortier hydraulique d'environ un quart de mètre cube suffit complétement. Sur le poteau en fer on rive le tableau indicateur en fonte muni de ses inscriptions en relief de 6 à 8 millimètres. L'appareil complet posé et peint en blanc à deux couches à l'huile, les inscriptions mises en couleur très-apparentes par un simple manœuvre, ne coûte pas plus de 10 à 12 francs. Ces indicateurs ont le mérite de la simplicité, du bon marché et de l'économie d'entretien. Ils sont donc préférables à tous les indicateurs en bois.

317. Heurtoirs. — Les heurtoirs peuvent, suivant leur destination, se diviser en trois classes :

— Heurtoirs pour voies de garage ou de service ;

— Heurtoirs de quais à marchandises ;

— Heurtoirs terminaux de voies principales, dans les gares.

Heurtoirs pour voies de garage. — On s'est quelquefois contenté de terminer les voies de garage tantôt en plaçant une traverse ou deux coussinets en saillie sur les rails, tantôt en établissant de petits heurtoirs qui ne reçoivent pas le choc des tampons, mais simplement celui des roues des véhicules ; tantôt enfin en recourbant les extrémités des rails de manière à les relever d'environ $0^m,40$. Toutes ces dispositions sont insuffisantes pour résister aux chocs de wagons qui ont lieu pendant les manœuvres, et pour prévenir les accidents qui peuvent arriver quand un wagon atteint l'extrémité de la voie. Pour qu'un heurtoir soit efficace, il faut qu'il reçoive directement le choc des tampons.

Quand l'espace le permet, les heurtoirs de voies de garage se construisent en terre et en charpente. La figure 414 indique le dispositif d'un heurtoir de ce genre, adopté sur la ligne de l'Ouest. Il se compose de deux montants formés chacun par deux moises, et présentant d'axe en axe la distance des tam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pons des véhicules. Chaque montant est soutenu par une pièce oblique, dont l'extrémité inférieure est reliée à celle du montant par une semelle inclinée. Les deux systèmes triangulaires ainsi constitués sont reliés par des traverses horizontales. Deux de ces traverses formant moises, destinées à recevoir le choc, sont placées contre les montants, à la hauteur des tampons.

Toute cette charpente est noyée dans un contre-fort en terre, recouvert de gazon. Le pied de ce contre-fort, du côté de la voie, est soutenu par des traverses fixées sur les montants, et, de part et d'autre, au moyen d'un petit mur en pierre sèche.

Ce heurtoir peut être établi à peu de frais à l'extrémité des

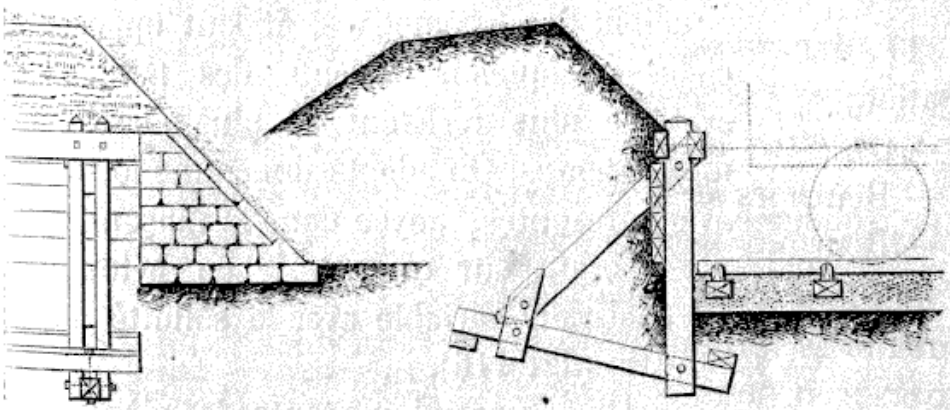


Fig. 414. Heurtoir en charpente et en terre pour voie de garage. 1/100.

voies des gares à marchandises, où l'on dispose d'un espace suffisant. Il présente l'avantage de pouvoir être composé uniquement au moyen de traverses, c'est-à-dire avec des matériaux que l'on trouve partout. On peut même employer, pour les parties noyées en terre, des traverses de rebut ou ayant déjà servi sur la voie.

Lorsque la place manque, il faut adopter, pour les voies de garage, un type de heurtoir analogue à l'un de ceux employés dans l'intérieur des gares à voyageurs, dont nous parlerons plus loin. Ces heurtoirs sont d'ailleurs établis plus ou moins solidement, suivant la nature des manœuvres qui doivent s'exécuter sur la voie à l'extrémité de laquelle on les a placés.

Heurtoirs de quais à marchandises. — Les heurtoirs éta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blis dans les murs de quais, à l'extrémité des voies de chargement, peuvent aussi affecter diverses dispositions, suivant que les manœuvres sur ces voies se font à bras d'hommes ou à la machine.

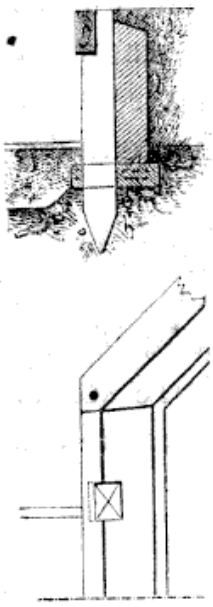


Fig. 415. Heurtoir de quai à marchandises. 1/100.

Dans le premier cas, la disposition que représente la figure 415 suffit pour empêcher la dégradation des maçonneries par le choc des tampons. Elle consiste simplement en une traverse horizontale, supportée par deux poteaux, à la hauteur des tampons. Tout le système est encastré dans la maçonnerie du mur de quai.

Mais, à l'extrémité des voies sur lesquelles circulent des locomotives, il faut opposer aux chocs quelquefois violents des tampons un système plus résistant et plus élastique en même temps. On adopte donc une forte charpente, solidement contreventée, noyée dans la maçonnerie du mur de quai, et reposant sur un massif en béton d'une épaisseur variable avec la solidité du terrain (fig. 416).

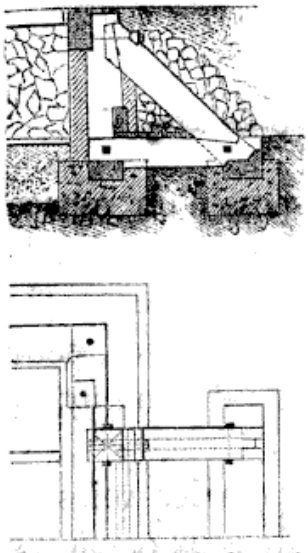


Fig. 416. Heurtoir de quai à marchandises. 1/100.

On comprend que toutes les pièces de ces charpentes doivent être disposées de manière à prendre part au travail de l'appareil. Aussi tous les heurtoirs se composent-ils des mêmes éléments essentiels : deux montants, soutenus par des contre-forts en bois, reliés à leur partie supérieure au moyen d'une traverse destinée à recevoir les chocs, et, à leur partie inférieure, par un cadre reposant sur une fondation en béton. Toute la charpente est entourée d'un massif de maçonnerie ou au moins d'un enrochement.

Heurtoirs de voies principales. — Les heurtoirs placés à l'extrémité des voies principales, dans les gares à voyageurs, demandent à être construits avec plus de soin, plus de solidité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les précédents, et souvent avec une certaine recherche.

On a quelquefois établi des heurtoirs en fer ou en fonte dans les gares. Ils ne font pas un meilleur service que les heurtoirs en bois; ces derniers, d'ailleurs, sont beaucoup moins coûteux d'établissement, et offrent une plus grande élasticité. Cependant on peut y appliquer les vieux rails, et alors ces appareils reviennent à un prix peu élevé.

Les heurtoirs de gares et, en général, les heurtoirs placés à l'extrémité des voies sur lesquelles se font des manœuvres à la machine, doivent être munis de tampons qui s'opposent à leur détérioration aussi bien qu'à celle du matériel roulant.

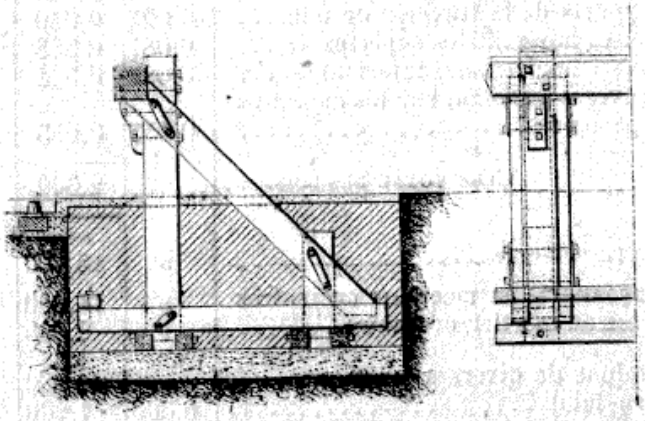


Fig. 417. Heurtoir de voies principales, avec contre-forts à l'arrière (Ouest). 1/100.

La forme des heurtoirs de gares dépend de la place dont on dispose.

Lorsque les trottoirs, situés derrière les heurtoirs, sont très-larges, ou lorsque, par la disposition du plan de la gare, la circulation des voyageurs autour des heurtoirs est peu active, on les construit généralement avec contre-forts à l'arrière. La figure 417 représente un type de heurtoir en charpente, avec contre-forts à l'arrière, adopté par la compagnie des chemins de fer de l'Ouest. La charpente, analogue à celles que nous avons décrites plus haut, mais avec de plus fortes dimensions, est enterrée par sa partie inférieure dans un massif de maçonnerie reposant sur une fondation en béton. Ce heurtoir n'a point de tampons, économie qu'il ne faudrait pas toujours imiter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut établir sur les bases suivantes le prix de ces heurtoirs :

Prix de revient d'un heurtoir avec contre-forts à l'arrière sans tampons (type de l'Ouest).

Nature des matériaux.	Nombre de pièces.	DÉSIGNATION DES PIÈCES.	QUANTITÉS partielles.	QUANTITÉS totales.	PRIX de l'unité.	PRIX totaux.
			m³	m³		
BOIS.	2	Montants verticaux de 2m,70 de haut.	0.243	0,486		
	4	Écharpes formant contre-forts.....	0,140	0 560		
	2	Montants verticaux de 1m,10 de haut.	0,099	0,198		
	1	Traverse de tête.....	0,285	0,285		
	2	Supports de la traverse de tête.....	0,025	0,050		
	4	Moises horizontales supérieures	0,087	0,348		
	4	Moises horizontales inférieures.....	0,081	0,324		
	1	Traverse reposant sur les moises supérieures.....	0,053	0,053		
		CUBE TOTAL DES BOIS....	.....	2,302	fr. 90,00	fr. 207,20
				m³		
		Terrassements.....	»	15,000	0,60	9,00
MAÇONNERIE.		Maçonnerie en moellons ordinaires.	»	11,000	16,00	176,90
		Béton au mortier ordinaire.....	»	2,325	14,00	32,65
			k	k		
FERS.	24	Boulons de diverses longueurs.....	»	42,186		
	8	Tire-fond.....	0,300	1,200		
	4	Grandes contre-plaques.....	1,748	13,984		
	4	Petites contre-plaques	0,948	3,792		
		POIDS TOTAL DES FERS....	.....	k 61,162	0,50	30,58
				m²		
		Peinture à trois couches, à l'intérieur.	»	12,00	1,00	12,00
		Goudronnage des parties enterrées..	»	25,00	0,30	7,50
		Prix d'un heurtoir avec contre-forts à l'arrière.....				474,83

Lorsque les voyageurs circulent autour des heurtoirs, et que l'on est gêné par l'espace, on peut établir ces appareils avec contre-forts à l'avant ; mais, dans ce cas, ils doivent présenter de plus grandes dimensions et des fondations plus solides.

Le type de heurtoir, avec contre-forts à l'avant, du chemin de l'Ouest s'établit dans les conditions suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES MATÉRIAUX.	QUANTITÉS.	PRIX.
		fr.
Bois	2^{m3},665	239,85
Terrassements	20 ,000	12,00
Maçonnerie	14 ,000	224,00
Béton	3^{m2},450	54,10
Fers	121^{k} ,420	60,71
Peintures	12^{m2},000	12,00
Goudronnage	30 ,000	9,00
Prix de revient d'un heurtoir avec contre-forts à l'avant		611,66

Les contre-forts ayant à supporter, dans ce cas, un effort de traction au lieu d'une compression, peuvent être avantageusement remplacés par des tirants en fer.

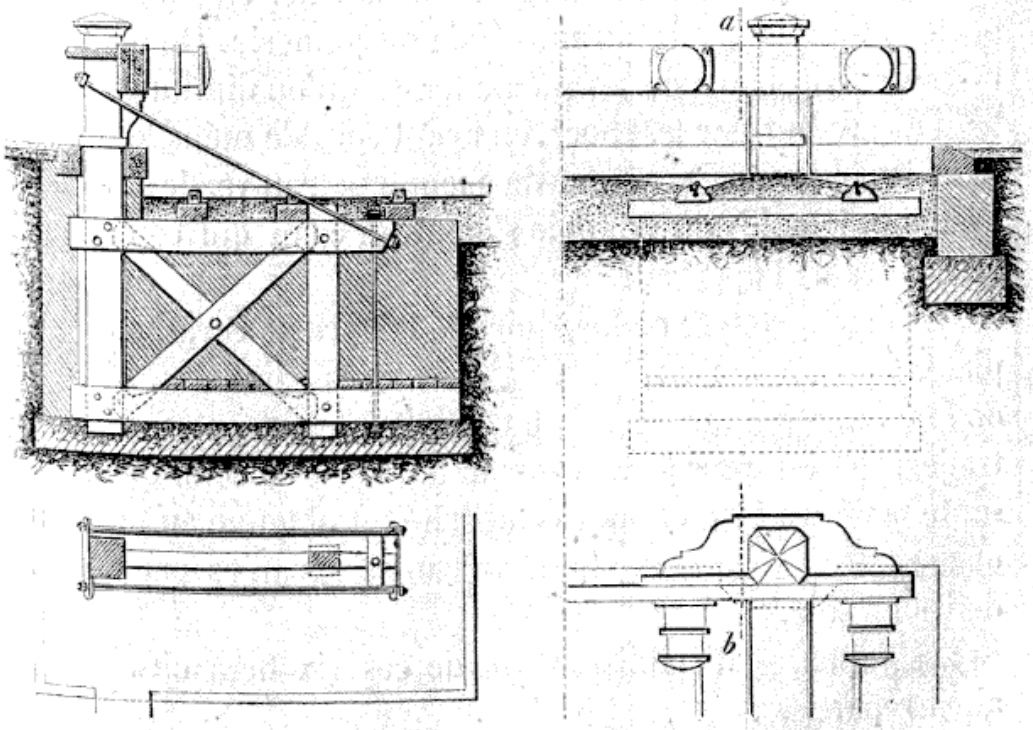


Fig. 418. Heurtoir double de voies principales, avec contre-forts à l'avant (Est). 1/100.

A l'extrémité d'une gare où aboutissent deux ou trois voies parallèles très-rapprochées — et ce cas se présente très-fréquemment — on peut diminuer les dépenses d'établissement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des heurtoirs et réduire au minimum l'emplacement nécessaire, en adoptant une disposition analogue à celle que nous avons appliquée au chemin de fer de l'Est, dans la gare de Strasbourg (fig. 418).

Au lieu de faire des heurtoirs complétement distincts, on place dans l'axe de chaque voie un poteau unique, relié à sa partie inférieure avec un cadre vertical solidement contreventé par des pièces obliques. Cette charpente est fondée dans un massif en maçonnerie reposant sur une couche de béton d'une épaisseur convenable. La tête du poteau est reliée à la partie supérieure du cadre, par deux tirants parallèles en fer. Sur les poteaux ainsi disposés se trouve fixée une traverse unique d'une longueur suffisante pour porter quatre ou six tampons, suivant qu'il s'agisse de deux ou trois voies à fermer.

Pour donner au système plus de stabilité, on place au-dessus de la traverse inférieure du cadre un plancher en madriers supportant tout le poids du massif de maçonnerie. On augmente l'élasticité du heurtoir, en même temps qu'on diminue l'ébranlement produit par les chocs, en ayant soin de ménager un vide dans la maçonnerie, autour de chaque poteau vertical. Dans ce système, le poids du véhicule s'ajoute à celui qui constitue la résistance de l'appareil.

Les deux groupes de heurtoirs de la gare de Strasbourg sont placés chacun à l'extrémité de trois voies parallèles. L'activité de la circulation aux abords a conduit à les entourer de balustrades. Ils sont munis de tampons analogues à celui que représente la figure 419, et dont l'élasticité est obtenue au moyen de onze rondelles de caoutchouc vulcanisé séparées par des rondelles en tôle.

Les dépenses d'établissement de ces six heurtoirs se sont ainsi réparties :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dépenses d'établissement des heurtoirs de la gare de Strasbourg.

DÉSIGNATION DES DÉPENSES.	QUANTITÉS	PRIX DE L'UNITÉ.	PRIX TOTAL.
ÉTABLISSEMENT DES HEURTOIRS ET DES BALUSTRADES.			
Maçonnerie de moellons bruts et mortier de chaux hydraulique	71m3,68		
Maçonnerie du mur reliant les massifs	3 ,86		
	75m3,54	fr. 13,00	fr. 982,02
Charpente en chêne à vive arête, assemblée	11 ,76	100,00	1176,00
Madriers en chêne de 0m,08 d'épaisseur	60m2,00	5,00	300,00
Boulons d'assemblage	327k ,00	0,60	196,20
Douze grands boulons avec écrous et rondelles	692 ,00	0,80	552,60
Douze tampons, fonte et fer	1992 ,00	0,50	996,00
Douze tampons, caoutchouc vulcanisé [1]	359 ,50	15,00	5392,50
Balustrades d'entourage	33m ,50	35,00	1172,50
Travaux et fournitures diverses pour l'ornementation des heurtoirs			388,72
Peinture à l'huile, couleur chêne (balustrades)	82m2,00	1,25	102,50
Peinture à l'huile, gris cendré (heurtoirs)	50 ,00	0,80	40,00
Travaux à la journée, fouille des fondations, enlèvement de quatre plaques tournantes de 6 mètres, transport et pose des chevalets, etc.	»	»	759,32
TOTAL			12230,00
MODIFICATIONS FAITES AUX TROTTOIRS.			
Fondation de la bordure en pierre de taille	6m3,80	13,00	88,40
Travaux à la journée et fournitures diverses	»	»	951,60
Dallage en bitume fourni par la compagnie	135m2,00	5,00	675,00
Dallage en bitume fourni par l'entrepreneur	67 ,00	8,00	536,00
TOTAL			2251,00

[1] Le prix indiqué ici était la conséquence du brevet de Bergue. Aujourd'hui le caoutchouc vulcanisé se paye de 8 à 9 francs le kilogramme.

Ces dépenses, qui correspondent à environ 2400 francs par heurtoir, sont considérablement élevées par le prix des tampons et de la balustrade, ainsi que par les frais d'enlèvement de quatre plaques tournantes et de modification des trottoirs.

Au lieu d'employer des tampons avec onze rondelles de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caoutchouc, on aurait pu se contenter de huit rondelles. La figure 419 représente un tampon de ce genre dont la tête en fonte est solidaire avec le plongeur.

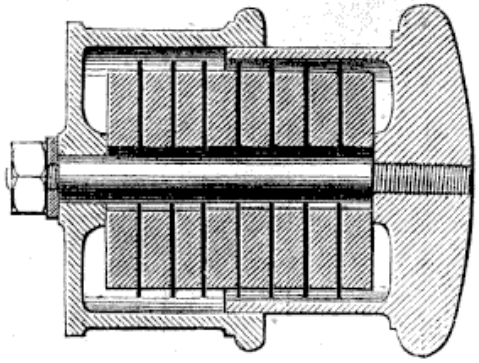


Fig. 419. Tampon à rondelles de caoutchouc vulcanisé. 8/100.

On obtient un aussi bon résultat en employant des tampons en bois, fixés sur plongeur en fonte, avec ressorts en acier (fig. 420). Trois ressorts concentriques, tournés en hélice, mais en sens inverse, et guidés par un boulon central, sont disposés pour travailler successivement et isolément pendant une partie de la course du plongeur, puis simultanément quand le choc est assez violent pour passer du

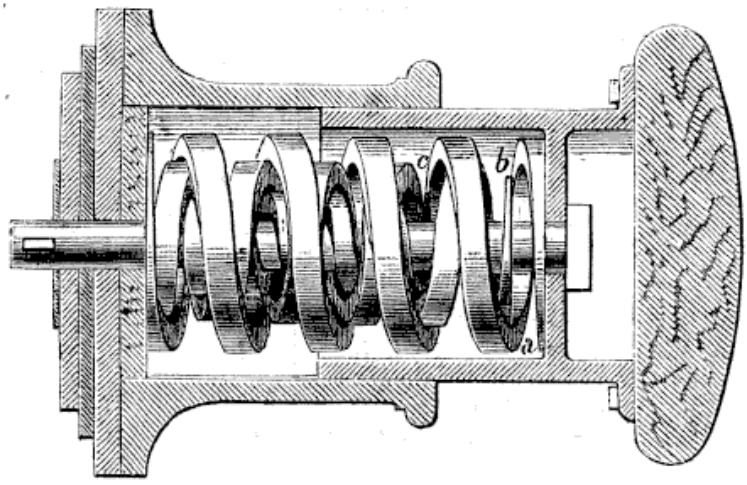


Fig. 420. Tampon à ressorts en acier. 1/10.

premier ressort au deuxième, et enfin du deuxième au troisième ressort. Ils reposent sur une rondelle en bois, et s'élèvent à différentes hauteurs au-dessus de cette rondelle. Dans la figure 420, les lettres *a*, *b* et *c* marquent les extrémités libres des trois ressorts.

Voici le prix d'un tampon analogue à celui que nous venons de décrire :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tampon de heurtoir (*chemin de l'Est*, 1861).

— Fonte, 121ᵏ à 30ᶠ les 100ᵏ.....	36ᶠ,00
— Acier, 12ᵏ,540 à 200ᶠ.....	25 ,08
— Fer et tôle, 18ᵏ,685 à 32ᶠ.....	5 ,98
— Bois d'orme pour tampon et rondelle.....	1 ,70
— Vis, goupille, etc.....	1 ,24
— Main-d'œuvre et consommation.....	40 ,00
Prix de revient, non compris bénéfices, droits de brevet, etc.....	110ᶠ,00

On peut évaluer à 150 francs le prix d'un tampon, tous frais compris.

En ajoutant au prix du heurtoir, avec contre-forts à l'avant, de l'Ouest, la dépense de deux tampons de 150 francs, nous arrivons au prix total de 911 fr. 66 c.

Si nous cherchons le prix d'un seul heurtoir analogue à ceux de la gare de Strasbourg, en prenant les mêmes bases de prix, en substituant des tampons avec ressorts en acier aux tampons en caoutchouc, enfin, en retranchant les frais d'établissement des balustrades, de déplacement des plaques tournantes, de modifications des trottoirs, le prix de ce heurtoir ne dépassera pas 850 francs.

318. Arrêts mobiles ou taquets. — Lorsqu'un ou plusieurs wagons doivent stationner en un point déterminé d'une voie quelconque, il importe qu'ils soient parfaitement calés pour éviter qu'ils ne s'engagent inopinément sur une autre voie ou s'en rapprochent de manière à obstruer cette voie.

La mise en mouvement spontanée de wagons décalés et poussés par la force du vent a quelquefois occasionné des accidents graves, et a fait reconnaître que les cales en bois à la main, généralement en usage, n'offrent pas, comme moyen de calage, toute la sécurité désirable. On a également constaté l'insuffisance des moyens consistant dans l'emploi, soit de traverses en bois à section rectangulaire, posées sur les rails et retenues par des piquets, soit de barres en chêne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le système qui offre toute sécurité pour retenir des wagons sur les voies de garage est un arrêt mobile ou une traverse formant buttoir, qui se lève pour fermer la voie et s'abat quand il faut l'ouvrir.

On emploie encore quelquefois des taquets d'arrêts composés comme suit : deux piquets placés contre les rails, à l'intérieur de la voie portent chacun un axe vertical autour duquel tourne une petite traverse horizontale, qui peut à volonté se replier à l'intérieur de la voie ou se placer sur le rail ; dans cette dernière position chaque traverse horizontale est maintenue par un second piquet placé à l'extérieur de la voie et contre lequel elle vient butter. Ce système a l'inconvénient de trop s'élever au-dessus des rails quand la voie est libre, et d'empêcher la circulation de certains wagons à freins et des locomotives à mécanisme très-rapproché du sol.

La figure 421 indique une disposition que nous avons appliquée, au chemin de l'Est, pour remédier à cet inconvénient. Les deux bras mobiles qui forment arrêt des roues viennent se poser sur les rails, et reçoivent la butée des roues sur toute la largeur des bandages. Ils reposent près des rails, sur une longuerine entaillée, et s'appuient contre une des extrémités de l'entaille. Enfin, leur rotation s'effectue autour d'un axe oblique, de façon que chaque bras s'efface quand la voie est ouverte. Un seul homme ne pouvant opérer la manœuvre des deux taquets sans traverser la voie, il faut que cette manœuvre soit faite à l'avance ; on pourrait aussi appliquer à ce système une transmission de mouvement manœuvrée de l'extérieur de la voie.

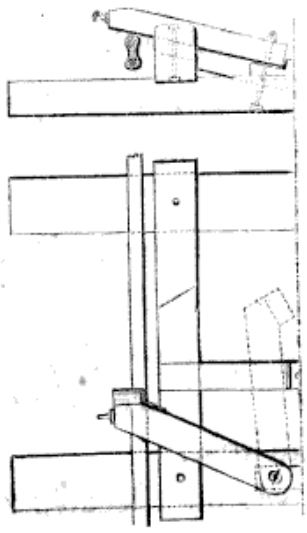


Fig. 421. Arrêt mobile. 1/50.

Un autre système de taquet est représenté par la figure 422. Un seul homme peut le manœuvrer sans traverser la voie ; mais cet appareil a l'inconvénient de retenir les roues par le boudin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seulement ; il coûte d'ailleurs beaucoup plus cher que le précédent.

Les taquets d'arrêt, placés sur les voies principales ou sur les

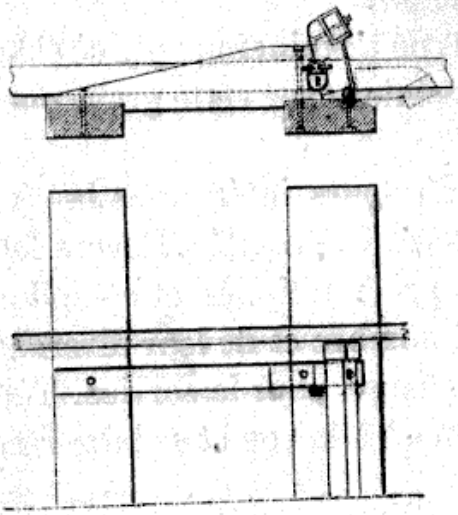


Fig. 422. Arrêt mobile. 1/50.

voies qui s'y raccordent, doivent toujours être solidement cadenassés.

Dans un taquet d'arrêt en bois et fer il entre :

Bois.....	$0^{m3},6545$
Fers et Boulons.....	$66^{k},620$

Les taquets en bois et fer placés sur les voies où les machines peuvent stationner sont exposés au feu et se brûlent fréquemment. Pour éviter le renouvellement des pièces avariées, le chemin de Paris-Méditerranée construit ces taquets d'arrêt entièrement en fer.

La hauteur du taquet relevé au-dessus du niveau du rail, fixée à $0^{m},25$, satisfait au but proposé : empêcher un wagon d'être entraîné par le vent au delà d'un point déterminé. Mais exiger plus de ce petit appareil, notamment vouloir qu'il arrête un véhicule poussé par la manœuvre de gare, c'est demander l'impossible, les heurtoirs fixes eux-mêmes étant quelquefois impuissants à remplir cet office.

Observation générale. — Nous aurions pu multiplier encore les exemples de signaux de tous genres que l'on rencontre dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les gares et sur les chemins de fer : poteaux d'arrêt, piquets de distance, limites de manœuvres, etc. Mais nous croyons avoir fait une part suffisante aux renseignements qui touchent à cette partie de l'exploitation.

Cependant, nous ne terminerons pas ce chapitre sans appeler l'attention de l'ingénieur sur cette grave question des signaux fixes.

L'utilité des indicateurs intéressant la sécurité de la circulation, n'est nullement contestable. Encore faut-il que ces indicateurs ne soient pas multipliés et compliqués à un point tel que de leur grand nombre et de leur diversité résulte une certaine confusion fâcheuse pour le service. Tout indicateur doit se présenter nettement à la vue et se faire reconnaître sans hésitation.

On étudiera donc avec un soin extrême la destination, l'efficacité et surtout la forme de chaque indicateur. Avant d'arrêter sa position, il faudra procéder par tâtonnements, l'essayer dans le cours de la mauvaise saison et pendant les heures les plus défavorables de la journée et de la nuit. Pour les signaux munis de lumières, on évitera très-soigneusement toutes dispositions pouvant amener de la confusion dans les feux.

En partant des principes qui ont guidé M. Bender dans la construction des disques de changements de voie — 247 — et en mettant à profit les récentes applications de divers procédés d'éclairage perfectionné, on pourrait combiner des appareils assez puissants pour éclairer par réflexion tout un ensemble d'indicateurs, de manière à les rendre aussi visibles de nuit que de jour, sans que la lumière même frappât directement la vue. Abstraction faite de la simplification et de l'économie, questions très-importantes néanmoins au point de vue des frais d'exploitation, ce mode d'éclairage aurait, en outre, l'immense avantage de faciliter le service dans les gares et de réduire le nombre des accidents de tous genres occasionnés par l'obscurité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IX.

STATIONS.

---

§ I.

DISPOSITIONS D'ENSEMBLE.

319. Conditions générales. — Le choix de l'emplacement des stations constitue à lui seul un des problèmes les plus importants de la science des chemins de fer. Plus ou moins heureusement résolu, il donne, dans une mesure plus ou moins complète, satisfaction aux besoins des populations traversées et aux nécessités de l'exploitation.

Aussi cette lourde tâche réclame-t-elle de l'ingénieur une connaissance parfaite des conditions d'exploitation et une indépendance absolue des divers intérêts qu'elle soulève.

Les données du problème dont il s'agit peuvent se résumer ainsi :

— Nature, importance et direction du mouvement social, industriel et commercial des localités à desservir;

— Procédés économiques et sûrs à mettre à la disposition de ce mouvement.

Si le cadre de ce livre nous interdit l'examen de la première partie du programme, il comporte du moins l'étude de la seconde partie. Tel est l'objet de ce chapitre.

Avant d'entrer dans la recherche des dispositions d'ensemble et de détail des stations, nous rappellerons :

1° Qu'une station doit, dans l'intérêt de la sécurité, de la facilité et de l'économie du service, se placer, autant que le permet la disposition du profil en long de la ligne, sur un palier et même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au sommet de deux pentes en sens inverse, de manière à profiter de l'action de la gravité dans le ralentissement à l'arrivée et dans la mise en marche au départ des trains;

La longueur du palier atteindra au moins celle des trains les plus développés et, si faire se peut, celle des voies destinées à la manœuvre des wagons;

2° Que les installations affectées au trafic doivent répondre largement aux besoins immédiats et se prêter aux agrandissements réclamés par le développement du mouvement local;

3° Que l'emplacement de ces installations dépend de la position de la localité à desservir et du sens du mouvement dominant. S'il ne se présente point d'obstacle ou de trop grandes difficultés d'exécution, on choisit l'emplacement le plus rapproché de l'agglomération la plus importante;

4° Qu'en certaines stations, indépendamment des installations nécessaires au trafic, il faut disposer les aménagements réservés au service chargé de l'entretien du chemin de fer et de ses dépendances, et au service de la locomotion auquel incombe le soin de pourvoir aux moyens d'effectuer les transports.

Service de la voie. — Pour maintenir en bon état le chemin de fer, c'est-à-dire les voies et les stations, il faut que le service chargé de l'entretien ait à sa disposition des chantiers et magasins affectés au dépôt des matériaux neufs pour rechange, et des matériaux hors de service provenant des réfections ou des réparations partielles.

Le service de la voie a également besoin de locaux pour installer ses agents occupés à divers travaux de dessin et d'écritures.

Ces chantiers et locaux sont répartis le long de la ligne en des points désignés par les convenances locales, comme le voisinage d'une grande station, une bifurcation, etc., etc.

Les chantiers doivent être facilement accessibles aux wagons du chemin de fer et aux chariots des routes de terre.

Service de la locomotion. — Quand l'administration du chemin de fer a réglé, d'accord avec l'autorité supérieure, le nombre et l'espèce de trains destinés à circuler sur la ligne,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux services techniques incombe la mission d'assurer à ces trains un parcours régulier en satisfaisant aux besoins du trafic.

Un projet de marche des trains établit, à cet effet[1] :

— Les points où les trains naissent et ceux où ils meurent.

— La durée des parcours et des stationnements.

A l'aide de ce document, le service de la locomotion détermine[2] :

— Le parcours des locomotives et leurs relais ;

— Les stations de ravitaillement des locomotives ;

— Les remises de matériel roulant.

Quant aux ateliers de réparation et aux magasins, leur position est arrêtée par des considérations de convenances locales qui ont été développées ailleurs.

L'étude de ces diverses questions fixe la répartition, entre les différentes stations de la ligne, des installations suivantes :

Appareils d'alimentation d'eau ;

Quais à combustible ;

Fosses à visiter les machines ;

Remises de locomotives ;

Remises de voitures ;

Ateliers de réparations et magasins.

Nous verrons plus loin, dans l'étude d'ensemble des stations, la place à réserver pour ces diverses installations.

Service du trafic. — Pour faciliter notre étude, nous considérons ce service comme scindé en deux divisions :

— Le service des voyageurs ;

— Le service des marchandises.

En fait, cette subdivision n'est pas générale, notamment dans les chemins secondaires ; mais elle est commode pour nos recherches.

Sous le nom de *service des voyageurs — Personen Dienst —* on comprend non-seulement la réception et l'expédition des voyageurs et bagages, mais encore les opérations relatives au

[1] EXPLOITATION : *Gestion du service.*

[2] LOCOMOTION : *Ateliers, Dépôts, Alimentation, Gestion du service.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement des objets désignés sous le nom de *messagerie* — *Eilgut* — et transportés généralement par les trains de voyageurs. C'est le service de la *grande vitesse;* il réclame :

1° Des locaux pour abriter les voyageurs au départ et à l'arrivée ;

2° Des bureaux de vente des billets de place;

3° Des locaux pour la réception et la distribution des bagages;

4° Des locaux de recette et de distribution des messageries;

5° Des bureaux pour les divers agents.

Le service des marchandises — Güter Dienst — embrasse toutes les opérations ayant pour objet l'expédition, la réception et la distribution des marchandises qui peuvent, sans inconvénients, arriver à destination dans un délai plus long que ceux accordés aux articles de messageries et par suite à des conditions de tarifs moins élevées, ou de celles dont les règlements de police interdisent la circulation dans les trains de voyageurs. C'est le service de la *petite vitesse*.

Les marchandises se partagent en deux grandes classes :

1° Objets manufacturés ou produits naturels à préserver des intempéries ;

2° Produits bruts ou manufacturés pouvant supporter les influences atmosphériques.

Parmi les objets compris dans la première classe, nous citerons les grains, farines, vins et spiritueux, huiles, denrées coloniales, matières textiles et leurs dérivés, produits chimiques, métaux ouvrés, etc., etc.

Dans la deuxième classe se rangent les pierres, cailloux et sables, minerais, houille et coke, bois, métaux bruts, fourrages marnes, cendres, engrais, etc., etc.

Les marchandises de la première classe à préserver des intempéries ou des détournements doivent être manipulées et conservées dans un local clos et couvert, la *halle à marchandises*, que nous décrirons plus loin — 359 —.

La manutention des marchandises de la seconde catégorie, celle qui n'a rien à craindre de l'exposition à l'air, s'opère convenablement sur des espaces découverts et placés tantôt au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niveau du sol, tantôt à la hauteur de la plate-forme des wagons, mais compris dans une enceinte fermée — 360 —.

Ces emplacements doivent toujours être facilement abordables, d'un côté, par les wagons, de l'autre, par les véhicules qui font le service des transports de la localité.

La nature et le sens du mouvement des marchandises de cette catégorie nécessitent aussi des installations complétement différentes.

Ainsi, la houille, lorsqu'elle est expédiée de la localité, se rend à la station, tantôt par charrettes, tantôt sur wagons chargés à la mine. Pour éviter les frais de main-d'œuvre et le bris de la houille, on s'arrange, si c'est possible, de manière à ne pas la décharger sur le sol d'où elle devrait être reprise et chargée sur les wagons, mais à la livrer, soit à la hauteur de la caisse des wagons, soit à un niveau supérieur, d'où elle descend dans le véhicule.

Si, au contraire, la station doit recevoir des houilles consommées dans la localité, il faut que les dispositions arrêtées donnent au déchargement toutes les facilités désirables, tout en ménageant ce combustible et en réduisant au minimum le temps de séjour des wagons. C'est donc en dessous de la voie ou tout au plus à son niveau que devra s'opérer le déchargement — 361 —.

La manutention des minerais réclame des dispositions analogues.

Le service des marchandises lourdes et encombrantes se fait au moyen de *quais découverts* ou de *rampes*, sortes de plates-formes ou levées en terre, cailloux, sable ou maçonnerie, sur lesquelles les marchandises sont déchargées des véhicules de terre, à la hauteur de la plate-forme des wagons et réciproquement. La disposition de ces quais varie avec la nature des produits qui traversent la station. Ainsi, pour les bois de grande longueur, ces quais découverts nécessitent un certain allongement qui devient inutile lorsqu'il s'agit de matières lourdes et de petit volume, comme les métaux bruts, ou bien encore des bestiaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La tactique moderne a démontré la nécessité de munir chaque station importante, surtout aux bifurcations, des moyens propres à faciliter l'embarquement et le débarquement des troupes et du matériel de guerre.

Les quais découverts et les rampes affectées aux transports du commerce reçoivent alors, en vue des éventualités de guerre, le développement qui répond à l'importance stratégique de la localité.

Tous ces locaux sont généralement pourvus des engins de manutention appropriés à la nature des marchandises.

Dans une station à faible trafic, les services de grande et petite vitesse ne réclament point de séparation même entre l'arrivée et le départ ; les installations s'y rapprochent, s'y concentrent de manière à permettre de réduire à sa plus simple expression le personnel chargé des opérations de la station.

Lorsqu'au contraire, le trafic prend un certain développement, la station répartit ses aménagements en groupes distincts affectés chacun à l'un des modes de transports indiqués et desservis par un personnel spécial.

Enfin, quand le mouvement d'une station atteint des proportions considérables, on subdivise encore chacun de ces deux groupes en deux autres entre lesquels on répartit le trafic divisé, par mesure d'ordre et d'économie dans les frais de manutention, en service à l'arrivée et service au départ.

320. Classification.—L'importance du trafic et les conditions locales amènent des différences considérables entre les diverses stations d'une ligne. Rechercher tous les cas particuliers que l'on peut rencontrer, ce serait entreprendre une besogne aussi longue qu'inutile. Pour atteindre notre but, il suffit d'esquisser les types répondant le mieux au problème posé : assurer tous les services et réduire au minimum les frais d'entretien et d'exploitation.

Malgré les différences souvent considérables que l'on rencontre entre les diverses stations d'une ligne, nous croyons qu'on peut ramener tous les types aux six classes suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Haltes ;
— Stations secondaires ;
— Stations principales ;
— Bifurcations ;
— Grandes stations de voyageurs ;
— Grandes stations de marchandises.

La première classe s'applique aux stations principalement consacrées au service des voyageurs ; la seconde comprend les stations où le service des voyageurs est adjoint à celui des marchandises ; la troisième réunit les types où le trafic par son importance exige la division des services en plusieurs branches, et des installations spéciales ; les dernières enfin se composent des stations exceptionnelles qui ne se rencontrent qu'aux têtes des grandes lignes ou dans les villes de premier ordre.

321. HALTES SIMPLES OU POINTS D'ARRÊT. — La distance moyenne des stations entre elles sur les chemins en exploitation varie entre 6 et 8 kilomètres. Les populations disséminées dans cet intervalle peuvent avoir intérêt à profiter de certains trains passant à certains jours de la semaine sans être obligées à effectuer le voyage par terre jusqu'à l'une ou l'autre des stations voisines. Lorsque le service le permet, on fait arrêter les trains qui répondent aux besoins de la localité, au passage à niveau le mieux placé pour les agglomérations à desservir. Ces haltes simples peuvent se passer d'installations spéciales autres qu'un relèvement du ballast le long des voies pour servir de trottoir, et un abri quelconque si le passage à niveau n'a point de maison de garde où s'opère la vente et le retrait des billets au besoin.

Haltes aménagées. — L'établissement d'une telle halte a pour but de desservir une localité peu fréquentée par les voyageurs, mais pouvant fournir une petite quantité de marchandises.

Les trains qui s'arrêtent en ce point déposent ou prennent simplement des voyageurs, leurs bagages et quelques colis peu encombrants, faciles à charger dans un fourgon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour satisfaire à ces simples conditions, une halte doit comprendre :

— Un chemin d'accès et une cour d'une largeur telle que les voitures puissent y tourner ;

— Un local pour vendre les billets de parcours, abriter les voyageurs et les colis ; ce local dépend de l'habitation de l'employé du chemin de fer ;

— Une annexe renfermant des latrines ;

— Au besoin, et si le mouvement des voyageurs doit prendre une certaine importance, un ou deux trottoirs longeant les voies principales, là où stationnent les trains.

b La figure 423, pl. XXVIII, représente un type de halte établi d'après ce programme. Nous verrons, dans les paragraphes suivants, les détails de construction de ses divers éléments.

LÉGENDE DE LA FIGURE 423, PLANCHE XXVIII.

a. Bâtiment principal.
b. Annexe et water-closet.
C. Cour d'accès.
t,t, Trottoirs réunis à leurs extrémités par une traversée pavée.
p, Passage à niveau.

On peut, dans certains cas, se contenter d'adjoindre au bâtiment principal un water-closet réduit à sa plus simple expression. Si cette annexe était reconnue insuffisante, on établirait dans la cour un petit bâtiment isolé et masqué par quelques plantations. Autant que possible, on rendra les water-closet accessibles en même temps du côté de la voie et du côté de la cour ; cependant, si la halte est peu éloignée d'une station d'arrêt forcé, on peut se contenter de ne construire que les latrines placées du côté de la cour. Dans tous les cas, un écriteau très-apparent en signale l'emplacement.

En Allemagne, on désigne aussi sous le nom de halte — *anhaltstelle* — les stations où, à côté du service des voyageurs, s'opère un certain mouvement de marchandises, qui nécessite l'installation de constructions accessoires, et que, dans notre classification, nous rangeons dans la catégorie des stations secondaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, ce qui, à nos yeux, caractérise très-nettement une halte, c'est le peu d'importance du personnel chargé d'en faire le service.

Le contrôle des billets, et leur retrait des mains des voyageurs se faisant en Allemagne comme en Belgique et en Suisse pendant le trajet, il n'est pas nécessaire de placer à la sortie un employé chargé d'en opérer la réception. Quand, de plus, il n'y a point de changements de voies, point de signaux à manœuvrer, et surtout point de mouvement de marchandises pondéreuses, on peut se passer des équipes qui font ce service dans les stations ordinaires.

Une halte est généralement située au voisinage d'un passage à niveau. L'employé qui manœuvre les barrières du passage opère aussi la vente des billets et le pesage des colis; il est, en général, aidé dans son travail de bureau par sa femme, qui reçoit de ce chef une légère rémunération. La femme peut également ouvrir et fermer les barrières.

La halte doit être assez éloignée du chemin transversal pour que l'arrêt des trains n'entrave jamais la circulation. Bien qu'il ne dépasse pas quelques minutes en marche normale, cet arrêt peut, par une cause fortuite, se prolonger au delà du temps réglementaire. Dans ce cas, les trains en stationnement interceptant la circulation de la route de terre amèneraient une perturbation qu'il importe d'éviter — Introduction, t. I[er]. — Cette observation s'applique principalement aux chemins exploités par des compagnies dont les populations exigent beaucoup plus que des lignes desservies par l'État.

La halte sera donc suffisamment éloignée du passage, pour que les trains ne stationnent pas sur la traversée. La distance à observer varie suivant le nombre et l'espèce de véhicules qui entrent dans la composition des trains. Selon la nature du trafic, le nombre des voitures à quatre roues peut, en France, s'élever à vingt-quatre et former ainsi un train de 180 mètres de longueur environ. En Allemagne, certains trains comptent jusqu'à cent vingt essieux, espacés de 2 mètres, soit 240 mètres. D'après cela, le milieu des quais pourrait être placé à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

120 mètres de la barrière; mais rien n'empêche de rapprocher le bâtiment du passage, afin d'éviter l'allongement du chemin d'accès, sauf à prolonger les trottoirs du côté opposé au passage à niveau, ou bien à faire la manœuvre de la barrière par des fils de tirage — 99 —.

Pour les haltes que l'on rencontre aux abords des villes importantes, les conditions du service sont grandement modifiées, tantôt par le surcroît de travail que donne l'affluence des voyageurs, tantôt par le nombre des trains à desservir, la manœuvre des signaux à distance, l'usage du télégraphe, etc. Dans ces différents cas, le personnel est augmenté proportionnellement aux besoins ; les constructions prennent un plus grand développement, mais la halte n'en conserve pas moins le caractère que nous avons indiqué. C'est alors une station de banlieue.

Observation. — Les administrations de chemins de fer reculent quelquefois devant l'installation de points d'arrêt du genre de celui dont nous nous occupons, sous prétexte de frais d'exploitation excédant les produits, de gêne dans la marche générale des trains, de ruptures d'attelage, etc. Qu'elles n'oublient pas cependant qu'une solidarité très-intime lie les intérêts des populations traversées par le chemin de fer, et ceux de l'administration.

Des facilités de circulation accordées à une localité provoquent le mouvement des hommes et des choses, augmentent la valeur du sol et de ses produits, le prix du temps, le besoin des transports rapides. Etablie dans les conditions modestes que nous avons indiquées, une halte pourra donc, dans l'origine, paraître inutile ou superflue. Mais peu à peu le développement de la vie s'y fera sentir; les populations, attirées par la facilité des déplacements, s'agglomèreront autour du nouveau centre, et fourniront au chemin de fer un tribut qui n'est pas à dédaigner.

De leur côté, les populations doivent savoir se contenter des facilités que leur procure l'arrêt des trains et ne pas se hâter de réclamer la transformation immédiate des haltes en stations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ordinaires, sans attendre que le trafic se soit assez développé pour couvrir l'accroissement de dépenses, résultat de cette transformation.

Dans le paragraphe III du ~~présent~~ suivant chapitre, nous donnons le détail d'un bâtiment de halte analogue à celle d'Ottersweier, placée entre deux stations secondaires, Bull et Achern, sur les chemins de fer badois. Bien qu'assez éloignée des agglomérations de la localité, et malgré les facilités de transport que trouvent les populations du pays dans d'excellentes routes de terre admirablement entretenues, cette halte fournit à l'ensemble de la ligne un contingent de produits très-important par rapport aux frais de perception.

Le mouvement de cette halte se résumait ainsi en 1860 :

	Au départ.	A l'arrivée.	Produits.
Voyageurs de 1re classe.....	74	70	203f,61
— 2e classe.....	578	504	893 ,48
— 3e classe.....	5152	5008	3669 ,51
Militaires.....	9	4	15 ,05
Totaux.....	5793 voy.	5586 voy.	4781f,60
Bagages.....		11850k	236f,15
Animaux. — Porcs.....		2	1 ,18
— Veaux.....		12	5 ,77
— Chiens.....		41	17 ,92
Produit total.....			5042f,62

Nous connaissons nombre de stations, de celles même ouvertes à la petite vitesse, dont les produits sont inférieurs à ceux de la halte d'Ottersweier desservie uniquement par un garde-ligne et sa femme. Le type de halte en question répond donc parfaitement au but proposé, et peut servir de modèle dans les cas analogues.

Les haltes sont desservies seulement par certains trains omnibus, mixtes et de marchandises.

322. STATIONS SECONDAIRES. — Sous cette désignation, nous comprenons les stations ouvertes au mouvement des voyageurs et des marchandises de petite vitesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut rencontrer dans cette classe de stations des installations destinées au ravitaillement des machines.

L'importance du trafic et sa nature règlent les dispositions à ménager en vue des besoins. Le service des voyageurs demande une installation plus développée que celle des haltes. Du moins il peut y avoir convenance à séparer la salle d'attente en deux compartiments pour isoler les voyageurs de première et de seconde classe. Quant au service des marchandises, il doit y trouver toutes les facilités désirables tant pour l'expédition que pour la réception.

Dans les stations, notamment sur les lignes secondaires, le mouvement des marchandises est généralement très-restreint, ce qui permet d'en annexer le service à celui des voyageurs, et d'en charger un seul employé, chef de station, receveur ou même un conducteur de la voie. Dans ce cas, la halle à marchandises et le quai découvert sont très-rapprochés du bâtiment des voyageurs, et les cours de circulation des véhicules de terre, réunies l'une à l'autre.

Indépendamment des voies principales sur lesquelles s'arrêtent les trains de voyageurs, il faut, dans une station secondaire, une ou plusieurs voies de garage dont le nombre et la longueur dépendent de l'importance du trafic.

Pour que l'exploitation d'une station soit aussi économique que possible, il faut disposer les voies de service de manière à répondre, sans fausses ou doubles manœuvres, aux quatre conditions suivantes :

— *Déposer*, dans la gare de la station, des wagons arrivant *en tête* ou *en queue* des trains ;

— *Prendre* des wagons dans la gare de la station et les accrocher *en tête* ou *en queue* des trains.

Pour remplir ces conditions, les voies de service seront disposées d'après le mouvement des marchandises. Si ce mouvement n'a, en général, qu'une seule direction, ces voies seront disposées du côté de la ligne le plus rapproché de l'agglomération à desservir. Lorsque ce mouvement se fait dans les deux sens, il y a nécessité d'établir les voies à droite et à gauche de la ligne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut encore prévoir le cas où un train devrait s'y garer ou croiser un autre train.

On doit enfin mettre toutes ces dépendances en communication entre elles et avec les voies principales. Mais ici intervient l'influence de la forme du matériel affecté aux transports. Ce matériel comprend-il des wagons à six ou huit roues, par exemple? La mise en communication ne peut se faire que par des branchements qui nécessitent un grand développement de voies de garage et l'emploi des locomotives pour la manœuvre. Ne recevra-t-on, au contraire, que des wagons à quatre roues? Et c'est aujourd'hui le genre de wagons universellement préféré. — LOCOMOTION : *Matériel de transport*. — Les voies de service peuvent être réunies par des plaques tournantes de diamètre moyen, ou mieux encore par des chariots transbordeurs.

La disposition générale d'une station doit, dans tous les cas, en permettre l'extension ultérieure, sans nécessiter plus tard la démolition des premières installations. Ainsi les aménagements du service des marchandises étant concentrés du côté où le mouvement local a le plus d'importance — moyen d'échapper à la trop fréquente circulation des chariots de terre traversant les voies principales — on prendra les précautions nécessaires pour pouvoir ajouter, au fur et à mesure des besoins, autant de voies que l'exigera l'importance du trafic.

Quant aux voies de garage et de croisement des trains de passage, on les reportera au delà de la ligne principale.

Nous rappellerons ici les recommandations faites ailleurs — chap. I, § V, t. I^er^ — sur les précautions à prendre pour l'asséchement des stations. Il faut donner à la plate-forme une pente de un pour 100, au moins, en tous sens, et ménager des fossés ou aqueducs dont le niveau soit inférieur à celui des fosses ou des caves, afin de pouvoir y conduire, par des drainages, toutes les eaux de surface, d'infiltration ou de vidange — Chap. X, § I —.

D'après ces données générales, un projet de station secondaire sur une ligne à deux voies pourra s'établir conformément à la figure 424, pl. XXVIII.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons supposé dans ce plan, le cas le plus général; il comprend les dépendances suivantes : .

a. —Bâtiment des voyageurs et logement du chef de station :

b. — Water-closet ;

c. — Halle à marchandises ;

d. — Quai découvert avec rampe ;

g, *g*. — Voies de garage ;

g', *g'*. — Voies de service en éventail, au niveau de la cour des marchandises.

Dans le cas d'une ligne à voie unique, le plan de la station pourra prendre la disposition de la figure 425, pl. XXVIII, dans laquelle les mêmes lettres indiquent les mêmes objets que dans la figure 424.

Ces dispositions, que l'on rencontre très-fréquemment, ont cependant l'inconvénient d'exiger la manœuvre des véhicules par plaques tournantes quand on doit les faire passer de l'une à l'autre des voies de garage. Dans les stations de faible importance où le personnel est réduit souvent à la plus simple expression, la manœuvre à bras devient très-difficile, sinon impossible. Il y a dans ce cas intérêt à faire opérer toutes ces manœuvres par les machines de passage. Dès lors, on peut supprimer les plaques tournantes et mettre les voies de garage en rapport par deux changements de voies supplémentaires.

Sur les lignes secondaires, l'exploitation se sert presque uniquement de trains mixtes, c'est-à-dire composés de wagons à marchandises et de voitures à voyageurs ; or, dans les stations de passage, il faut opérer avec la machine diverses manœuvres, soit pour déposer et garer des wagons, soit pour tirer des voies de garage et adjoindre au train d'autres wagons. Ces manœuvres effectuées avec le train entier deviennent extrêmement longues, ruineuses pour le matériel et pénibles pour les voyageurs. La compagnie de Paris-Méditerranée a adopté pour ses stations sur voie unique une disposition qui permet d'opérer toutes ces manœuvres sans déplacer les voitures à voyageurs arrêtées devant les trottoirs. La figure 426, pl. XXVIII, donne une idée de cette disposition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les voies de stationnement sont reliées l'une à l'autre par leurs extrémités. L'une d'elles est de plus rattachée à la voie de garage des wagons par deux branchements en sens inverse. Supposons qu'un train impair se trouve arrêté devant le bâtiment des voyageurs a ou l'abri a' et qu'il ait à déposer des wagons placés en queue. La machine détachée du train se rend à l'arrière, fait passer par le changement 1 les wagons sur la voie paire jusqu'à la jonction 2 et les refoule sur la voie g par le branchement 3.

Si les wagons se trouvaient en tête, la machine les tirerait sur la voie g, où elle en opérerait le triage par les changements 5.

La figure 427, pl. XXVIII, représente l'ensemble du type des stations du chemin de fer de Mamers à Saint-Calais.

Pour réduire au minimum le temps, le parcours, les manutentions et constituer l'unité d'action nécessaire, on a groupé d'un même côté de la voie principale, et du côté de la localité à desservir, les aménagements des voyageurs et des marchandises réunis dans une cour commune. La halle à marchandises, comme dans les stations du Nord-Est suisse, n'est que le prolongement du bâtiment des voyageurs. Mais le quai découvert est séparé de la halle par la voie des plaques tournantes.

La voie des wagons à marchandises est placée entre le quai et le bâtiment affecté aux voyageurs ; gêne pour ces derniers. Mais ce qui nous paraît fâcheux, c'est la présence des plaques tournantes et leur emploi forcé par la disposition de la station, là où le personnel sera toujours aussi restreint que possible, et où l'on aurait dû se ménager la faculté d'opérer toutes les manœuvres à la machine.

Il n'y a d'ailleurs aucun intérêt à ouvrir une issue aux wagons placés au milieu des trains, car il faut toujours rompre le train, et du moment que la machine opère, autant lui faire parcourir quelques mètres de plus et supprimer alors la main-d'œuvre nécessitée par l'emploi des plaques tournantes.

Indépendamment de tous les appareils que nous avons indiqués, on trouve encore, dans une station de cette espèce :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Des *gabarits de chargement*, profils maxima que l'on peut donner aux chargements des wagons découverts — 3e partie, EXPLOITATION. — Ces gabarits doivent être placés sur la voie qui conduit du chargement au départ ;

— Une bascule pour vérifier le poids des wagons — 307 et suiv. — ;

— Des heurtoirs pour arrêter les wagons à l'extrémité des voies de garage et de service — 317 — ;

— Des taquets d'arrêt pour empêcher les wagons de se déplacer quand ils doivent rester au repos — 318 — ;

— Des piquets d'arrêt ou de distance pour marquer la limite que les véhicules ne doivent pas franchir, dans les voies de garage, sous peine d'être heurtés par les véhicules circulant sur les voies latérales — 333 —.

Dépendances du service de la locomotion. — Dans quelques stations secondaires choisies par le service de la locomotion, on doit trouver les moyens de ravitailler les locomotives en eau et en combustible.

Cette addition, dont nous verrons tous les détails au chapitre de l'alimentation des machines — LOCOMOTION — doit réunir les conditions suivantes :

— Gêner le moins possible le service de la station ;

— Permettre aux locomotives de renouveler leurs approvisionnements dans le moins de temps possible, et sans quitter leur train ;

— Ne point apporter d'obstacle au développement ultérieur des dépendances, du nombre et de la longueur des voies de la station.

Les installations du service hydraulique comprennent, d'une part, un bâtiment plus ou moins important qui renferme une pompe puisant de l'eau à une source convenable et un réservoir placé à une certaine hauteur ; de l'autre, des colonnes ou robinets d'alimentation répartis sur plusieurs points de la gare.

Le bâtiment du réservoir est souvent placé au bord du trottoir, près du bâtiment des voyageurs. Cette disposition, qui permet aux machines de prendre l'eau descendant directement du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réservoir au moyen d'un robinet fixé au mur du bâtiment, a l'inconvénient de masquer la vue sur la station. Mais elle n'a pas celui d'empêcher l'établissement de nouvelles voies, comme on en a souvent l'exemple, quand le réservoir est placé au delà des voies principales.

La disposition du réservoir *r*, représentée par la figure 428, pl. XXVIII, est celle généralement adoptée sur les chemins du Hanovre, *a* étant le bâtiment principal, *t* le trottoir et *f* la fosse à visiter.

Le combustible est approvisionné dans des paniers disposés sur une plate-forme en terre, en maçonnerie ou en charpente, à la hauteur du tender et à côté de la fosse à visiter.

Sur d'autres chemins, pour éviter l'inconvénient que nous venons de signaler, on place le réservoir dans un point très-retiré de la station, et on amène l'eau par une conduite souterraine, jusqu'à la colonne d'alimentation, G (fig. 429, pl. XXVIII), placée près des voies à l'extrémité du trottoir.

L'orientation du bâtiment du réservoir ou des colonnes d'alimentation, pour rapport au bâtiment principal, dépend de la marche adoptée par le ravitaillement des machines. On s'arrange quelquefois de manière à faire chevaucher les stations d'approvisionnement, de sorte que l'une serve à ravitailler les machines des trains pairs, et que la voisine remplisse le même office pour les trains impairs; mais cette combinaison est très-dispendieuse.

La figure 428, pl. XXVIII, représente une disposition adoptée pour le ravitaillement des machines suivant la direction de la flèche. La figure 429 indique la position d'une colonne d'alimentation G placée dans une station qui dessert les trains marchant dans le sens inverse. La figure 427, pl. XXVIII, réunit les deux dispositions.

A côté de l'emplacement des robinets d'alimentation, on construit une *fosse à visiter f* (fig. 427 et 429, pl. XXVIII), qui, comme son nom l'indique, est destinée à permettre le nettoyage de la grille du foyer et la visite du mécanisme de la machine pendant son stationnement — 335 —.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

323. Stations principales. — Ces stations, desservies par tous les trains, sont munies de toutes les dépendances nécessaires au trafic et aux services de la voie et de la locomotion.

Trafic. — Ici les deux services des voyageurs et des marchandises à petite vitesse doivent être complétement séparés et suffisamment espacés pour ne pas se gêner réciproquement.

Le service des voyageurs et celui des marchandises à grande vitesse demandent les aménagements suivants :

— Une cour assez spacieuse pour permettre aux piétons et aux voitures de stationner et de circuler sans encombrement ;

— Un bâtiment principal contenant les bureaux, salles d'attente et logements nécessaires au personnel des divers services ;

— Des lieux d'aisances et urinoirs ;

— Deux trottoirs ou plus avec marquises ou abris.

Le service de la petite vitesse trouvera dans ces stations :

— Une cour facilement accessible aux véhicules de terre ;

— Une ou plusieurs halles à marchandises ;

— Un ou plusieurs quais découverts ;

— Des changements de voies, des transbordeurs et des plaques tournantes en quantité suffisante pour faciliter le mouvement des véhicules dans la station.

On combine tous ces aménagements dans le but de rendre les mouvements des voyageurs et des véhicules, rapides et commodes, à l'abri de tous dangers ; d'éviter les embarras et les encombrements ; de faciliter et d'accélérer la décomposition et la formation des trains, enfin l'addition des véhicules aux trains de passage.

Le plan de la gare du Mans (fig. 432, pl. XXIX) donne un aperçu des dispositions employées fréquemment pour ces stations principales. L'arrangement général adopté a le grave inconvénient de limiter le nombre des voies disponibles entre les halles à marchandises et le bâtiment des voyageurs. Cet inconvénient n'existe pas dans le type de la station de Nevers, esquissé sur la figure 444, pl. XXXI.

Quand cette dernière forme ne peut pas s'appliquer et que la première s'impose par les conditions locales, on s'efforce de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mettre entre les deux services un très-large espace en prévision des développements ultérieurs.

En tout état de choses, on est astreint à installer des voies de garage pour le stationnement des trains de marchandises et des trains mixtes ou omnibus, dans les deux sens, et ce en nombre suffisant pour tous les besoins du service.

Service de la locomotion. — Le service du matériel roulant doit avoir à sa disposition :

— Des colonnes d'alimentation avec quais à combustible ;

— Selon le cas, des remises de locomotives et de voitures.

A l'époque où les données de la circulation sur les chemins de fer présentaient une grande incertitude, on répartissait sur la ligne, et à des intervalles très-rapprochés, des dépôts de voitures à voyageurs et même des remises pour machines locomotives. Mais depuis un certain nombre d'années, le mouvement des voyageurs s'est sensiblement réglé, de telle sorte que l'on peut facilement prévoir le nombre de places que doit offrir chaque train en temps ordinaire.

Dans certains cas, on oblige encore les compagnies à tenir en réserve, dans des stations d'un ordre inférieur, des voitures à voyageurs qui n'ont jamais ou presque jamais été employées. Cette disposition, onéreuse à tous égards, mais prise en vue des besoins du public, n'y satisfait pas toujours complétement. Les voitures, remisées ou garées souvent dans de mauvaises conditions, sont très-rarement visitées et nettoyées. Quand par hasard on les ajoute aux trains de passage, les boîtes de fusées laissent à désirer sous le rapport du graissage, etc. L'intérieur des compartiments ne présente pas toujours le degré de propreté que l'on trouve dans les voitures provenant des grands dépôts.

D'un autre côté, grâce aux perfectionnements apportés à la construction et à l'entretien du matériel roulant, les frais de traction des voitures diminuent, ce qui laisse la faculté d'atteler au train normal un nombre de véhicules suffisant aux besoins journaliers de la circulation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant aux affluences extraordinaires, elles sont toujours prévues quelques heures et même quelques jours à l'avance ; en outre, l'emploi du télégraphe électrique permet d'aviser à temps les stations principales des faits anormaux qui peuvent se présenter sur le parcours d'un train ; enfin la concentration des wagons de réserve sur les points principaux de la ligne pourvus d'équipes de visiteurs — LOCOMOTION : *Organisation* — permet d'y former, en tous temps, et à volonté, les trains spéciaux dont le besoin peut se faire sentir inopinément.

Le nombre des machines de réserve tend également à décroître. Les accidents de machines, pour lesquels la réserve était considérée comme indispensable, diminuent chaque jour. Il suffit, généralement, de tenir en vapeur les machines, qui, après leur arrivée dans la station extrême de leur parcours, doivent retourner au point de départ avec un des trains réguliers. Ces machines peuvent donc s'abriter sous la remise du dépôt située ordinairement dans les stations qui font tête de ligne pour certains trains.

Une exception se présente néanmoins à cette règle presque générale. Nous voulons parler des dépôts de machines placés au pied de certaines rampes qui nécessitent une augmentation de puissance de traction, soit par l'addition d'une machine de renfort, soit par la substitution d'une locomotive à une autre. Dans ce cas, le dépôt des machines est indispensable, et sa position est indiquée par la nature des choses.

L'espacement et les installations des dépôts sont examinés dans la partie de ce livre qui traite de la locomotion.

Dans les stations de dépôt, l'emplacement des remises pour réserves de véhicules est soumis aux conditions de toutes les constructions permanentes dans les gares : permettre le développement ultérieur de la longueur et du nombre des voies de garage et de service.

Les remises de voitures doivent, en outre, se trouver à proximité du point d'arrêt des trains, afin d'éviter les trop grandes pertes de main-d'œuvre et de temps, lorsqu'il faut ajouter aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trains des voitures sortant de la remise, ou détacher des trains des voitures à retenir au dépôt.

La position la plus convenable pour la remise à voitures sera donc celle qui, du côté du bâtiment principal, se rapprochera le plus possible de cette construction ; et comme cette remise ne peut pas prendre un grand développement ultérieur, elle sera établie sans inconvénient entre le service des voyageurs et celui des marchandises, le grand axe des voitures étant parallèle à celui de la station. Les voies de la remise aboutiront à une batterie de plaques tournantes ou à un chariot transbordeur.

La remise des machines doit satisfaire à des exigences d'un autre ordre. Elle sert d'abri aux locomotives, soit en vapeur, soit en allumage. Dans ces deux cas, les machines laissent échapper une certaine quantité de fumée qui peut gêner les habitants de la localité, des fragments de combustible en ignition, susceptibles de porter l'incendie dans les marchandises en transit sous la halle ou sur wagons. Le service du dépôt réclame également un développement de terrain suffisant pour recevoir des matières ou des pièces en approvisionnement, un réservoir à eau et sa machine, etc.

Pour satisfaire à toutes ces conditions, on placera la remise de locomotives à l'extrémité de la station opposée à celle occupée par la halle aux marchandises, assez loin du bâtiment des voyageurs, et sous une orientation telle, par rapport à ce dernier, que les vents régnants n'y rabattent pas la fumée ; enfin, à une distance suffisante de l'axe de la station pour que l'adjonction de plusieurs voies supplémentaires ne rencontre pas d'obstacle du fait de la position de la remise de locomotives.

On a quelquefois placé les remises de manière à pouvoir y mener directement les locomotives quittant les trains en stationnement sur les voies principales, et *vice versâ*. Cette disposition est des plus défectueuses. Elle a causé de nombreux accidents résultant d'une mauvaise direction donnée aux aiguilles d'un changement de voie. L'accès dans une remise de locomotives doit se faire par une voie branchée sur une voie de ser-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vice, le changement qui y conduit n'étant pris en pointe que *par les locomotives seules* et *jamais par les trains*.

D'après ces données, une station avec dépôt peut présenter l'une des deux dispositions indiquées par les figures 430 et 431, pl. XXVIII, suivant la forme du terrain :

a. Bâtiment des voyageurs.
c. Halle à marchandises.
w. Remise à wagons.
d. Remise à locomotives.
p. Grande plaque tournante.
q. Quai à coke.
r. Réservoir.
f. Fosse à visiter.
h. Chariot transbordeur.

Les locomotives quittant un train, dans une station de dépôt, reprennent généralement leur service à la tête d'un autre train qui s'éloigne de cette station en suivant une direction inverse. Il faut donc changer le sens de leur marche, les *tourner* bout pour bout ; les plaques *p* servent à cet usage. On peut obtenir ce même résultat au moyen d'une disposition de voies représentée par la figure 433, pl. XXX. Mais ce système exige un développement de voies et un emplacement assez considérable; dans certains cas il peut devenir très-dispendieux. La solution la plus générale repose sur l'emploi d'une plaque tournante ordinaire, et même d'un pont tournant de 10 à 14 mètres, pour gagner du temps, en tournant la machine attelée à son tender — 272 —. L'appareil se pose sur une voie latérale dont le service n'est pas troublé par la manœuvre de la machine.

324. Bifurcations. — Ce sont les stations communes à plusieurs lignes.

Conditions générales. — On doit considérer dans les bifurcations deux points principaux — le raccordement entre les deux lignes — les installations du trafic et des autres services s'il y a lieu.

Le raccordement entre les lignes peut donner lieu à plusieurs combinaisons.

Raccordement de deux lignes à deux voies. — Il suffit de deux branchements et d'une traversée de voies pour assurer le passage d'une ligne sur l'autre. La figure 449, pl. XXXI, en reproduit les dispositions principales. Nous avons indiqué, aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chapitres VII et VIII, les moyens de donner à la marche des trains sur ces points toutes les garanties possibles de sécurité.

Lorsque la circulation est très-active, les voies se dédoublent entre la station proprement dite et la bifurcation, et ce dédoublement donne lieu à diverses combinaisons dont nous retrouvons quelques exemples dans les dispositions suivantes [1] :

Le chemin de fer du Nord se divise, au départ de Paris, en trois lignes distinctes, savoir :

1° Sur la gauche, la ligne de Paris à Creil par Pontoise desservant la banlieue de Paris et la vallée de l'Oise jusqu'à Creil ;

2° Sur la droite, la ligne de Soissons ;

3° Au centre, la ligne directe de Paris à Creil par Chantilly, par laquelle sont expédiés tous les trains rapides desservant le réseau du Nord, l'Angleterre, la Belgique et l'Allemagne.

Dans la gare de Paris, il était indispensable pour les convenances du service, de mettre les trains passant par la ligne de Chantilly en contact avec les salles de bagages placées à gauche pour le départ et à droite pour l'arrivée.

Les voies de banlieue devaient, au contraire, aboutir aux quais du centre. Enfin, à la Chapelle, tout le service des marchandises, départ et arrivée, devait être concentré sur la droite.

Il suit de là que si toutes les voies étaient maintenues au même niveau, les trains de marchandises expédiés de la Chapelle devraient nécessairement couper une ou plusieurs des voies de retour, et que, de plus, tous les trains de voyageurs partant de Paris pour Chantilly ou Soissons devraient également couper à niveau les voies des lignes placées à leur gauche.

Les dispositions représentées par la figure 295, pl. XIX ont pour objet d'obtenir une indépendance complète entre les voies de départ et d'arrivée, en les faisant croiser à des niveaux différents.

La voie de départ de Chantilly I est maintenue à l'extrême gauche jusqu'au passage à niveau du Landy PN ; elle descend à partir de ce point pour passer sous un pont *a* qui porte les voies de Pontoise II et III et prendre sa place à la droite des voies de Pontoise maintenues à leur niveau ancien et à peu près dans leur ancienne position.

La ligne de Soissons sort de Paris par une voie spéciale IV, qui s'élève à partir des fortifications, pour passer sur un pont *b* jeté au-dessus de la

[1] Extrait d'une note émanant de la compagnie du chemin de fer du Nord.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voie de retour de Chantilly V et reprendre son niveau quelque cent mètres plus loin.

La voie de départ des marchandises de la Chapelle s'élève parallèlement à celle de Soissons, et par le pont C franchit la voie de retour V commune aux lignes de Chantilly et de Soissons et se réunit à la voie IV de départ des voyageurs pour Soissons : quelques mètres plus loin une nouvelle branche se détache sur la gauche IV *ter*, passe à l'aide du pont *d* au-dessus des deux voies de Pontoise II et III, et descend entre les voies de départ de Chantilly et de Pontoise pour se réunir à chacune d'elles près le passage à niveau du Landy PN.

Les voies de retour maintenues à leur niveau ancien se réduisent à deux entre Paris et le kilomètre 3, où la ligne de Soissons rejoint celle de Chantilly.

Les trains de marchandises arrivant par la ligne de Pontoise sont engagés par l'aiguille 14 près du kilomètre 3 sur la ligne de Chantilly, et trouvent au kilomètre 1 une aiguille en pointe qui permet d'envoyer tous les trains de marchandises sur une voie spéciale, d'où ils sont ensuite refoulés pour être répartis dans la gare de la Chapelle.

On voit par cet exposé et par l'inspection de la figure 295, pl. XIX, qu'il n'existe en dehors de la gare de Paris aucun croisement à niveau de trains de sens inverse ; toute collision entre trains de sens contraires est absolument impossible; quant aux voies de même sens, elles ne se réunissent jamais en une seule qu'après un parcours assez long pour appeler sérieusement l'attention des mécaniciens qui parcourent ces voies; à cette garantie, très-sérieuse, s'en ajoute une autre, plus complète encore, résultant du système de signaux et d'enclanchements décrit au chapitre VIII, § 1, n° 289.

Raccordement d'une ligne à deux voies et d'un embranchement à une voie. — On peut, pour opérer ce raccordement, employer l'un des deux procédés représentés par les figures 449, et 450, pl. XXXI.

La première convient à une bifurcation où peut avoir lieu un croisement ou un garage de trains, dans le cas où, la circulation étant active sur l'embranchement, la bifurcation se trouve trop éloignée de la prochaine station pour y effectuer cette opération.

Cette disposition réclame l'établissement de trois changements et d'une traversée.

L'arrangement indiqué par la figure 450 convient à la soudure d'un embranchement à une voie sur une ligne à deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voies dans le voisinage d'une station. Il nécessite l'emploi de trois changements et supprime la traversée. Il offre l'avantage d'établir en même temps une communication entre les deux voies de la ligne principale.

Le plan de la figure 451, pl. XXXI, s'applique au cas où une ligne à deux voies se prolonge en voie unique et reçoit au même point un embranchement à une voie. Ce n'est plus alors qu'un simple raccordement de deux voies.

Considérons maintenant les bifurcations au point de vue du trafic.

325. TYPES DE BIFURCATIONS. — Si la bifurcation sert uniquement de point de passage d'une ligne à l'autre, sans arrêt des trains, l'installation consiste simplement en une maison de garde ou une guérite d'aiguilleur et un système de manœuvre d'aiguilles et de disques analogue à celui que nous avons décrit — 289 —.

Quand il se fait en ce point des échanges de voyageurs et de marchandises, soit par wagons ou voitures, soit par trains complets, il faut que les deux lignes se relient entre elles par des branchements ; que les voies de communication soient parfaitement praticables en tous sens, et la station munie de tous les aménagements nécessaires au transit des voyageurs, à la manutention des marchandises, enfin au service du matériel d'exploitation.

On peut établir trois types bien distincts de stations de bifurcation.

Dans le premier type, les différentes lignes se confondent en un seul groupe dans l'intérieur de la station. Les aménagements se trouvent répartis de chaque côté des voies, en ayant soin de placer le bâtiment principal du côté de l'agglomération. L'autre côté peut être occupé par le service du matériel, comme à Épernay — Est —, Appenweier — Bade —, ou par celui des marchandises de petite vitesse, comme au Mans — Ouest —.

La figure 432, pl. XXIX, représente la station du Mans, point de rencontre des lignes de Paris à Brest, de Mézidon à Tours, et du Mans à Angers. Cette gare est commune aux deux compa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gnies de l'Ouest et d'Orléans — une partie du service du matériel de la seconde de ces compagnies se trouve en dehors du périmètre embrassé par la figure —.

LÉGENDE DE LA PLANCHE XXIX.

1. Bâtiment des voyageurs.
2. Halle couverte.
3 et 4. Halles à marchandises.
5. Dépôt de machines (Ouest).
6. Remise à voitures.
7. Dépôt de machines (Orléans).
8. Cour.
9. Quai découvert.
10. Rampe.
11. Quai à voitures.
12. Mécaniciens.
13. Concierge.
14. Atelier.
15. Réparation des bâches.
16. Atelier.
17. Réservoir.
18. Bureaux.
19. Annexes.

—

b,*b*. Bascules.
c,*c*. Quais à coke.
f,*f*. Fosses.
g,*g*. Grues hydrauliques.
G. Grue de chargement de 4000ᵏ
G'. Grue de chargement de 8000ᵏ.
J. Grue à diligences de 4000ᵏ.
J'. Grande grue roulante de 10000ᵏ.

Le bâtiment affecté au service des voyageurs dessert toutes les directions. Les voyageurs du ou pour le Mans, empruntant l'une des voies qui ne touchent pas au bâtiment principal, sont obligés de traverser les voies intermédiaires ; il en est de même des bagages et des articles de messagerie.

Tels sont les principaux inconvénients à reprocher aux *stations latérales* de bifurcation.

Dans le second type, fig. 434, pl. XXX, le service local s'effectue sans traverser les voies, quand l'agglomération occupe une position comprise dans l'espace enveloppé par les deux lignes. Ici les voyageurs et les bagages en transit passent d'un trottoir à l'autre sans embarras.

Mais le passage des marchandises éprouve des difficultés ; une bonne disposition des voies de service est difficile à réaliser dans ce cas.

On ne doit donc recourir à cet aménagement que dans le cas de nécessité absolue causée par les conditions locales, comme dans l'ancienne station à Bingerbruck — chemin rhénan — ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à Mouchard — ligne du Jura ; réseau de Paris-Lyon-Méditerranée —.

La station de Nordstemmen — ligne Sud du Hanovre — nous fournit un exemple du troisième type, représenté par la figure 435, pl. XXX.

LÉGENDE DE LA FIGURE 435, PLANCHE XXX.

a. Bâtiment principal.
b. Water-closet.
c. Remise à voitures.
d. Magasin à coke.
e. Halle à marchandises de la localité.
q. Quai découvert et rampe.
g'. Voies au niveau du sol.
f. Alimentation des machines.
g. Service de la voie.
h. Service de la voie.
k. Remise à locomotives.
l. Atelier de réparations.

Les voyageurs de transit disposent d'un vaste bâtiment et de larges trottoirs longés par les voies d'arrivée et de départ. Dans chaque groupe de voies et pour toutes les directions, les voies se relient directement entre elles, de sorte que les mouvements de trains s'effectuent sans fausse manœuvre. Enfin les deux groupes sont reliés entre eux par leurs extrémités.

La station de Juvisy, au point de soudure des lignes de Paris à Nevers et Paris à Orléans, celle de Mantes, bifurcation de Paris à Rouen et Paris à Cherbourg, présentent un arrangement analogue.

Si la station se trouve au point de croisement de quatre lignes, la disposition de la bifurcation se reproduit aux deux extrémités de la station, de façon que les trains directs peuvent suivre leur marche sans dévier et les trains ordinaires accoster simultanément leurs trottoirs respectifs.

Les deux types de station de bifurcation représentés par les figures 432 et 435 diffèrent l'un de l'autre moins par leurs dispositions générales que par le caractère résultant de leur destination. La grande station de la figure 432 fait non-seulement fonction de station de transit entre plusieurs lignes, mais elle dessert une localité importante. Aussi, indépendamment des voies de garage et de triage nécessaires à la décomposition

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et à la formation des trains, a-t-elle un développement considérable de voies et de halles à marchandises. L'accès vers ces halles y est ménagé par un chemin de voitures passant en tunnel sous les voies.

La station représentée par la figure 435 ne doit son existence qu'à sa situation géographique, au croisement de deux lignes. Là le trafic local est faible. On y satisfait par la petite halle à marchandises *e*, le quai découvert *q* et les petites voies en éventail *g'*.

Au contraire, le transit en ce point est considérable, le bâtiment des voyageurs et ses annexes sont amplement aménagés. Les voies de triage des trains de marchandises se développent sur de grandes étendues et facilitent la décomposition et la formation des trains pour toutes les directions.

Ici la circulation des voyageurs de la localité est sacrifiée à celle des voyageurs de transit. Les premiers doivent traverser les voies de service, mais ils sont de beaucoup les moins nombreux. C'est le contraire dans le type de la figure 432, pl. XXIX.

La figure 444, pl. XXXI, représente une autre disposition de station de bifurcation, Nevers, qui sert de point de soudure à l'embranchement de Chagny sur la ligne principale de Paris à Lyon par le Bourbonnais. Nous n'y avons reproduit que les parties affectées au service des marchandises et au service de la voie, mais on y trouve l'indication de la place *a* occupée par l'extrémité du bâtiment et de la halle couverte des voyageurs. — V_1 et V_2 sont les voies principales de la grande ligne, V_3 la voie principale de l'embranchement, *l, l* les voies conduisant au dépôt de la locomotion, et *vvv* les voies distribuées sur le chantier du service de la voie.

326. Grandes stations de voyageurs. — Les types de cette classe se retrouvent à presque toutes les têtes de grandes lignes, et dans les grandes villes du parcours.

Généralement introduites à frais énormes dans l'intérieur des villes, ces stations sont exclusivement consacrées au service de la grande vitesse. Le service des marchandises est reporté en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un point de la localité facilement accessible, à la fois, par la ligne de fer et les routes, et là où l'emplacement coûte moins cher que dans l'intérieur des villes.

L'importance du mouvement des voyageurs dans ces stations exige que l'on se prémunisse contre les chances d'encombrement, et que l'on dispose tout pour que les courants de sens contraires suivent leur marche naturelle sans se heurter.

Il faut donc établir entre les locaux affectés à l'arrivée et ceux réservés au départ une division aussi complète que le comporte la nature des choses. Dans le cas même d'une ligne à voie unique, on sépare le départ de l'arrivée, en faisant accoster les trains arrivants sur un trottoir spécial, ou sur une portion distincte du trottoir destiné au départ.

On peut, à cet effet, adopter trois dispositions différentes.

La première (fig. 436, pl. XXX) consiste à placer les voies principales et de service entre les deux ailes d'un bâtiment en fer à cheval *a, a,* dont l'une, affectée à l'arrivée, renferme les salles de distribution de bagages, les bureaux d'octroi, de surveillance administrative ou de police, etc.; et l'autre, du côté du départ, les salles d'attente, l'enregistrement des bagages, la vente des billets, etc.

En dehors et de chaque côté du fer à cheval, qui est généralement couvert par une halle, on ménage des cours avec trottoirs et marquises pour les voyageurs et voitures de la localité. En avant des bâtiments, on place, d'un côté, la remise de voitures *w,* et de l'autre, mais plus rarement, une remise de locomotives *l;* nous disons plus rarement, car, pour simplifier le service et réduire les frais, la remise des locomotives est réunie au dépôt, qui se trouve alors plus éloigné des bâtiments des voyageurs.

Telles sont les dispositions adoptées aux chemins de fer du Nord et de l'Est à Paris, à Strasbourg et à Metz, de l'État bavarois à Munich, etc.

Dans le second système (fig. 437, pl. XXX), les bâtiments qui renferment tous les locaux dont nous avons parlé se placent entre les deux groupes de voies servant à l'arrivée et au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

départ. Nous trouvons cette disposition dans la nouvelle station de Stuttgard, où le bâtiment en croix *b*, qui fait face à la rue d'accès, contient au rez-de-chaussée la poste et le télégraphe, les vestibules, les bureaux de billets et de bagages, et dans les étages les bureaux de l'administration.

Le bâtiment en flèche *a*, qui n'a qu'un rez-de-chaussée, renferme les salles d'attente, l'octroi et les bureaux des services de la station et de la voie.

Le troisième système enfin (fig. 438, pl. XXX) ne diffère des stations ordinaires que par la réunion des voies au delà des trottoirs, tantôt sur un système de plaques tournantes, tantôt sur un groupe de changements de voies qui, l'un et l'autre, permettent de dégager les machines à l'arrivée — Bordeaux, Lyon, Dresde, etc. —.

Ces trois systèmes ont leurs avantages et leurs inconvénients.

Le premier système est commode pour la surveillance et le mouvement des voyageurs et des voitures, à la condition toutefois que les salles d'attente se trouvent vis-à-vis des trains au départ; mais il ne permet pas d'agrandissements ultérieurs. Quand les besoins du trafic se développent, il faut démolir et reconstruire à nouveau, ce qui est arrivé aux gares du Nord, de l'Est, de l'Ouest, d'Orléans à Paris, de Stuttgard, où la nouvelle station a pris la forme du deuxième type.

En tous cas, si l'on se décidait à construire une station de ce genre, il serait prudent de n'élever aucun étage au-dessus des bâtiments du service des voyageurs. Quand on a installé les bureaux de l'administration au-dessus des dépendances de la gare, les relations de ces bureaux entre eux sont souvent très-difficiles — Station de l'Est à Paris —; et quand on est contraint de démolir, la translation des services devient une cause de troubles dans la marche des affaires.

Quand le second système est appliqué à une station de rebroussement commune à deux administrations ou à deux lignes distinctes, et où les voyageurs changent de train, il offre toutes les commodités désirables pour les voyageurs de transit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En même temps, si l'on a eu soin d'installer la remise des machines et celle des voitures dans l'angle de la bifurcation, cette disposition admet tous les développements éventuels. Par contre, les communications entre les deux groupes de voies sont longues et coûteuses; à moins de recouper le bâtiment principal par des voies transversales très-gênantes pour le service, comme à Verviers, on est réduit à effectuer toutes les manœuvres par la tête des trains, à la machine.

Le troisième système offre en grande partie tous les avantages des deux premiers, mais aussi l'inconvénient d'obliger les voyageurs à traverser les voies pour gagner les trains, la salle de distribution des bagages, les salles d'attente ou la sortie.

Dans toutes les grandes stations de voyageurs, un quai à rampe *q, r,* pour le chargement des chevaux et voitures, est indispensable. On le place au voisinage du bâtiment des voyageurs A (fig. 444, pl. XXXI).

La station centrale de Cannon-street, indiquée dans la fig. 294, pl. XIX, nous fournit un exemple d'une grande station du premier type affectée au service des voyageurs.

Les lignes qui partent de Charing-Cross et de London-bridge viennent se rejoindre au voisinage de Borough-Market et franchissent la Tamise sur le pont qui réunit la rive de Surrey à celle de Cannon-street et qui porte cinq voies parallèles, soit quatre voies pour les trains et une voie pour la circulation des machines. Des branchements réunissent toutes ces voies entre elles, de manière à permettre aux trains de passer de l'une des voies sur une quelconque des autres voies. En approchant de la station les cinq voies s'épanouissent en un éventail de neuf voies; huit accostant chacune un trottoir à voyageurs, la neuvième réservée au service des locomotives.

Le plan indique en *m* le passage réservé aux voitures pénétrant dans la gare par un plan incliné débouchant en tunnel dans une rue qui passe sous la gare;

n n', les trottoirs des lignes de l'Est et de l'Ouest;

o, le trottoir de Charing-cross;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

p, les trottoirs des départs ;

q, les trottoirs de Greenwich.

En tête de la gare et en façade sur la Cannon-street s'élève le bâtiment principal où l'on trouve en *r* un hôtel et un restaurant, en *s* les salles d'attente et bureaux divers, en *t* les bureaux des *parcels* ou messageries.

Les mouvements des trains qui se succèdent de minute en minute sont réglés de telle sorte que les départs et arrivées s'effectuent toujours sur des trottoirs distincts de manière à éviter la rencontre des courants de voyageurs circulant en sens contraires.

L'inspection du plan fait ressortir le défaut d'un telle gare, analogue à celle de l'Ouest Saint-Lazare, à Paris. C'est la position des vestibules, des bureaux de billets et de bagages, enfin des salles d'attente à l'extrémité de toutes les voies et des trottoirs.

Ce défaut n'existe pas dans le type adopté pour la nouvelle station centrale des chemins saxons.

La ville de Dresde, où aboutissent les quatre lignes de Leipzig, de Bohême, de Silésie et de Tharand, est séparée par l'Elbe, en deux parties — Altstadt et Neustadt — dont la plus populeuse, celle qui donne au mouvement local sa plus grande activité, l'Altstadt, s'étend sur la rive gauche du fleuve.

Par suite de circonstances étrangères à la véritable satisfaction de l'intérêt général, les deux lignes de Leipzig et de Silésie se terminaient chacune à une station de tête située dans Neustadt, les deux autres dans l'Altstadt ; cette disposition des plus gênantes, des plus fâcheuses, et que tout voyageur traversant Dresde a eu le désagrément de constater, vient d'être heureusement modifiée par la construction de la nouvelle gare dans l'Altstadt.

L'idée dominante du projet imposait les conditions suivantes :

1° Etablir une séparation aussi complète que possible entre le mouvement local, le mouvement de transit et les services administratifs ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Réduire au minimum le parcours des voyageurs dans la station, et le transport des bagages.

La figure 439 nous donne dans son ensemble, et à une échelle extrêmement réduite, la solution du problème.

Les voies principales *f h*, *c b*, sont réunies par doubles branchements de manière à permettre aux trains provenant de directions différentes de se mettre en contact immédiat avec le quai qui s'étend sur une longueur de 277m,50 avec une largeur de 5m,66 ; — ainsi les trains venant du côté *y* — Leipzig, Berlin, Silésie, Freiberg — s'arrêtent sur la partie *c d* et reprennent leur route par leur branchement *g h*. Ceux qui viennent du côté *x* — Bohême, Prague, Vienne — s'arrêtent en *a b* et partent en suivant le branchement *e f*.

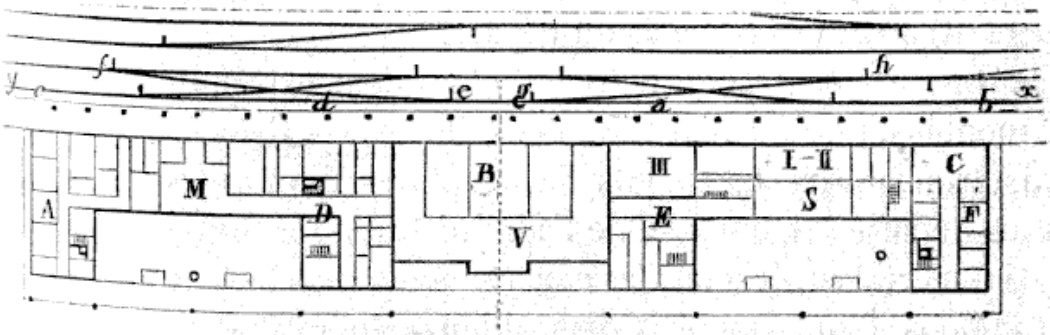


Fig. 439. Station centrale de Dresde. Echelle 1/3 000.

Dans cette disposition, les machines et les fourgons qui les suivent sont à courte distance des bureaux de bagages.

Le bâtiment, dans son ensemble, est divisé en trois sections : la première, au centre, comprend le vestibule V avec le bureau des billets à droite, la loge du concierge à gauche, les bureaux de bagages B — arrivée et départ — au fond. — Dans un premier projet, le bureau des billets flanqué d'un bureau d'informations à droite, d'un bureau de change à gauche, devait prendre sa place au milieu du vestibule, de manière à permettre d'effectuer la vente des billets par ses quatre faces, pour les quatre directions. On aurait évité ainsi l'encombrement causé par la présence des partants devant le bureau des billets enfoncé dans l'épaisseur du bâtiment.

Les deux courants d'arrivée, qui passent à droite et à gauche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de B, ne gênent pas le courant du départ, ménagé dans l'axe du vestibule.

La seconde section, à gauche du vestibule, est consacrée aux services de l'administration : concierge, chefs de service D, télégraphe, messageries M, bureaux, dortoirs, lampisterie, chaufferettes, et bureaux de la poste à l'extrémité A.

La troisième section, qui s'étend à droite du vestibule, comprend tous les locaux destinés aux voyageurs : salles d'attente I, II, III, buffet S, salons de la cour C, police E, locaux du restaurateur F, etc.

Le service se fait d'une manière très-régulière ; les manipulations de bagages sont très-faciles, par suite de la disposition qui permet de les distribuer tantôt à droite, tantôt à gauche du vestibule, selon la position du train arrivant, sans gêner le mouvement des bagages au départ.

Le corps central du bâtiment et les deux extrémités sont surmontés d'un entre-sol et de deux étages. — Dans les entre-sols se trouvent les logements des employés d'un ordre inférieur; au-dessus, les bureaux de l'administration centrale, des fonctionnaires supérieurs, les appartements des chefs de service.

Nous ferons sur ces dispositions générales deux réserves : — Les entre-sols pèchent par défaut de ventilation et d'éclairage; puis l'arrangement de la marquise qui recouvre le trottoir longeant les voies laisse à désirer : pas assez de saillie et trop de hauteur au-dessus du quai pour protéger en tous temps la surface couverte contre les vents, la neige ou le soleil.

Mais le défaut le plus grave de ce type qui se retrouve également à Hanovre gît dans la disposition des voies. Les trains doivent accoster les trottoirs en se croisant — il y a là une question de sécurité qui réclame une très-sérieuse attention.

La figure 440, pl. XXX, indique une combinaison des divers types précédemment étudiés, qui se retrouve appliquée dans les extensions de la gare de l'Est à Paris, et dans la station de Bâle, commune aux chemins du Central-Suisse et de l'Est français.

Dans la gare de l'Est, à Paris, les trains de destinations diffé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rentes peuvent effectuer leurs opérations sans se gêner, mais les voyageurs ont un long parcours à faire entre les trains et les locaux d'attente, au départ comme à l'arrivée. Dans la gare de Bâle, l'arrivée et le départ se trouvent sur le même côté de la voie, mais les trains ont chacun leur trottoir distinct et vis-à-vis des locaux de service y afférents.

La station des voyageurs à Cologne affecte le type indiqué par la figure 441, pl. XXX. Comme elle sert à la fois de tête de ligne pour les directions de la Belgique, de la Hollande et du Haut-Rhin, et de transit pour la ligne de Berlin, elle offre une combinaison des premier et troisième types, dont elle a pris les avantages en échappant à la plupart de leurs défauts.

327. GRANDES STATIONS DE MARCHANDISES. — Au point de vue des produits, le trafic des marchandises l'emporte de beaucoup sur celui des voyageurs. Cette prépondérance, qui deviendra de plus en plus marquée par suite du développement des chemins de fer, appelle une sérieuse attention dans l'étude des dispositions applicables aux grandes stations de marchandises.

En principe, les opérations d'une station de marchandises peuvent se résumer en un seul mot :

Recevoir les marchandises et les expédier à leur destination.

En application, la question se complique, car il peut se présenter trois cas distincts :

1° Les marchandises arrivent de la localité et doivent être expédiées par le chemin de fer.

2° Les marchandises arrivent par le chemin de fer et doivent être expédiées dans la localité.

3° Enfin les marchandises arrivent par le chemin de fer et doivent être expédiées par le chemin de fer.

Ces trois opérations principales, très-simples dans une petite station, deviennent d'une extrême difficulté lorsque le trafic est considérable. Il faut, en effet, que les marchandises soient reçues, vérifiées, mises à l'abri des avaries ou des soustractions; qu'elles séjournent le moins longtemps possible dans la gare; qu'elles suivent leur destination sans fausse direction et que les trains qui les amènent ou les enlèvent soient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

décomposés ou formés sans retard. Il faut pour tout cela : 1° des locaux appropriés à la nature des marchandises ; 2° des espaces réservés à la circulation des chariots de terre qui desservent la localité, autrement dit *des voies charretières ;* 3° des voies pour la réception et l'expédition des wagons et des trains.

Comme toute entreprise industrielle, un chemin de fer doit tendre à réaliser la plus grande somme de bénéfices avec la moindre dépense possible.

En particulier, une station de marchandises qui satisfait à cette condition doit faire passer dans son enceinte la plus grande quantité de marchandises dans un laps de temps donné, avec le minimum de dépenses, et en retenant le moins de temps possible le matériel d'exploitation.

Pour atteindre ce résultat, il faut que les aménagements d'une station de marchandises satisfassent aux conditions que nous allons examiner, mais qui toutes doivent se baser sur ce principe fondamental : éviter les longs parcours et les manœuvres, et pour cela, rapprocher autant que faire se peut les centres de mouvement, par conséquent rejeter les dispositions allongées et leur préférer les arrangements par groupes contigus [1].

Locaux de manutention. — Nous savons que les marchandises se divisent en deux grandes classes, la première exigeant des installations qui la mettent à l'abri des intempéries ou des soustractions, la seconde se contentant d'espaces découverts, mais clos.

Dans les gares anglaises, les voies s'épanouissent à partir de l'extrémité de la gare et se dédoublent successivement de manière à présenter pour chaque espèce de marchandises une voie et un lieu de dépôt spécial.

Par cette disposition, la gare prend la forme d'un éventail très-ouvert. Sa surface est condensée en un tout homogène sur

[1] *Versammlung der Techniker der deutschen Eisenbahn-Werwaltungen*. München, 28 september 1868.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lequel la surveillance générale peut s'exercer avec la plus grande facilité.

Les voies longeant les quais et les cours sont recoupées, de distance en distance, par des batteries de plaques tournantes qui facilitent le mouvement des wagons pleins et vides, en ce qu'elles permettent de les dégager avec des hommes ou des chevaux, sans avoir recours aux manœuvres à la machine.

Quelques gares françaises ont été établies suivant un système tout opposé à celui des gares anglaises.

Les voies de réception et de formation des trains sont perpendiculaires au grand axe des quais et des emplacements destinés à la manutention des marchandises (fig. 442, pl. XXX).

Cette organisation exige l'établissement de deux systèmes de voies perpendiculaires l'un à l'autre et de plaques tournantes dans l'intérieur des halles ; de là, augmentation du prix des surfaces couvertes. Si nous ajoutons à tous ces désavantages l'obligation où l'on se trouve de donner aux voies de service le développement nécessaire pour établir une communication convenable entre les diverses parties de la gare, on reconnaît sans hésiter que ce système est plus onéreux que celui des quais parallèles aux voies d'arrivée et de départ.

Pour la manutention, toutes les manœuvres de wagon sont forcément exécutées au moyen des plaques tournantes ; tous les mouvements deviennent, par conséquent, beaucoup plus longs et plus coûteux, puisque chaque wagon doit passer sur une et quelquefois sur plusieurs plaques successivement.

Enfin, la disposition que nous venons d'indiquer rend difficile l'accès des voitures de terre, et quand l'affluence des marchandises prend un peu d'importance, les plates-formes des hangars sont rapidement encombrées, sans qu'on puisse en activer le mouvement, malgré le zèle des agents chargés de diriger la manutention.

Tous les inconvénients de ce système n'ont pas tardé à être reconnus. Quand l'espace disponible le permet, on établit la gare des marchandises suivant une combinaison qui concilie toutes les exigences : facilité d'approche, de décomposition et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de composition des trains; rapidité de mouvement des trains et économie de construction et de main-d'œuvre.

Les figures 443, pl. XXX, et 444, pl. XXXI, représentent une gare établie suivant ces principes.

Les bâtiments sont disposés parallèlement aux voies qui sont recoupées par des batteries de plaques tournantes suffisamment rapprochées pour que les wagons n'aient pas un chemin trop long à parcourir.

Dans une grande station de marchandises, partie de ces locaux est affectée au départ, et partie à l'arrivée. Dans chacune de ces divisions, on réserve un compartiment pour le trafic par colis séparés, les autres étant plus particulièrement affectés aux transports par wagons complets. De plus, on répartit entre les différentes installations le trafic par nature de produits, de manière à en faciliter le classement.

On ménage encore un local distinct pour les marchandises soumises au contrôle de la douane ou de l'octroi.

Il est entendu d'ailleurs que la station renferme tous les aménagements pour les bureaux d'expédition, les dépôts d'objets en souffrance, les magasins et ateliers pour le matériel des stations, des corps de garde pour les équipes, etc.

Voies charretières. — Ces voies, constamment parcourues par les chariots, doivent être établies de manière à résister parfaitement au passage des bêtes et des roues, et présenter assez d'ampleur pour que la circulation y soit facile en tous sens. Elles permettront aux véhicules de terre d'accoster commodément les halles, les quais découverts ou les emplacements de dépôt à fleur du sol.

Il faut de plus préserver les voies charretières contre les accidents qui peuvent résulter du mouvement des trains et des machines. Elles ne doivent donc jamais servir au passage des voies de fer destinées aux manœuvres de locomotives, mais elles peuvent être occupées par des voies de fer utilisées pour la manœuvre à bras des wagons isolés.

Voies de fer. — On peut diviser les voies de fer des grandes stations de marchandises en trois catégories :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Voies de garage des trains entiers;
2° Voies de manutention ;
3° Voies de triage.

Voies de garage. — Ces voies, en quantités et en directions appropriées au mouvement probable de la ligne, se développent parallèlement aux voies principales, tant à l'arrivée qu'au départ. Ces voies de garage seront donc en communication directe d'une part avec les voies principales, de l'autre avec les voies de décomposition.

En cas d'encombrement de marchandises ou d'interruption momentanée de la circulation, la prudence conseille de ménager une ou deux voies de garage supplémentaires.

La longueur de toutes ces voies de garage correspond à celle des trains les plus complets en matériel. Sur les grandes lignes, cette longueur ne sera pas inférieure à 700 mètres.

Voies de manutention. — Comme les locaux disposés pour la manutention des marchandises, les voies de même destination se distinguent en voies des halles et quais et en voies des dépôts.

Quant à leurs dispositions, elles varient d'après le mode de manœuvre et le système de construction des wagons. Dans les stations anglaises et françaises où ne circulent guère que des wagons à marchandises à quatre roues, nous avons vu que les halles et quais sont bordés, sur deux ou trois faces, de voies réunies entre elles par des plaques tournantes.

La voie contiguë au quai reçoit les wagons en manutention.

Une seconde et même une troisième voie, reliées à la première par une batterie de plaques tournantes, servent à déposer les véhicules vides ou chargés, ou à les mettre en communication avec les trains garés.

De cette façon, la manœuvre des wagons s'opère à l'aide de plaques tournantes, et si l'on donne à ces appareils $3^{m},50$ de diamètre au maximum, on voit que l'espace réservé aux voies de manutention est relativement assez restreint.

Nous retrouvons cette disposition reproduite dans la figure 444, pl. XXXI.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les gares allemandes, fréquentées en général par des wagons à six et huit roues, la manœuvre par plaques tournantes n'est guère possible par suite de la grande dépense de main-d'œuvre et de l'ampleur des espaces réclamés pour l'installation des appareils d'au moins 6 mètres de diamètre. — Pour échapper à cet inconvénient, on se sert fréquemment des chariots à niveau et des communications de voies que nous avons décrites sous le nom de *branchements-traversées*.

Quant aux voies de manutention à niveau, on les répartit par groupes de deux ou trois voies réservés à un trafic spécial, et bordés par des chaussées assez spacieuses; chaque groupe étant réuni par ses extrémités à une voie maîtresse de manœuvre à l'aide de branchements et de plaques tournantes.

La partie supérieure de la figure 445, pl. XXXI, type des gares de marchandises du Hanovre qui se rapproche de celui des stations anglaises, est occupée par le quai à rampes qr et sa voie, puis en descendant, on trouve les voies n affectées par groupes de deux aux manutentions à niveau et enfin celles accolées aux longs côtés des halles à marchandises hh. Ici absence de communication transversale résultant de la forme même du matériel roulant. Toutes les manœuvres doivent s'effectuer à la machine par les voies gg' pour communiquer avec les voies des trains entiers tt'...

Par contre, il y a une très-grande condensation des masses et les centres de mouvement se trouvent aussi rapprochés que possible.

On n'est d'ailleurs pas toujours maître de choisir les dispositions les plus commodes et les conditions locales ne s'y prêtent pas dans tous les cas. On doit le plus souvent tirer parti d'un terrain donné dont la forme s'impose à l'ingénieur et qui imprime au plan de la station ses traits essentiels.

Voies de triage. — A l'arrivée d'un train de marchandises dans une grande station, ses wagons doivent être rapidement répartis, d'après leur destination, entre les différents départements de la station.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'opération inverse s'effectue lorsqu'il s'agit de composer un train au départ, en classant les véhicules dans l'ordre où ils doivent être déposés sur le parcours du train.

Ces deux opérations s'effectuent sur les voies dites *de triage*, faisceau de voies parallèles débouchant toutes dans une voie maîtresse. Ce système doit être placé de manière à n'apporter aucune perturbation dans le mouvement général de la station et à se présenter dans tout son ensemble à la vue des agents chargés des manœuvres de triage.

Le nombre et la longueur de ces voies spéciales dépendent de l'activité locale. Mais il vaut mieux, quand on a le choix, établir beaucoup de voies même courtes que peu de voies de grande longueur, car sur ces dernières les manœuvres sont longues, fatigantes pour le matériel et dangereuses pour les agents.

Si l'on peut faire aboutir le groupe des voies de triage à deux files de changements qui permettent de trier en deux sens opposés, il n'y a pas d'hésitation possible. Ces deux files de changements communiqueront avec la maîtresse voie de formation et celle-ci sera en communication directe avec les voies principales, ce qui permettra aux trains formés de partir immédiatement sans rentrer dans les voies de la station.

Dans la figure 445, pl. XXXI, les voies de triage sont groupées en *rr*..., la voie *b* leur servant de tête.

La disposition que la figure 446 représente — partie de la station du chemin de la Basse-Silésie à Berlin affectée au triage et au garage des trains — nous paraît mieux combinée. Le groupe des voies de triage *rr*... est condensé et bien disposé pour toutes les opérations.

LÉGENDES DES FIGURES 445 ET 446, PLANCHE XXXI.

V_1, V_2.	Voies principales.	*qr*.	Quai découvert et rampe.
b, *b'*, *g*, *g'*.	Voies de manœuvre.	*nn*.	Voies de manutention à niveau.
rr.	Voies de triage.	*vv*.	Voies charretières.
tt....	Voies des trains entiers.	*xx*.	Voies de la remise des machines.
m, *m*.	Voies de services des wagons en manutention à la halle couverte.	*ff*.	Remise et ateliers.
		k.	Pont-bascule.
h.	Halle aux marchandises.		

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

328. Gares de triage. — La rencontre de plusieurs lignes importantes, le mouvement d'un centre commercial considérable amènent en ces divers points une telle affluence de wagons chargés et vides, qu'il en résulterait là de véritables encombrements préjudiciables aux intérêts de tout genre engagés dans la question des transports, si des mesures spéciales n'étaient pas prises à cet égard, car cet encombrement amène des retards considérables dans la livraison des marchandises ou dans la disponibilité du matériel.

Pour échapper aux conséquences de ces encombrements, on organise au voisinage de ces points de concours des *gares de triage* — *Rangirbahnhof* — où les trains sont décomposés et reformés suivant leur destination. Le chemin de Paris à la Méditerranée possède un certain nombre d'installations de ce genre aux principaux points de rencontre de son réseau, comme Villeneuve-Saint-Georges, Dijon, Lyon, Valence, Terrenoire, Alais, Nîmes, Rognac. — La compagnie de l'Est en a deux : l'un à Pantin, l'autre à Noisy-le-Sec. — L'Allemagne en possède plusieurs comme Cöpenik pour la gare de la Basse-Silésie à Berlin, celle du canal pour Berlin-Magdebourg, Guntershausen, Wunsdorf, etc., etc.

Comme disposition générale, il faut que la gare de triage soit directement accessible des voies principales et que les manœuvres puissent s'y effectuer sans entraver la circulation.

La figure 447, pl. XXXI, représente une des dispositions adoptées par la compagnie de Paris-Méditerranée. — V_1, V_2 sont les voies principales : g,g les voies de garage des trains entiers, b la voie de manœuvre et $t,t\ldots$ les voies de triage. La voie b se relie à la voie principale par un branchement qui permet aux trains formés de prendre leur route immédiatement après leur formation.

Comme mesures de sécurité, les aiguilles de branchement donnant accès sur les voies principales sont munies d'un signal s, qui en interdit l'approche aux mécaniciens en manœuvre sur la voie b.

La conférence des ingénieurs allemands tenue en septembre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1868, à Munich, a examiné la question de savoir s'il est convenable, dans une grande station, de séparer la gare des marchandises de la gare de triage. En faisant exception pour les cas où les conditions locales y mettraient un sérieux obstacle, soit comme convenance, soit comme dépenses d'établissement, la majorité des administrations consultées s'est prononcée en faveur de la réunion, pour les raisons suivantes :

1° Economie sur les dépenses de premier établissement et surtout sur celles d'exploitation par la réduction des parcours du matériel ;

2° Célérité dans les manipulations, par suite du rapprochement des centres d'opérations, de l'utilisation immédiate du matériel vide ;

3° Efficacité et réduction des frais de surveillance.

Par contre, la séparation des deux gares a été reconnue convenable aux bifurcations qui n'ont pour ainsi dire aucun trafic local et ne servent que de point de transit.

§ II.

INSTALLATIONS INTÉRIEURES.

329. PLANS GÉNÉRAUX. — Nous avons cherché, dans le paragraphe précédent, à faire ressortir l'influence de la disposition des stations sur les conditions d'exploitation, qui peuvent se résumer ainsi : simplifier et faciliter tous les mouvements de manière à obtenir de chaque station le maximum d'effet avec le minimum de dépenses d'exploitation.

Ce résultat ne saurait être acquis que par une connaissance exacte des besoins du trafic dans toutes les localités traversées, et des moyens d'y donner satisfaction.

Sur un programme rédigé en vue de ces besoins, une étude complète des dispositions de chaque station sera donc élaborée et se résumera en un plan à une échelle convenable, $\frac{1}{500}$ ou $0^m,002$ pour mètre par exemple, assez grande pour recevoir l'indication

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la position, par rapport aux piquets d'axe, de chaque bâtiment, appareil et dépendance quelconque.

Lorsque les plans, combinés pour satisfaire aux exigences des services de l'exploitation, seront arrêtés définitivement, l'ingénieur fera procéder au piquetage du périmètre et des installations intérieures de la station. Les piquets employés à cet usage seront très-forts, solidement enfoncés dans le sol, exactement repérés et soigneusement garantis contre les avaries, car la bonne exécution du plan dépend de leur conservation.

La marche de la construction étant consciencieusement étudiée et déterminée, l'ingénieur dirigera l'ensemble des travaux de façon à éviter toute fausse manœuvre, tout double emploi et à faire concourir utilement chaque détail à l'exécution de l'ensemble.

Il exigera surtout que les plans de pose de tous les appareils soient scrupuleusement suivis dans l'exécution, interdisant d'une manière absolue toute modification qui ne lui aurait pas été soumise au préalable.

330. Dispositions des voies. — En principe, il faut que les voies des stations soient disposées de façon à pouvoir être parcourues en toute sécurité et à faciliter tous les mouvements intérieurs. Nous avons vu que sur les lignes à deux voies les mouvements étaient si bien définis, que les installations affectées aux mouvements dans chaque sens étaient naturellement indiquées par la direction du trafic. — Mais sur les lignes à voie unique, on doit pourvoir aux nécessités présentes sans perdre de vue les éventualités de l'avenir ; ainsi pour les besoins actuels on connaît les stations qui seront desservies par un certain nombre de trains, et celles où tous les trains devront s'arrêter ; enfin celles où il pourrait y avoir croisement. Comme question de sécurité, on s'efforce de ne pas placer en courbe les voies parcourues en vitesse et les points où les freins peuvent fonctionner. Il y a dès lors deux dispositions à adopter pour l'un et l'autre cas.

Dans les stations où certains trains ne s'arrêtent pas, il faut placer la voie de stationnement en prolongement de la voie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

principale et la voie de garage en dehors de cette direction, sauf à faire subir à cette dernière deux inflexions (fig. 452, pl. XX).

Lorsque tous les trains doivent s'arrêter à une station donnée, on dispose les voies de manière à présenter la moindre courbure à l'arrivée. Les figures 453 et 454, pl. XXVIII, qui représentent les dispositions adoptées pour ce cas par les compagnies de Paris-Méditerranée et du Sud de l'Autriche, reproduisent cet arrangement. Les deux courbes en sens inverse qui raccordent la ligne principale à son entrée sur la voie d'évitement sont décrites avec un rayon de 1 200 mètres, tandis que le raccordement en ce même point avec l'autre voie est effectué par une courbe de 300 mètres de rayon. La même disposition, mais en sens inverse, se présente à l'autre extrémité du garage.

En ce qui concerne les voies de service en dehors des voies de garage ou de croisement, il faut toujours les disposer de manière à économiser les remaniements lorsque la ligne recevra la seconde voie. Cependant il faut tenir compte de l'observation suivante :

Quand une ligne est établie immédiatement à deux voies, et que l'on doit éviter de prendre les aiguilles en pointe, on adopte pour les stations intermédiaires la disposition représentée par la figure 455, pl. XXVIII. Si un train doit se garer, il faut le refouler sur la voie d'évitement.

Le cas est rare sur les lignes à deux voies où le refoulement soit une exception.

Sur la ligne à une voie dont les stations sont organisées en vue de l'installation ultérieure de la deuxième voie, il faut naturellement que les trains d'une direction au moins prennent les aiguilles en pointe, et de plus, en cas de croisement, qu'ils soient refoulés sur la voie d'évitement en arrivant ou en partant, manœuvre souvent dangereuse et toujours très-longue.

On échappe à ce grave inconvénient en adoptant le dispositif indiqué par la figure 456.

Tous les trains, il est vrai, prennent les aiguilles d'entrée en pointe, mais ils peuvent se garer sur leurs voies respectives

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans engager la voie principale par une manœuvre de refoulement, et les voies de garage se trouvent munies des aiguilles de communication avec les voies de service placées de manière à éviter tous les accidents si les aiguilles qui commandent l'entrée de la station sont installées pour imprimer aux trains une direction constante.

On place quelquefois, mais à tort, une voie de garage entre les deux voies de stationnement. Cette disposition est toujours gênante, et peut causer des accidents.

La longueur des voies de stationnement ou de garage doit correspondre à celle des trains. Si le service de l'exploitation peut prévoir une composition de trains comprenant jusqu'à 120 essieux, il faudra ménager à ces voies une longueur minima de 420 mètres entre les poteaux d'arrêt — 334 —. Le choix de son emplacement est déterminé par le tableau de marche des trains — EXPLOITATION —.

Le nombre et la longueur des voies de service varient avec l'importance du trafic. Ici encore, il faut se ménager les moyens de les augmenter.

Les voies des stations sont généralement de construction analogue à celle de la voie courante, notamment en ce qui concerne les voies principales. Les voies de garage et de service peuvent être établies à moins de frais que les premières et dans des conditions d'entretien plus favorables. C'est ainsi que pour ces voies, dans des stations dont la plate-forme est parfaitement résistante, on emploie, dans certaines contrées où le bois est cher, des dés en pierre au lieu de traverses en bois. Dans d'autres, au contraire, où le bois est à bon marché, on emploie des rails légers supportés par des longuerines ou des traverses très-rapprochées. Ailleurs, enfin, on se contente de poser les rails à patin directement sur le ballast.

Pour faciliter le service et diminuer les frais d'entretien, on couvre d'un pavage l'espace que les voies occupent dans les points très-fréquentés par le public, les hommes de service, ou les animaux employés à la manœuvre des wagons. Cette précaution est surtout nécessaire pour les cours affectées au service

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des marchandises brutes, et celles qui contiennent des voies établies au niveau du sol. Le système de construction de ces voies est analogue à celui des passages à niveau.

331. Espacement des voies. — Sur les lignes à deux voies, l'entrevoie courante varie suivant la largeur des véhicules. — En France, les grandes lignes construites à l'origine ont adopté l'entrevoie de $1^m,80$; ultérieurement, on a reconnu que cette dimension était trop faible et on l'a portée à 2 mètres et même à $2^m,20$.

En Allemagne, l'entrevoie reconnue comme généralement nécessaire est de 2 mètres, mais plusieurs lignes ont augmenté cette dimension; les chemins de Hanovre notamment ont adopté celle de $2^m,33$.

Mais dans la traversée des haltes, l'entrevoie courante ne peut pas être conservée sans inconvénients, car alors l'espace entre les trains arrêtés est insuffisant pour prévenir les accidents qui résultent de l'inadvertance des voyageurs quittant inopinément les voitures du côté de l'entrevoie, au moment où un train passe sur l'autre voie — Stations de la ligne de Saint-Germain, etc., etc. —. Dans les autres stations, cette entrevoie devient plus insuffisante encore par suite des besoins d'espace réclamés par l'installation des appareils de manœuvre des changements de voies et signaux, par la circulation des hommes d'équipe et des animaux employés à la manœuvre, l'établissement des plaques tournantes ou des transbordeurs, etc.

Cet écartement des voies dépend aussi des dimensions adoptées pour la construction du matériel roulant. Ainsi avec les wagons à quatre roues, on peut à la rigueur se contenter d'une entrevoie de 2 mètres, tandis qu'avec le matériel à six et à huit roues, on ne peut prendre moins de $2^m,16$. Les ingénieurs allemands désireraient même que cette largeur fût portée à $2^m,70$ [1].

En Hanovre, elle s'élève à $3^m,50$.

[1] *Vereinbarungen der deutscher Eisenbahn Techniker vom 17 september 1858 zu Triest.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec les tendances actuelles d'augmentation de largeur des véhicules, il est prudent de ne pas réduire l'entrevoie au-dessous de 3 mètres, sous cette condition que les voies ainsi espacées ne devront pas recevoir de plaques tournantes ; et on ne se résoudra à l'adoption de cette limite que dans le cas où un plus grand écartement entraînerait à des dépenses trop considérables.

Les dimensions de l'entrevoie varient nécessairement avec la position et l'importance des voies considérées. L'expérience indique comme convenable de ménager entre les voies de service et les voies principales un écartement minimum de $4^{m},50$, afin de permettre la manœuvre des wagons sur ces voies de service, sans intercepter la circulation sur les autres. L'entrevoie peut être ramenée à $3^{m},50$, quand les voies destinées à recevoir des batteries de plaques tournantes sont placées dans des gares de marchandises.

Quand il s'agit d'établir des voies au niveau des cours à marchandises brutes, l'espacement des voies prend des proportions en rapport avec l'importance du trafic. Il faut que, dans ce cas, chaque voie puisse être abordée, à droite et à gauche, par les chariots de terre, ou que leur intervalle soit suffisant pour servir de dépôt provisoire aux marchandises brutes. Nous rencontrerons de nouveau cette question en traitant de l'établissement de ces cours.

La surlargeur de l'espacement des voies principales doit être donnée à l'entrée dans la station, et ce, en écartant les deux voies d'une égale quantité à partir de l'axe du chemin. On a souvent conservé à l'une des voies sa direction générale, en faisant subir à l'autre une inflexion suffisante pour obtenir l'écartement voulu. Cette disposition avait sa raison d'être, à une époque où l'on faisait arrêter tous les trains, montants et descendants, sur la voie bordant le trottoir accolé au bâtiment des voyageurs. Ce cas se présenterait encore, si la ligne ayant peu de longueur, et à voie unique, était exploitée par un seul train faisant la *navette*. Mais, lorsque la ligne doit être exploitée par des trains circulant dans chaque sens, nous pensons qu'il vaut mieux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

répartir la déviation sur les deux voies (fig. 457, pl. XX), les raccordements pouvant s'effectuer avec des courbes de 500 mètres de rayon que les trains franchissent facilement, même en vitesse.

Il faut s'arranger de manière à placer le premier changement de voie, s'il est nécessaire en ce point, sur la courbe d'inflexion et non pas sur l'alignement droit; cette dernière disposition, indiquée par la ligne ponctuée, produit deux contre-courbes dont le rapprochement est toujours fâcheux.

La longueur des raccordements dépend de la dimension du rayon que l'on peut adopter et de l'espacement des voies. On fait bien de ménager entre les pointes des croisements une longueur en ligne droite au moins égale à l'écartement maxima des roues des machines.

Si on appelle : 2δ l'écartement d'axe en axe des voies droites parallèles à raccorder, R le rayon du branchement et L la distance des pointes d'aiguilles, c'est-à-dire une longueur égale au double de la distance du point de tangence des deux courbes à l'origine des branchements, on a :

$$L = 2\sqrt{2R\delta - \delta^2}.$$

En appliquant à cette formule les diverses valeurs adoptées pour le rayon, on aura la longueur cherchée. C'est ainsi qu'en prenant R = 300 mètres, on trouvera, en arrondissant, pour :

$2\delta = 1{,}50 + 2^m{,}00 = 3^m{,}50$	L = 65
$2\delta = 1{,}50 + 2\ {,}50 = 4\ {,}00$	L = 69
$2\delta = 1{,}50 + 3\ {,}50 = 5\ {,}00$	L = 77
$2\delta = 1{,}50 + 4\ {,}50 = 6\ {,}00$	L = 85

332. Orientation et emploi des branchements. — Les branchements parcourus dans la direction *des aiguilles vers le croisement*, autrement dit *à contre-pointe*, présentent plusieurs dangers également sérieux. Les trois cas suivants se rencontrent fréquemment :

— Les aiguilles sont disposées pour diriger un train sur une voie latérale, lorsqu'il devrait suivre la voie directe;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Les aiguilles, bien placées pour la direction voulue, se dérangent sous le train même ;

— Enfin, les aiguilles n'ont la position voulue pour aucune des voies qu'elles desservent.

Le premier cas peut amener une collision entre un train lancé et un train en stationnement, ou un choc violent contre un heurtoir, ou enfin la chute des wagons au delà d'un *terminus*.

Les deux autres cas produisent des déraillements.

L'utilité des signaux indicateurs des branchements — 247 — qui remédient à une partie de ces graves dangers, n'a donc pas besoin d'être démontrée. Mais nonobstant l'application de ces indicateurs, des accidents peuvent encore survenir par suite de négligence. Aussi, depuis longtemps, les ingénieurs ont-ils orienté les branchements en ligne principale, de manière que le parcours ait lieu *du croisement vers les aiguilles*. Que ces dernières soient bien ou mal placées, la manœuvre des trains ne court aucune chance d'accident.

Cet avantage est compensé par quelques inconvénients. Si, pour se garer dans une station, un train trouve, dès son entrée, un branchement dont les aiguilles s'ouvrent devant lui pour le diriger sur la voie latérale (fig. 452, pl. XX), il entre directement dans la voie de garage, sans retard, sans parcours inutile ; une fois le dernier wagon arrivé au piquet d'arrêt—333 — de la voie latérale, et *les aiguilles étant ramenées dans leur position normale* —243— tout train parcourant les voies principales peut circuler sans obstacle. Si, de plus, la voie de garage est entée de nouveau, à son extrémité opposée, sur la voie principale, le train garé a toutes facilités soit de continuer sa route, sans parcourir les voies principales dans l'intérieur de la station, soit de prendre et laisser des wagons, en tête et en queue, sans dérangement (fig. 456, pl. XXVII).

Mais quand on ne veut pas prendre les aiguilles en pointe (fig. 458, pl. XX), le garage nécessite les manœuvres suivantes :

— Parcourir la voie principale de toute la longueur du train ;

— Le dernier wagon arrivé au bout de la pointe des ai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

guilles, refouler tout le train sur le changement qui a été disposé pour la voie latérale.

Pendant ces deux parcours, la voie principale est obstruée ; il faut donc la couvrir par un signal à distance. Le train garé sur la voie latérale n'a plus de communication que par sa tête, avec la voie principale ; l'échange des wagons est aussi plus long, plus pénible et plus coûteux.

Il est vrai qu'on peut y remédier par l'emploi des plaques tournantes ; mais cet emploi dans les voies principales, a, comme nous l'avons vu, d'autres inconvénients.

En résumé, nous croyons que cette proscription des aiguilles prises en pointe est parfaitement justifiée, sur une ligne à trafic important, parcourue par des trains rapides, et dans les stations où tous les trains ne s'arrêtent pas. Mais dans les stations où *tous* les trains *doivent* s'arrêter, sur une ligne dont les produits sont restreints et pour laquelle la réduction des frais d'exploitation est une question d'existence, qui ne comporte, par conséquent, que des trains peu fréquents et à faible vitesse, il n'y a aucun inconvénient à permettre l'établissement des aiguilles prises en pointe. C'est d'ailleurs inévitable dans les lignes à voie unique. Les perfectionnements apportés dans la construction des appareils et des signaux offrent aujourd'hui de nouvelles garanties que ne présentaient pas les anciennes installations.

Voici les prescriptions des administrations allemandes au sujet des branchements (les trains circulant à gauche) :

1. Les changements doivent, en général, être disposés de manière à ne pas nécessiter le déplacement des aiguilles pour le passage des trains réguliers.

2. Pour les lignes à deux voies, les changements sur les voies principales sont placés de manière que les trains marchent toujours à gauche quand les aiguilles conservent leur position normale —243—.

3. Pour les lignes à voie unique, les branchements extrêmes des haltes et stations où les trains se croisent régulièrement, sont disposés pour que, des deux côtés, les trains croiseurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prennent chacun leur gauche, sans nécessiter un déplacement d'aiguilles.

4. On évite l'emploi des changements pris en pointe, principalement dans les haltes et les petites stations où les croisements de train n'ont pas lieu.

5. Les changements pris en pointe sur voies principales sont cadenassés de manière à rendre impossible le déplacement des aiguilles —244—. La clef du cadenas reste dans les mains du chef de station.

6. Dans les haltes, les aiguilles de tous les changements de voie sont solidement cadenassées.

7. Dans les stations intermédiaires où certains trains ne s'arrêtent pas, les changements pris en pointe sont cadenassés avant le passage de ces trains, et conservent même ordinairement cette disposition.

8. Dans les stations où s'arrêtent tous les trains, les changements extrêmes pris en pointe sont cadenassés. Les changements rarement employés restent fermés en règle ordinaire, et leur ouverture n'a lieu qu'en vue d'une manœuvre spéciale. Tous les appareils munis de fermetures doivent être cadenassés au moment où le jour baisse, dans le cas où ils ne doivent pas être employés pendant la soirée ou la nuit.

9. Les changements sur les voies de service sont munis d'appareils de manœuvre avec contre-poids, mais sans cadenassement ni signaux.

Remarque. — Ces prescriptions un peu rigoureuses subissent quelques modifications inévitables. La prudence conseille de n'employer que des dispositions dépendant le moins possible du personnel attaché à l'exploitation. Encore faut-il que ces dispositions n'entraînent pas à des difficultés et à des dépenses en désaccord avec la nature et les besoins réels du service.

Ainsi, pour épargner toutes les manœuvres de refoulement, qui ont de graves inconvénients, et concilier en même temps les exigences du service, dans lès stations où *tous* les trains doivent s'arrêter, et, par conséquent, ralentir aux approches,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on entre dans les voies de garage machine en tête, en prenant les aiguilles en pointe (fig. 459, pl. XX).

Dans d'autres cas, lorsqu'on est obligé de renoncer à la marche à contre-pointe, et que le mouvement des trains ne fait prévoir qu'un seul garage à la fois en un point déterminé, on se contente d'établir une seule voie d'évitement reliée avec les voies principales par deux changements et une traversée (fig. 460, pl. XX).

Les traversées de voies et surtout les branchements-traversées employés judicieusement peuvent rendre de grands services dans l'exploitation des gares, en ce qu'ils permettent de diminuer le nombre des changements, de réduire la longueur des voies à mettre en communication et de bien utiliser l'espace consacré au service des marchandises.

Nous avons dit que les gares les plus faciles à exploiter étaient celles où les trains entiers pouvaient entrer directement, se composer ou se décomposer par des manœuvres exécutées à la machine. Pour atteindre ce résultat, il faut que toutes les voies destinées à ces grandes manœuvres soient reliées entre elles par une suite non interrompue de branchements formant pour ainsi dire une voie spéciale, recoupant toutes les autres.

Le besoin se fait souvent sentir d'allonger une ou plusieurs voies de service au delà de la voie transversale. On peut y parvenir en établissant un nouveau branchement, mais au détriment de la longueur utilisable des voies, ainsi que le montre la figure 327, pl. XX; tandis qu'en adoptant la disposition de la figure 328, pl. XX, on peut obtenir le prolongement, sans perdre de place, considération capitale dans certaines gares.

333. Piquets d'arrêt ou de distance. — Dans le calcul de la longueur utilisable des voies de service, on ne doit compter les distances qu'à partir des points où les wagons peuvent stationner sans courir le danger d'être heurtés par les pièces des machines ou des autres véhicules en mouvement sur les voies contiguës.

La limite de stationnement dépend de la plus forte saillie de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces véhicules sur le rail, et comme toutes les lignes sont destinées à recevoir du matériel de provenance étrangère ayant la même voie, il y a lieu de prendre en considération les dimensions de ce matériel.

A notre connaissance, la plus grande saillie des marchepieds — soit 0^m, 860 — se rencontre sur les wagons à bagages du Palatinat. La limite de stationnement sera donc placée au point où l'entrevoie atteindra 1^m, 72 de largeur (fig. 461, pl. XX). Dans les voies de service où ne circulent pas de voitures à voyageurs, cette limite peut descendre jusqu'à 1^m,52, la saillie maxima des wagons à marchandises sur l'axe du rail ne dépassant généralement pas 0^m,760.

334. Disposition des plaques tournantes et chariots. — Les plaques tournantes doivent être posées de manière que la manœuvre des véhicules ne soit gênée ni par le voisinage d'autres plaques, ni par celui d'une construction fixe. C'est la dimension des véhicules, de tampon à tampon, qui détermine cette distance.

Les plaques tournantes peuvent occuper différentes positions qui dépendent de la direction des voies et de la distance de leurs axes, c'est-à-dire de l'entrevoie.

Lorsque les voies à relier sont parallèles et que le diamètre des plaques tournantes, mesuré en dehors de la cuve d'enceinte, est inférieur à la distance des axes des voies, on peut placer les plaques tournantes en batterie simple, perpendiculaire à la direction des voies (fig. 462, pl. XX). C'est la disposition la plus commode pour la construction et le service.

Mais si le diamètre des plaques dépasse l'entr'axe des voies, il faut faire chevaucher les appareils les uns sur les autres, en disposant la batterie tantôt sur une seule ligne oblique par rapport à la direction du groupe des voies (fig. 463, pl. XX), tantôt sur deux lignes perpendiculaires à cette direction (fig. 464, pl. XX). Ce second moyen présente plus de facilités pour les diverses manœuvres à effectuer, mais il est plus coûteux que le premier, puisqu'il nécessite l'emploi de deux voies transversales avec un coupement de voies à chaque traversée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut employer, pour effectuer les diverses manœuvres exigées par le service, des plaques à une, deux ou trois voies.

Les plateaux mobiles garnis d'une seule voie se conservent mieux que les autres, et le matériel roulant n'y éprouve aucun choc; mais il présente par contre deux inconvénients : manœuvres lentes et coûteuses; déraillements fréquents, si, par oubli ou négligence, la voie unique n'est pas ramenée dans la direction que suit un véhicule pour passer sur la plaque.

Dans la disposition des plaques en batterie oblique, il faut, pour accélérer la manœuvre, munir les plateaux mobiles de trois voies disposées de telle sorte que l'une d'elles étant arrêtée sur une des trois directions de l'ensemble, les deux autres voies de la plaque correspondent aux deux autres directions des voies fixes. A cet effet, on partage la circonférence en autant de divisions qu'il y a de voies à desservir. Dans le cas que nous examinons, les voies font entre elles un angle de 60 degrés; on a ainsi douze coupements de rails, mode de construction coûteux d'établissement et d'entretien.

Rappelons ici que, pour faciliter l'entretien et le nettoyage de tous les appareils de la voie : changements, plaques tournantes, ponts-bascule, etc., il est bon de paver l'intérieur de la voie dans les changements, le pourtour des plaques sur 1 mètre de largeur, enfin la zone environnant les ponts-bascule sur $1^{m},50$ ou 2 mètres.

On se sert également de plaques tournantes pour mettre en communication plusieurs voies convergentes, soit à l'extrémité d'un groupe (fig. 465, pl. XX) comme un *terminus* de gare ou un éventail de voies de service du matériel, soit au centre d'un faisceau rayonnant de voies distribuées dans une cour de marchandises brutes (fig. 466, pl. XX) ou au centre d'une remise de véhicules.

Dans ces différents cas, les rails peuvent former croisement. Il faut avoir soin de les disposer de manière à employer autant que possible un même angle et un même type

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de croisement, et réduire ainsi le nombre des appareils de types différents.

Les voies convergeant sur une plaque tournante perdent sur une certaine longueur l'entrevoie normale. On ne peut donc pas les utiliser sur tout leur développement. En outre, les voies coupées par les plaques tournantes sont dangereuses pour les trains en marche. Aussi, quand on n'a pas à retourner les véhicules bout pour bout, le choix se portera sur les chariots transbordeurs, ces appareils ne présentant d'autres inconvénients qu'un frottement plus grand sur les essieux des galets, résultant de légères déformations faciles à éviter par un bon contreventement.

Il n'est pas rare de trouver des chariots combinés avec intelligence, établis sur des chemins de roulement bien construits, qui avec très-peu de main-d'œuvre transbordent des wagons chargés de 10 000 kilogrammes.

Comme nous l'avons vu — 276 —, les chariots roulent tantôt dans une fosse, tantôt au niveau des rails de la station.

La première de ces dispositions ne peut s'employer que dans les parties de gare réservées au service du matériel et où les trains en marche, en formation ou en décomposition ne pénètrent jamais.

335. Fosses a visite. — Feuergruben. — Ces fosses ont diverses destinations. Sur les voies principales, elles servent, pendant l'arrêt des trains et le renouvellement des approvisionnements du tender, à nettoyer la grille et le cendrier des locomotives : de là leur nom de *fosses à piquer le feu;* on les désigne quelquefois sous la dénomination de *voies creuses.* Elles permettent également de visiter et de graisser les parties du mécanisme que l'on ne peut aborder latéralement.

Devant les remises de dépôt, les fosses servent à vider le feu du foyer, l'eau de la chaudière, et enfin à visiter le mécanisme. A l'intérieur des remises et ateliers, ces fosses sont nécessaires pour le nettoyage des véhicules, le montage du mécanisme et les réparations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les conditions d'établissement de ces fosses dépendent de leur destination.

Placées sur les voies principales, elles nécessitent une plus grande résistance au point de vue de la sécurité de la circulation. Leur largeur sera donc un minimum.

Dans les ateliers ou dépôts, au contraire, il faut ménager l'espace le plus large passible, afin de faciliter le travail des réparations sous les véhicules; la largeur du vide laissé entre les murs qui soutiennent la voie, dans ce second cas, est donc portée au maximum. On donne généralement aux premières fosses $0^m,87$ à 1 mètre de largeur, et aux secondes $1^m,15$ à $1^m,20$. Quelquefois on restreint cette largeur dans le bas par un fruit donné aux murs longitudinaux, afin d'augmenter la solidité de la construction.

La longueur d'une fosse sur voie principale doit être aussi réduite que possible — on lui donne de 7 à 12 mètres.

On y descend par un et quelquefois par deux escaliers ménagés aux têtes de la fosse ; mais une seule descente est suffisante, car généralement l'une d'elles est recouverte par le tender.

Cependant si la voie était parcourue dans les deux sens, ou bien on prolongerait la fosse de manière à présenter une entrée pour chaque direction de train, ou bien il faudrait faire deux fosses, séparées par un terre-plein au droit de la colonne alimentaire — LOCOMOTION : *Dépôts* —.

On construit les murs des fosses en moellons, en briques ou en pierres de taille, selon le prix des matériaux. Les parois et le plafond des fosses dans lesquelles se jette le feu des locomotives doivent être garnis en briques réfractaires. On donne généralement aux fosses 1 mètre à $1^m,25$ de profondeur. Il faut les mettre en communication avec l'égout collecteur de la station.

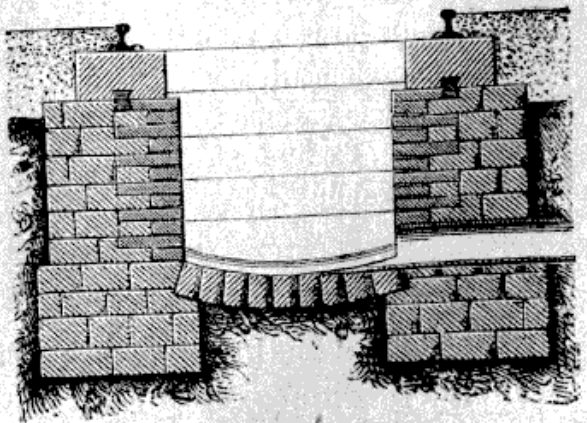


Fig. 467. Fosse à visite avec plafond concave. Hanovre. 1/50.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le plafond est, à cet effet, disposé de manière à faciliter l'écoulement de l'eau ; une pente longitudinale de $0^{m},01$ suffit pour atteindre ce but. Mais selon que le plafond prend une forme concave (fig. 467) ou convexe (fig. 468), le service des ouvriers est rendu plus ou moins facile. En adoptant la forme concave, les eaux s'assemblent dans le milieu de la fosse, et si, par une cause quelconque, elles ne s'écoulent pas très-rapidement dans l'égout collecteur, les hommes chargés de la visite du véhicule sont gênés, ce qui n'arrive pas en rejetant les eaux vers deux caniveaux latéraux.

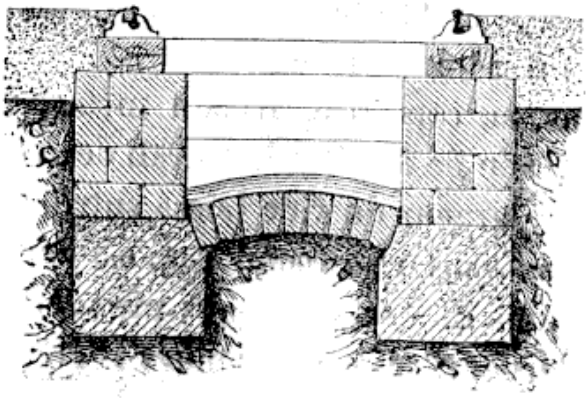


Fig. 468. Fosse à visite, avec plafond convexe. Wissembourg. 1/50.

Prix de revient des fosses à visite.

1° Fosse de 10 mètres de longueur — Prusse —.

— Terrassements, fouille, transport et rechargement en arrière, 24^{m3} à $0^{f},60$	$14^{f},40$
— Maçonnerie de fondation en moellons et mortier hydraulique, 10^{m3} à 12^{f}	120 ,00
— Maçonnerie des murs en briques et mortier ; $11^{m3},25$ à 18^{f}	232 ,50
— Escaliers et couronnement de la fosse, en pierre de taille posée à bain de ciment, 2^{m3} à 80^{f}	160 ,00
— Rejointoiement, 33^{m2} à $1^{f},60$	52 ,20
— Fers pour crampons, 11^{k} à $0^{f},50$	5 ,50
— Pavage, $6^{m},50$ à 2^{f}	13 ,00
Somme à valoir	22 ,40
	$620^{f},00$

On réduirait cette dépense à 580 francs en construisant les escaliers en briques et le cadre supérieur en charpente. Dans le prix total, les deux têtes compteraient pour 240 francs, et chaque mètre courant intermédiaire pour 40 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Fosse de 12 mètres de longueur (fig. 468) — France —.

— Terrassements, 21^{m3} à 0^{f},70.....	14^{f},70
— Maçonnerie de béton, 8^{m3},75 à 13^{f}.....	113,75
— — moellons smillés, 4^{m3},40 à 23^{f}.....	101,20
— — pierre de taille, 0^{m3},20 à 50^{f}.....	10,00
— — moellons ordinaires, 4^{m3},75 à 15^{f}....	71,25
— Taille de parement à la laie, 1^{m2},65 à 4^{f},30.....	7,10
— Charpente en chêne, 0^{m3},75 à 82^{f}.....	61,50
— Pavage, 11^{m2},10 à 4^{f},50.....	50,00
	429^{f},50

Soit 33 francs par mètre courant intermédiaire, et 50 francs par tête avec escalier. Quand on se contente d'un seul escalier, la dépense est réduite de 25 francs.

La position des fosses à visite sur voies principales doit être choisie de manière à permettre l'approvisionnement et la visite de la machine pendant l'arrêt du train. On ménage, entre la colonne alimentaire et l'extrémité de la fosse de 12 mètres, une distance de 1 mètre, soit 2 mètres entre la fosse et le trottoir des voyageurs. Avec une fosse de 7 mètres, cette distance peut être portée à 3 mètres. — La figure 469, pl. XXXI, représente une disposition qui satisfait aux diverses conditions énoncées plus haut.

Les personnes qui circulent dans les gares sans se rendre compte de la situation des fosses à visite, s'exposent à tomber dans ces fosses et à se blesser grièvement. On a tenté de remédier à ce fâcheux état de choses en recouvrant les fosses d'un plateau mobile, ou en les entourant d'une petite barrière. Malheureusement les deux moyens sont gênants pour le service ; il faut donc y renoncer jusqu'à ce qu'il se présente une solution plus satisfaisante. On se borne, pour la nuit, à indiquer la position des fosses par une lanterne rouge. Pendant le jour, le personnel de la surveillance reçoit la consigne d'en écarter les personnes étrangères au service.

En tous cas on éloigne ces fosses, autant que le service le permet, du trottoir des voyageurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

336. PEINTURE ET NUMÉROTAGE DES APPAREILS. — Tous les appareils d'une même ligne doivent être peints d'une manière uniforme, et munis de numéros d'ordre rapportés sur les plans des stations.

Signaux. — Nous avons vu les conditions auxquelles doivent satisfaire les couleurs choisies, conditions qui peuvent se résumer ainsi :

— Appliquer aux disques des signaux à distance, ou aux ailettes des sémaphores et télégraphes, des couleurs qui se détachent parfaitement du fond sur lequel ils doivent être vus ;

— Eviter toute confusion possible entre les signaux de différents genres, en leur donnant des formes et des couleurs distinctes.

Les couleurs appliquées aux signaux sont donc variables ; mais en général la face du disque destinée à indiquer l'arrêt est peinte en rouge avec un filet de couleur bien tranchée, de $0^m,05$ à $0^m,08$ de largeur.

La face de certains signaux destinée à indiquer le ralentissement, est ordinairement peinte en vert avec liséré.

Le mât reçoit une teinte de couleur différente de celle du disque. Les ferrures sont généralement peintes en noir. Il en est de même du levier de manœuvre, mais le contre-poids reçoit sur ses deux faces une couleur spéciale sur laquelle doit se détacher un numéro d'ordre.

Le numérotage des signaux dans les gares commence toujours au numéro 1 pour chaque gare, en affectant les numéros impairs aux signaux qui protégent la voie des *trains impairs*, et les numéros pairs à ceux qui protégent la voie des *trains pairs*, quel que soit le côté de la voie où sont placés les mâts de signaux ou leurs manœuvres.

Ces numéros sont appliqués, d'une part, sur chaque face du contre-poids du levier de manœuvre, et d'autre part, sur la face blanche du disque.

Pour les signaux à plusieurs manœuvres, le numéro inscrit sur le disque est répété sur chacun des contre-poids des leviers de manœuvre, mais en y ajoutant un indice spécial, une lettre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par exemple, qui permet de distinguer les différentes manœuvres. Ce numéro, avec l'indice qui se rapporte à chaque manœuvre, est enfin répété sur chacun des contre-poids de rappel correspondants.

Changements de voie. — Les parties brutes des fers et des fontes des leviers de manœuvre reçoivent seules de la peinture, ordinairement de couleur foncée. Les poignées des leviers, maintenues dans leur poli et brillantes, et les parties frottantes, qui doivent être graissées, ne reçoivent aucune couleur.

Dans chaque gare, le numérotage des appareils commence au numéro 1 en le faisant partir de la tête principale de la ligne ; on affecte les numéros impairs aux changements pris en pointe par les trains impairs, et les numéros pairs aux changements pris en pointe par les trains pairs, quelles que soient d'ailleurs les voies sur lesquelles se trouvent ces appareils.

Les numéros sont peints sur les deux faces du contre-poids de chaque levier de manœuvre, et doivent se détacher parfaitement du fond.

Dans les gares où se trouve une bifurcation, le branchement d'accès est considéré comme appartenant aux deux lignes, et les autres appareils qui peuvent se trouver au delà de cette bifurcation, tant sur la voie d'embranchement que sur la ligne principale, sont numérotés à la suite de ce changement.

Les changements à trois voies sont considérés comme composés de deux appareils, et chaque contre-poids de manœuvre doit porter un numéro distinct.

Pour certains appareils de la voie, et notamment pour les changements et croisements, il est bon d'appliquer un numérotage spécial aux différentes pièces de chaque appareil. Ce numérotage permet de se rendre compte de la durée des pièces, et par suite des frais d'entretien et de remplacement.

Appareils divers. — On applique une couleur sombre sur les parties brutes des fers et des fontes des plaques tournantes, chariots, grues de chargement, ponts-bascule, poteaux indicateurs, heurtoirs et taquets d'arrêt.

Les charpentes reçoivent ordinairement une teinte bois, sauf

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les planchers et les parties enterrées ou près du sol, qui sont peintes en noir ou plus souvent imprimées au goudron.

Pour les grues, les parties sur lesquelles roulent les galets, les dents de roues d'engrenage et les chaînes ne reçoivent aucune peinture. Il en est de même des romaines, curseurs, couteaux, articulations des ponts-bascule, et en général des parties frottantes de tous les appareils.

Chaque appareil doit porter son numéro d'ordre qui peut être peint ou gravé sur une plaque de métal rapportée au moyen de vis à tête fraisée, en un point ou l'inscription soit toujours apparente sans gêner la manœuvre.

Observation. — Les numéros affectés à chaque appareil sont, avons-nous dit, rapportés avec soin sur les plans des stations. Lorsqu'on ajoute un ou plusieurs appareils dans une station on y applique des numéros *bis*.

L'addition ou la suppression d'appareils n'entraîne de modification dans le numérotage général que lorsque le nombre nécessite la révision totale du numérotage existant.

Les appareils placés aux abords des carrières de ballast, des embranchements, de certains passages à niveau, de postes de garde, de tunnels, etc., sont numérotés conformément aux règles établies pour les appareils de station.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE X.

ARCHITECTURE.

337. Conditions générales. — En présence des besoins nouveaux que l'établissement des chemins de fer a créés, des éléments nombreux et inconnus avant l'essor de l'industrie moderne, la mission de l'architecte prend une importance toujours plus marquée. Appelé à concourir dans la mesure de ses aptitudes à la construction des railways, l'architecte peut en effet exercer une influence très-sensible sur le développement du goût, sur la propagation des méthodes raisonnées de la construction, sur l'accroissement général du bien-être, par l'exemple de l'économie judicieuse appliquée à l'art de bâtir.

Tous les édifices nécessaires à l'exploitation des chemins de fer, depuis les grandes gares des lignes de premier ordre jusqu'aux ateliers, aux maisons de garde et aux abris des chemins les plus modestes, tous sans exception doivent satisfaire à trois conditions :

1° S'approprier exactement à leur destination ;

2° Offrir toutes garanties de salubrité, de durée et d'économie désirables ;

3° Porter l'empreinte de la distinction.

On n'atteint ces *desiderata* que par l'union intime des règles du goût raisonné et de la construction, par l'association des sciences mathématiques et de la recherche des formes d'art, en un mot par la collaboration de l'artiste et de l'ingénieur.

Cette nécessité clairement établie aujourd'hui a été trop longtemps méconnue ; de là ces nombreuses constructions banales, incommodes et défectueuses à tous les points de vue, mal appropriées au site, au climat, au milieu qui les enveloppe ; en un mot, ces temples grecs au fond d'une gorge sau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vage, ces châteaux forts au milieu de paisibles habitations rurales, ces chalets suisses sur les rives du Bosphore.

Un édifice quelconque affecté à l'usage du chemin de fer, ayant une destination parfaitement définie, doit l'accuser aussi sincèrement par son enveloppe que par ses dispositions intérieures ; il faut qu'il soit franc.

« En architecture, a dit un maître [1], il y a, si je puis m'exprimer ainsi, deux façons d'être vrai. Il faut être vrai selon le programme, vrai selon les procédés de construction. Etre vrai selon le programme, c'est remplir exactement, scrupuleusement les conditions imposées par un besoin ; être vrai selon les procédés de construction, c'est employer les matériaux suivant leurs qualités et leurs propriétés. Ce que l'on considère comme des questions purement d'art, savoir : la symétrie, la forme apparente, ne sont que des conditions secondaires en présence de ces principes dominants. »

De ces considérations découle la conclusion suivante : chaque édifice de chemin de fer réclame une étude spéciale, afin de l'approprier tout à la fois à sa destination particulière, à la localité où il s'élèvera, enfin à la nature des matériaux applicables dans l'espèce. C'est assez dire qu'il ne devra jamais ou presque jamais affecter l'empreinte d'une reproduction servile, l'image d'un type imposé.

Sans doute des raisons d'économie conduisent à l'adoption de certaines formes commandées qui peuvent, sans inconvénients, trouver leur place et leur application. C'est à l'homme de l'art à tirer parti de ces éléments et à les employer judicieusement sans se laisser dominer par eux.

L'espace et, plus encore, l'autorité nous manquent pour donner à la question de l'architecture des chemins de fer tout le développement qu'elle comporte. Il suffit à notre but de rappeler ici ces principes élémentaires, et de résumer dans le présent chapitre les exigences imposées aux bâtiments de chemins de fer par leur destination.

[1] M. Violet-le-Duc, *Entretiens sur l'architecture*, t. I, p. 454.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce chapitre se divise en cinq paragraphes, consacrés : le premier, aux questions générales de ventilation et de chauffage ; le second, aux constructions élevées en dehors des stations pour la surveillance du chemin ; le troisième, aux installations nécessaires au service des voyageurs ; le quatrième, aux établissements réclamés par le service des marchandises ; le cinquième, enfin, aux conditions générales de construction et d'entretien des bâtiments.

Nous avons omis avec intention l'examen des dépendances du service de la locomotion, telles que les remises de matériel roulant, ateliers, etc., etc. Ce complément obligé de l'architecture des chemins de fer se trouve développé dans la seconde partie de ce traité : SERVICE DE LA LOCOMOTION.

Enfin les détails d'appropriations intérieures relatives aux service des voyageurs et des marchandises, sont reportés dans la troisième partie : SERVICE DE L'EXPLOITATION.

§ I.

QUESTIONS D'HYGIÈNE.

338. VENTILATION. — Pour rendre les bâtiments habitables il ne suffit pas de les protéger contre les éléments de destruction auxquels ils sont naturellement exposés. Il faut de plus les aménager en vue de satisfaire à d'autres conditions imposées par l'hygiène : la *ventilation* et le *chauffage*, précautions sans lesquelles le séjour dans l'intérieur des habitations peut devenir intolérable. Occupons-nous d'abord de la ventilation.

Air respirable. — La présence d'une ou de plusieurs personnes dans un local fermé de toutes parts y rend le séjour impossible au bout de quelques heures. Ce phénomène a deux causes : 1° la combustion de l'oxygène de l'air que la respiration pulmonaire transforme en acide carbonique, — poison délétère, comme on sait ; — 2° la présence dans l'atmosphère d'une grande quantité de vapeur d'eau et d'effluves dues aux diverses émissions du corps humain.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le malaise que la présence de ces diverses substances apporte dans l'organisme ne disparaît qu'à l'aide d'un entraînement très-actif de l'air vicié, par un afflux constant et largement suffisant d'air pur, frais en été, chaud en hiver.

C'est le but de la ventilation.

Les savants ne sont pas fixés sur les quantités d'air pur à introduire dans les locaux habités pour y rendre le séjour confortable. 10 à 12 mètres cubes d'air par personne et par heure paraissent être un minimum, car lorsqu'il s'agit de ventiler une réunion quelque peu nombreuse, la température et les émanations humaines devenant plus intenses, le volume d'air à fournir doit s'élever au moins à 30 mètres par individu.

Par suite d'habitudes invétérées mais vicieuses, on compte communément sur le renouvellement d'air produit par les courants qui s'établissent à travers les joints des portes ou fenêtres communément mal closes, et l'on ne prend aucune mesure spéciale pour alimenter en air pur les intérieurs d'habitation. Lorsque le nombre d'individus enfermés est peu élevé, les inconvénients de cette absence de ventilation sont peu sensibles. Il en est tout autrement des locaux où se trouvent réunis beaucoup de personnes, comme les bureaux, les salles d'attente, les assemblées, surtout dans les localités où la rigueur du climat motive des précautions contre les rentrées d'air extérieur telles que doubles portes, doubles fenêtres, calfeutrage des joints, etc., etc., et où les individus portent des vêtements bien disposés contre les intempéries, mais qui sont souvent de véritables foyers d'émanations intolérables. Dans ces derniers cas principalement, la ventilation est d'absolue nécessité.

Entretien des lumières. — La combustion des carbures d'hydrogène qui composent les matières employées à l'éclairage, contribue pour une large part à la viciation de l'air confiné. Comme le pouvoir éclairant des flammes dépend de la quantité d'oxygène disponible dans l'air d'alimentation, il y a tout intérêt, sans parler de la question d'hygiène, à renouveler l'air ambiant. On compte, pour l'entretien convenable d'une flamme de bougie ou de chandelle, un volume de 6 mètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cubes d'air par flamme et par heure, de 20 mètres pour une lampe à huile ordinaire et de 30 mètres pour un bec de gaz.

Dans le calcul de la ventilation d'un local, ces volumes doivent naturellement s'ajouter à ceux qui sont donnés par le nombre de personnes à aérer.

Différents modes de ventilation. — La nécessité de ventiler les différents locaux fréquentés par le public ou les agents du chemin de fer est donc manifeste. On y pourvoit à l'aide de deux espèces de procédés : la ventilation naturelle, la ventilation artificielle.

Le meilleur et le plus simple des procédés de ventilation naturelle, c'est l'ouverture des portes et fenêtres ; mais il ne peut s'appliquer que pendant la belle saison et encore présente-t-il quelquefois des inconvénients pour les personnes que les courants d'air incommodent.

Lorsque l'on n'a pas la liberté d'appliquer ce procédé, la ventilation d'été peut encore s'effectuer par ventouses ménagées vers le sol et vers le plafond des salles.

L'air de l'intérieur étant plus chaud que l'air extérieur, le local représente une vaste cheminée à plusieurs ouvertures dans laquelle s'établit un courant ascendant dont la vitesse est fonction de la différence de température de l'air dans l'intérieur de la salle et de l'air extérieur.

En combinant ces ouvertures de façon à placer les ventouses inférieures vers la partie la plus froide de l'édifice, et les ventouses supérieures vers la face la mieux exposée au soleil, on obtiendra un effet de ventilation plus sensible encore. Enfin si l'on a soin de garantir les ventouses de sortie contre les coups de vent par des gaînes et des mitres, de pourvoir ces ouvertures de registres pour en régler la section, tout en leur donnant de larges dimensions afin de diminuer la vitesse de l'air, on aura satisfait à peu près aux strictes exigences de la salubrité pour les petites réunions ayant une faible durée, comme c'est le cas ordinaire en exploitation de chemins de fer pendant l'été.

Mais dans les réunions nombreuses et de longue durée, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ventilation naturelle n'est plus suffisante [1]. On a dès lors recours à la ventilation artificielle, dont les procédés peuvent se diviser en deux classes :

— Ventilation par échauffement de l'air ;

— Ventilation par machines ;

339. VENTILATION PAR ÉCHAUFFEMENT DE L'AIR. — Soient h et s la hauteur et la section droite d'une cheminée, t la température et a le coefficient de dilatation de l'air qui occupe l'intérieur de la cheminée et du milieu environnant.

Le volume de l'air dans la cheminée est exprimé par [2]

$$sh\,(1+at)$$

Si, par un moyen quelconque, on échauffe l'air à la température t', cet air se dilate et son volume devient

$$sh'\,(1+at'),$$

la section s restant constante et h' étant la hauteur de la nouvelle colonne d'air.

On peut considérer les poids de ces deux volumes comme restant constants et dès lors écrire l'égalité

$$h\,(1+at)=h'(1+at'),$$

d'où $h'=h(1+at):(1+at')$ et à peu près $=h\left[1+a(t'-t)\right]$; la cheminée conservant sa hauteur h, il en est sorti un volume dont la hauteur $h'-h=ha\,(t'-t)$ représente l'excès de la pression extérieure sur la pression intérieure au bas de la cheminée.

[1] Le reproche de négligence dans la recherche du bien-être des voyageurs n'est malheureusement que trop justifié à l'égard de certaines administrations. — Nous avons été à plusieurs reprises témoin actif du malaise éprouvé par tous les voyageurs attendant l'heure du départ des trains dans les salles d'attente du chemin de fer de l'Ouest, gare de la rue Saint-Lazare, salles très-exposées aux rayons du soleil et à la chaleur concentrée sous les halles de départ et d'arrivée. (Ancienne gare)

[2] $a=0{,}00366$. 2e partie. LOCOMOTION : *Moteurs, Construction et Entretien.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'air extérieur pénètre donc dans la cheminée par l'orifice inférieur avec une vitesse $v = \sqrt{2gha\,(t'-t)}$,

ou $$v = \sqrt{2ga}\sqrt{h}\sqrt{t'-t.}$$

Dans cette valeur de v le coefficient $\sqrt{2ga}$ est constant ; représentons-le par q et nous avons alors $v = q\sqrt{h}\sqrt{t'-t}$.

Par cette formule, on voit que la vitesse d'entraînement par seconde de l'air ambiant appelé par le chauffage de l'air dans la cheminée est proportionnelle à $\sqrt{h}$ et à $\sqrt{t'-t}$. Il y a donc intérêt, pour obtenir de grandes vitesses, à employer de hautes cheminées, mais dans certaines limites, car il faut que la différence de température $t'-t$ reste sensiblement constante sur toute la hauteur, et un allongement considérable de la cheminée amène nécessairement une diminution de la température de l'air chaud.

D'un autre côté, la vitesse étant proportionnelle à $\sqrt{t'-t}$ et cette différence de température étant fonction de la quantité de combustible consumée pour l'obtenir, d'après M. Piarron de Mondésir[1], dans un appareil quelconque de ventilation par échauffement de l'air, la dépense de combustible est proportionnelle au cube de la vitesse d'entraînement.

Pour se rendre compte du prix de la ventilation par échauffement de l'air, connaissant le nombre de mètres cubes d'air à entraîner par une cheminée donnée, on n'aura qu'à poser l'égalité suivante

$$\mathrm{C}\,k = s \times 3600 \times v \times (t'-t) \times p \times c,$$

dans laquelle C représente la puissance calorifique ou le nombre de calories communiquées à l'air par unité de combustible employé pour produire l'augmentation de température $(t'-t)$ [2];

[1] Communication relative au système de ventilation par l'air comprimé et à son application au palais de l'Exposition universelle de 1867. *Société des ingénieurs civils*, 1er cahier, 1867.

[2] 2e partie. LOCOMOTION, *Moteurs, Construction et Entretien.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

k, le nombre d'unités de combustible dépensées par heure;

s, la section de la cheminée, en mètres carrés;

v, la vitesse de l'air à faire passer par la cheminée en une seconde;

p, le poids d'un mètre cube d'air $= 1^k,293$;

c, la chaleur spécifique ou capacité calorifique de l'air, à pression constante $= 0,2378$ [1].

Un local étant donné, si on le met en communication avec la base d'une cheminée dans laquelle on entretient une source convenable de chaleur, on enlèvera de ce local l'air vicié qu'il peut renfermer. L'air pur appelé à remplacer l'air entraîné peut s'y introduire de diverses façons :

1° Par les joints des portes et fenêtres;

2° Par des ventouses communiquant immédiatement avec l'air extérieur;

3° Par des ventouses communiquant avec l'air extérieur après avoir circulé dans un appareil de chauffage.

De ces trois solutions, la première est la moins satisfaisante, car elle présente en été trop d'irrégularité, et en hiver trop d'inconvénients pour le confort.

En été la seconde solution peut être convenable à la condition que les ventouses soient largement et régulièrement distribuées dans le local à ventiler.

En hiver la troisième solution ne peut devenir satisfaisante qu'en n'introduisant que de l'air convenablement échauffé, sans trace de combustion des matières organiques qu'il emporte avec lui, et chargé d'une quantité de vapeur d'eau au moins égale à celle que le corps humain est habitué à trouver dans l'air ordinaire. Nous reprendrons cette question en parlant du chauffage.

On connaît l'effet d'un jet de vapeur lancé dans une cheminée, sur le tirage du foyer des locomotives [1]. Plusieurs tentatives ont été faites pour appliquer ce procédé à la ventilation, en installant dans l'intérieur d'une cheminée d'appel un ou plusieurs ajustages communiquant à un générateur de vapeur.

[1] 2e partie, LOCOMOTION : *Moteurs; Considérations générales.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'aspiration ne manque pas de se produire, mais l'effet utile obtenu ne répond pas à la consommation de vapeur, et en définitive à la quantité de combustible consumée. A moins d'employer un jet de vapeur complétement inutilisable, les causes de perte sont en effet très-nombreuses : perte de chaleur dans la production de la vapeur ; perte due au refroidissement de l'air et à l'augmentation de sa densité par suite de la condensation de la vapeur, etc.

Comme moyen temporaire d'aérage, par exemple pour l'aspiration des gaz du fond d'un puits ou d'une galerie en creusement, l'aspiration de l'air vicié, par un jet de vapeur lancé au pied d'une cheminée d'appel comme le *souffleur* dans la locomotive, nous a rendu de précieux services.

340. VENTILATION PAR MACHINES. — *Aspiration.* — Quand on dispose d'une certaine force mécanique, on peut l'employer à faire mouvoir un des nombreux appareils connus sous le nom de *ventilateurs*[1]. Dans ces appareils, les palettes planes ou courbes, dans leur mouvement de rotation, agissent par déplacement sur l'air à évacuer en le refoulant à l'extérieur avec une vitesse qui dépend de celle imprimée à la machine. Le vide partiel qui se produit à l'entrée de l'air dans l'appareil est sans cesse comblé par l'air du local à assainir qui subit ainsi une véritable aspiration.

Les inconvénients de ce mode de ventilation sont nombreux : la vitesse de déplacement de l'air appelé ne devant pas dépasser 1 à 2 mètres par seconde, on est obligé de donner aux appareils de très-grandes dimensions pour obtenir le volume d'air voulu. — La ventilation dépend de l'allure du moteur et peut être arrêtée à tout moment par un dérangement de la machine. Comme le procédé de ventilation par la chaleur, il est soumis aux rentrées d'air accidentelles, si les ventouses qu'il faut toujours ménager ne débitent pas le volume d'air aspiré par le ventilateur.

Refoulement. — Au lieu d'aspirer l'air vicié et de le renou-

[1] Péclet, *Traité de la chaleur*, t. I, p. 251, 3e édit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veler par des ventouses débouchant à l'air libre, les ventilateurs peuvent être disposés pour puiser l'air frais au dehors et le refouler dans le local. Cet air refoulé, ayant une vitesse trop grande pour la ventilation des lieux habités, doit être mélangé à une masse d'air suffisante pour que le volume total prenne la vitesse habituellement admise. Conjointement avec ce refoulement de l'air, il faut installer des ventouses de sortie de l'air, qui, pour bien fonctionner, doivent communiquer avec une cheminée d'appel.

Emploi de l'air comprimé. —M. Péclet a fait quelques expériences[1] sur l'appel produit par un jet d'air lancé dans un tuyau ouvert par les deux bouts. L'air injecté avait une assez faible pression, $0^m,056$ d'eau au maximum, et malgré ce notable désavantage, il obtenait un effet utile qui s'est élevé jusqu'à 0,30 du travail dépensé.

En 1863, la même idée se retrouve dans un mémoire sur la *Construction des grands tunnels* présenté à la Société des ingénieurs civils en juin 1863, par M. Tony-Fontenay, ex-ingénieur en chef du chemin de fer du Dauphiné. Parmi tous les détails ingénieux que M. Tony-Fontenay proposait pour le travail du percement des Alpes, on y voit l'air comprimé appliqué à l'épuisement des eaux et à la ventilation en lançant un jet d'air sous pression dans un large tuyau en bois ouvert à ses deux extrémités et destiné à amener de l'air frais jusqu'au front de taille du creusement des galeries.

Enfin, dans la séance du 15 février 1867, M. Piarron de Mondésir communiquait à la Société des ingénieurs civils[2] un projet de ventilation mécanique proposé pour le palais de l'Exposition universelle de 1867, et qui, en effet, y a fonctionné avec le plus grand succès.

La disposition appliquée au champ de Mars par M. Piarron de Mondésir consistait essentiellement dans l'installation de jets d'air sous pression au centre de gravité des galeries souter-

[1] *Traité de la chaleur*, 3e édit., t. I, p. 284.
[2] Communication, etc., etc., *ut suprà*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

raines puisant de l'air frais dans le jardin. Cet air était comprimé à la pression d'environ un dixième d'atmosphère à l'aide de diverses machines soufflantes exposées par plusieurs constructeurs et amené par des conduites en tôle dont le diamètre a varié de $0^m,60$ à $0^m,30$, selon le nombre d'injecteurs à desservir.

L'air ayant traversé les ventouses ménagées à la surface du sol s'élevait dans les galeries d'exposition et s'échappait par les jours ménagés dans la couverture.

Pour appliquer son système à la ventilation des lieux habités, M. Piarron de Mondésir proposait de combiner l'insufflation de l'air avec une aspiration de l'air vicié produite par une injection d'air comprimé installée au bas d'une cheminée d'appel.

Aérage des tunnels. — En matière de ventilation, les calculs fondés sur la simple théorie conduisent souvent à de rudes déceptions. Sans parler des nombreux échecs rencontrés dans la ventilation des édifices, indiquons en passant les faits établis par le percement du mont Cenis.

On sait que ce grand travail s'est effectué presque en totalité à l'aide du perforateur à air comprimé de M. Sommeiller. On croyait, et on l'a même écrit récemment, que « chaque coup de barre à mine introduit, tout en faisant le déblai, un volume d'air considérable qui refoule à l'extérieur l'air vicié. »

Le fait vrai c'est que l'air comprimé employé au déblai ne refoule rien, car pour obtenir un aérage à peine tolérable pendant l'exécution des travaux, on a dû recourir à des machines aspirantes composées de trois grandes cloches à air manœuvrées par des cylindres à colonne d'eau ; chaque tête du tunnel est pourvu de cet appareil qui aspire l'air vicié de l'intérieur par un canal en bois établi dans l'aqueduc du tunnel.

Il y a plus : bien que les deux entrées se trouvent à des altitudes très-différentes — Modane au nord, $1\,202^m,82$, Bardonnèche au sud, $1\,335^m,38$ — ; que le tunnel forme ainsi une immense cheminée de 12233 mètres[1] de longueur avec une

[1] La longueur calculée du tunnel devait être de 12 220 mètres; au percement, on a trouvé une différence de 13 mètres en plus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hauteur en projection verticale de 132m,50 et des parois dont la température constante dépasse 34 degrés, l'appel régulier n'existe pas encore.

Nous avons visité le souterrain le 13 mars 1871, quelques semaines après la rencontre des deux galeries d'avancement; la montagne était donc percée de part en part, les deux têtes mises en communication; les perforateurs encore employés pour le battage au large, mais les machines aspirantes au repos. Lors de cette visite, l'atmosphère du tunnel était moins que tolérable, les lumières invisibles à la distance de quelques mètres, les hommes et les chevaux en sueur; la marche de l'air vicié complétement indécise, prenant tantôt la direction vers l'Italie, tantôt vers la France, sans vitesse appréciable. Et cependant on était en hiver, au voisinage des neiges éternelles, et rien dans les indications barométriques et thermométriques recueillies chaque jour depuis l'achèvement du percement sur les deux versants des Alpes ne pouvait expliquer ce singulier phénomène.

Probablement le service d'entretien dans le tunnel réclamera une ventilation artificielle. On utiliserait dans ce cas l'une des machines aspirantes établies pour le percement. On projette en même temps de creuser près de la tête sud un puits destiné à augmenter la hauteur d'appel et à vaincre par là l'inertie de la masse d'air confiné, ainsi que les frottements dus au long parcours.

Résumé. — Il n'existe pas d'expériences comparatives propres à faire ressortir la supériorité de l'un quelconque des systèmes que nous venons d'indiquer sur les autres. Dans chaque système, il y a des pertes inhérentes au mode d'application de la chaleur qui, sous une forme ou sous une autre, intervient toujours.

Quoi qu'il en soit, pour l'objet qui nous occupe, la ventilation par échauffement direct de l'air vicié combinée en hiver avec le chauffage de l'air pur aspiré paraît présenter le plus d'avantages, comme facilité d'installation et de service. Ce système nécessite, il est vrai, la construction d'une cheminée of-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frant une large section et une certaine hauteur et le maintien en activité d'une production de chaleur. Mais il est peu de stations de chemins de fer où cette installation ne se rencontre pas forcément. En hiver, la question est facilement résolue, comme nous le verrons plus loin. En été, l'alimentation d'un foyer d'appel, avec des déchets de combustible, soit même avec du combustible neuf, voire du gaz d'éclairage, serait d'ailleurs peu coûteuse, puisqu'elle ne devrait avoir lieu que d'une manière intermittente et à des heures parfaitement réglées à l'avance.

Que si l'on reculait devant la dépense du chauffage d'appel, on pourrait utiliser les heures d'inaction forcée du personnel des équipes, en faisant élever à une certaine hauteur des poids qui par leur descente mettraient en activité une des machines de ventilation dont nous avons parlé.

341. CHAUFFAGE. — CLASSIFICATION. — On peut diviser le problème général du chauffage en deux autres :

— 1° Production économique de la chaleur ;

— 2° Utilisation de la chaleur.

Quel que soit le procédé à l'aide duquel on produise de la chaleur, la solution du problème consiste à trouver le moyen d'opérer, moyennant le minimum de déperdition, l'échange de calorique entre la source de chaleur et l'air des locaux à échauffer.

La source de chaleur, c'est tantôt le combustible lui-même, fournissant immédiatement la chaleur par rayonnement, tantôt un corps, solide, liquide ou gazeux, échauffé préalablement par le combustible en ignition, et qui, en se refroidissant, transmet à l'air à échauffer la chaleur acquise.

Le chauffage, en un mot, est un échange de chaleur. — Connaissant donc le volume d'air à échauffer, on déterminera la quantité de chaleur à lui fournir, pour l'amener à une température donnée, abstraction faite des pertes de toute nature, en multipliant ce volume par le poids d'un mètre cube d'air, et le produit par la chaleur spécifique de l'air et le nombre de degrés de chaleur demandé. La même opération effectuée sur la source donnera la quantité de chaleur cherchée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on voulait échauffer ce volume d'air à l'aide de l'eau chaude, par exemple, comme on sait que 1 kilogramme d'eau, à une température donnée, renferme autant d'unités de chaleur que sa température comporte de degrés, il suffira de diviser le produit précédent par le nombre de degrés que doit perdre l'eau pour connaître la quantité x d'eau chaude nécessaire au chauffage du volume d'air en question. Ainsi, pour échauffer de 20 degrés 100 mètres cubes d'air avec de l'eau à 90 degrés, il faudra $100 \times 1^k,293 \times 0,2378 \times 20^\circ = 614,950 = x \times (90^\circ - 20^\circ)$, d'où $x = 8^k,785$.

Si l'on voulait obtenir le même résultat à l'aide de la vapeur d'eau saturée à 100°, il faudrait poser $614,950 = x \times 537$, ce dernier nombre étant, comme on sait, la chaleur latente de vaporisation, d'où $x = 1^k,145$ de vapeur.

Les développements que nous avons consacrés ailleurs aux *généralités sur la chaleur* [1] et à l'examen des *combustibles* [2] nous dispenseraient, à la rigueur, d'entrer ici en plus de détails à ce sujet. Cependant, pour l'intelligence de l'étude rapide que nous faisons sur le chauffage, il nous paraît nécessaire de rappeler que la production *industrielle* de la chaleur est due au phénomène de la combustion de certains corps solides, comme les houilles, les bois et leurs dérivés; liquides, comme les huiles végétales ou minérales; gazeux, comme les diverses combinaisons du carbone avec l'oxygène et l'hydrogène.

La valeur industrielle de ces différents combustibles dépendant de leur puissance calorifique, c'est-à-dire de la quantité de calories que développe la combustion de 1 kilogramme de chacun d'eux, le choix à faire entre les combustibles, lorsqu'il s'agit d'installer un appareil de chauffage, est déterminé par la puissance calorifique combinée avec le prix auquel on peut se les procurer. — Ainsi, en supposant la tonne de houille à 30 francs et le stère de bois pesant 350 kilogrammes à 5 francs, auquel de ces deux combustibles donnera-t-on la préférence?

[1] LOCOMOTION : ***Moteurs, Construction et Entretien.***
[2] *Id.* : ***Alimentation des machines.***

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Evidemment à celui qui fournira une certaine quantité de chaleur, 1 000 calories, par exemple, au prix de revient minimum.

Pour la houille on aura..... $\frac{30^f \times 1000}{7200^c \times 1000^k} = 0^f,00416$

Pour le bois..... $\frac{5^f \times 1000}{2800^c \times 350^k} = 0^f,00532$

Ainsi l'avantage est évidemment en faveur de la houille.

Supposons qu'il s'agisse d'échauffer 10 000 mètres cubes d'air à 30 degrés dans une cheminée d'appel, en employant comme combustible le gaz d'éclairage.

Le mètre cube d'air pesant $1^k,293$, le poids total de l'air à échauffer sera $10000 \times 1^k,293 = 12930$ kilogrammes. La capacité calorifique de l'air étant 0,2378, la quantité de calories à produire sera $12930 \times 0,2378 \times 30 = 92243$ calories. Quelle serait la quantité de gaz qu'il faudrait brûler pour produire ce nombre de calories ?

La composition du gaz d'éclairage varie d'après le moment de la distillation de la houille qui le produit. En moyenne on peut considérer 1 mètre cube de gaz d'éclairage comme renfermant les éléments gazeux portés en proportion dans le tableau suivant :

Nature des gaz.	Volumes (Litres).	Densités.	Poids (Kilogrammes).
Protocarbure d'hydrogène...	600	0,559	0,4660
Bicarbure d'hydrogène.....	100	0,978	0,1254
Hydrogène.....	130	0,069	0,0117
Oxyde de carbone.....	120	0,967	0,1500
Carbures divers.....	30	0,900	0,0369
Azote	20	0,971	0,0252
Totaux et moyennes.....	1 000	0,610	0,7950

En fabrication courante, la densité du gaz est inférieure à celle portée à ce tableau, ce qui indiquerait que la proportion d'hydrogène est supérieure à celle que nous avons appliquée.

La chaleur développée par la combustion serait la somme des calories produites par la combustion de ces différents corps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi :

Protocarbure d'hydrogène	$0^k,466 \times 13663^c$	$= 6367^c$
Bicarbure d'hydrogène	$0,125 \times 11857$	$= 1482$
Hydrogène	$0,012 \times 34462$	$= 413$
Oxyde de carbone	$0,150 \times 2403$	$= 361$
Carbures divers	$0,037 \times 7000$	$= 259$
Nombre total de calories ..		9882^c

Pour échauffer 10000 cubes d'air à 30 degrés, il faudrait brûler $\frac{92243}{9882} = 9^{mc},333$ de gaz qui, à raison de $0^f,30$ le mètre cube, porteraient le coût de l'échauffement du volume d'air en question à $2^f,80$. Ici encore l'avantage est du côté de l'emploi de la houille, et si le chauffage devait être continu, il n'y aurait pas à hésiter ; mais pour le chauffage intermittent, la différence entre les deux prix de revient serait beaucoup moins considérable, car il y a dans l'allumage d'un foyer à la houille, l'alimentation et l'extinction du feu, une portion de combustible brûlée en pure perte ; ce qui n'a pas lieu avec le gaz.

Si l'on voulait se rendre compte des quantités d'acide carbonique et de vapeur d'eau produites par la combustion du gaz et entraînées dans l'air échauffé, il faudrait se rappeler que le protocarbure d'hydrogène, par exemple, se compose en poids de 0,75 de carbone et de 0,25 d'hydrogène, qui à la combustion donnent ici $0^k,466 \times 0,25 \times 9 = 1^k,048$ d'eau et $0^k,446 \times 0,75 \times 3,65 = 1^k,375$ d'acide carbonique.

Dans les calculs relatifs à l'établissement d'un chauffage, il faut toujours tenir compte du refroidissement de l'enceinte du local à échauffer ; les murs minces et exposés à l'air extérieur et les surfaces vitrées donnent surtout lieu à des déperditions de chaleur très-appréciables[1].

Appareils de chauffage. — Nous ne dirons que deux mots du réchaud portatif, de cet appareil primitif connu chez les Grecs sous le nom d'ἐσχάριον, et chez les Romains sous celui de *fo-*

[1] Voir sur la question de chauffage : Péclet, ***Traité de la chaleur.***

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culus, employé encore dans certaines contrées du midi de la France, en Espagne, en Italie et communément en Turquie où il porte le nom de *mangal*. Il consiste en un vase de cuivre, généralement porté à $0^m,50$ du sol par des pieds reposant sur un vaste plateau circulaire de même métal, ayant environ $0^m,80$ de diamètre.

On place dans le vase mobile une certaine quantité de braise allumée et de cendres chaudes. — La combustion du carbone s'y effectuant très-lentement et par la partie supérieure, la production de l'oxyde de carbone n'est pas à redouter[1]; mais l'acide carbonique qui en résulte amènerait l'asphyxie si la chambre à chauffer ne présentait pas un vaste volume d'air dans lequel le gaz méphitique se répand par diffusion, ou bien si l'air ne s'y renouvelait pas de façon suffisamment active.

En effet, l'air atmosphérique sec et pur pèse $1^k,293$ le mètre cube. Il renferme 21 d'oxygène et 79 d'azote. La densité de l'oxygène par rapport à l'air étant 1,1056, il s'ensuit que 1 mètre cube d'air contient $1,293 \times 1,1056 \times 0,21 = 0^k,3002$ d'oxygène.

D'un autre côté l'acide carbonique étant formé de 27,27 de carbone et 72,73 d'oxygène, 1 kilogramme de carbone, pour se transformer en acide carbonique, exige $\frac{72,73}{27,27} = 2^k,667$ d'oxygène, et par conséquent $\frac{2,667}{0,3002} = 8^{mc},811$ d'air. Et comme l'air devient irrespirable quand il ne renferme plus que le tiers de l'oxygène en proportion normale, il s'ensuit que la combustion de 1 kilogramme de charbon rend irrespirables 27 mètres cubes d'air confiné.

Quant à la quantité de chaleur ainsi produite, elle est considérable. En effet, le pouvoir calorifique du charbon étant de 7 000 calories, et la chaleur spécifique de l'air étant 0,2378, le nombre de degrés de chaleur renfermé dans l'air ainsi chargé d'acide carbonique serait égal à

$$\frac{1^k,00 \times 7000}{27^{mc} \times 1^k,295 \times 0,2378} = 833 \text{ degrés.}$$

[1] 2e partie, LOCOMOTION : *Moteurs, Construction et Entretien,* etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, à tous les points de vue de l'hygiène, le mode d'échauffement par les réchauds mobiles n'est admissible que dans les locaux ouverts, ou du moins renfermant un volume d'air très-considérable.

Abstraction étant donc faite de ce procédé barbare, il y a aujourd'hui, pour le chauffage des locaux habités, trois systèmes qui satisfont plus ou moins complétement aux conditions de l'hygiène — température modérée et constante, ventilation suffisante —; ce sont :

1° Le chauffage par *foyer ouvert*, où le combustible diffuse directement dans le local sa chaleur rayonnante. On désigne souvent ce système sous l'appellation impropre de chauffage *par cheminée;*

2° Le chauffage par *foyer fermé*, installé dans le local à échauffer, et où la chaleur produite par la consommation du combustible se transmet en traversant l'enveloppe du foyer; c'est le système des *poêles*.

3° Le chauffage par distribution à distance de la chaleur développée dans un foyer placé en dehors du local à échauffer; c'est le chauffage par *calorifères*.

342. CHAUFFAGE PAR FOYER OUVERT.—Dans ce système, le combustible est brûlé dans un espace plus ou moins vaste, accolé à l'un des murs, installé au niveau du sol, ouvert du côté de la pièce à échauffer et surmonté d'un tuyau qui active le tirage en portant dans l'atmosphère les produits de la combustion. L'air nécessaire à la combustion est puisé dans la pièce, et par l'effet du tirage il produit un appel énergique dans le tuyau. La plupart des cheminées construites il y a quelques années comme dans les siècles précédents se présentaient avec des dimensions excessives. Les tuyaux étaient très-larges et l'espace ménagé pour le combustible considérable. Il résultait de ce dispositif un tirage énorme dans la cheminée, et qui appelait de l'extérieur dans la pièce des courants d'air d'autant plus abondants que le feu était plus actif. Le peu de chaleur que l'on en tirait n'était qu'une petite portion de celle rayonnée par le combustible. Enfin les grandes dimensions du tuyau pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voquaient dans la cheminée des doubles courants d'air qui ramenaient la fumée dans la pièce.

L'étude attentive des conditions du chauffage a fait apporter depuis cinquante années de grands perfectionnements à ces appareils.

Aujourd'hui on s'efforce de démasquer le foyer autant que possible, de manière à utiliser dans une plus large mesure la chaleur rayonnante produite par le combustible ; de diminuer la section des tuyaux de cheminée afin d'éviter les courants descendants et l'appel trop énergique de l'air inutile à la combustion.

Pour entretenir dans une salle présentant un volume de 100 mètres cubes une température constante de 15 à 16 degrés, un foyer de $0^{m},50$ de largeur sur $0^{m},25$ de profondeur est amplement suffisant avec une cheminée de 10 mètres de hauteur ayant $0^{m2},05$ de section dans le tuyau et $0^{m2},02$ au-dessus du foyer; on peut y brûler 1 kilogramme de coke par heure et entretenir dans la pièce une ventilation et une température très-convenables ; avec les anciennes dispositions, une consommation décuple n'aurait pas produit la moitié de ce résultat.

Avec les foyers ouverts ordinaires, l'atmosphère de la pièce fournit non-seulement l'air destiné à la combustion, mais encore l'excédant qu'enlève l'appel de la cheminée. Pour combler le vide ainsi produit, il faut que l'air extérieur pénètre à l'intérieur du local; c'est ordinairement par les joints mal faits des ouvertures que s'effectuent ces rentrées d'air, naturellement à la température du dehors. De là une cause incessante de refroidissement. Par contre, si les joints sont bien faits, si l'air ne rentre pas facilement, il y a défaut de ventilation et invasion de fumée. Pour remédier à ces deux inconvénients, on doit établir dans toute cheminée à foyer ouvert, un appareil propre à échauffer l'air pur qu'un tuyau amène directement du dehors pour le déverser dans la pièce. Les surfaces échauffées par le combustible et destinées à transmettre leur chaleur à l'air pur doivent être disposées pour appeler l'air extérieur par un courant ascendant, sans quoi il n'y aurait pas de ventilation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi disposé, le problème du chauffage par foyer ouvert est très-convenablement résolu. Evidemment, le rapport de la chaleur utilisée à celle que développe le combustible consommé, est très-faible, car la fumée en entraîne une énorme portion. Aussi ce système n'est-il convenable que dans des locaux où règne un certain confortable. Appliqué isolément, il n'est d'ailleurs possible que dans les pays où la température extérieure descend rarement au-dessous de zéro. Dans les pays du Nord, où le thermomètre marque fréquemment — 15 ou — 20 degrés et au-dessous, le chauffage par foyer ouvert est insuffisant. On a recours alors au système suivant, qui offre le double avantage d'un excellent chauffage et d'une grande économie dans la dépense de combustible.

343. CHAUFFAGE PAR FOYER FERMÉ. — Les appareils répondant à ce système de chauffage, et qui portent le nom de *poêles*, se composent d'un vaisseau de forme quelconque enveloppant de toutes parts le combustible en ignition. Les gaz produits par la combustion, après avoir circulé plus ou moins longtemps dans l'intérieur de ce vaisseau, s'en échappent par un tuyau qui les conduit au dehors, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une cheminée.

En circulant dans l'intérieur du poêle ou de son prolongement, le tuyau d'évacuation, ces gaz communiquent par contact leur chaleur à l'enveloppe et quittent l'appareil à une basse température.

Quant à la chaleur rayonnante du foyer lui-même, elle est absorbée par les parois du poële qui la transmettent à la pièce.

Ainsi les appareils de cette catégorie utilisent aussi complétement que possible le calorique des combustibles. Mais par contre, et à moins de dispositions spéciales, ils ne ventilent pas du tout.

En effet, le foyer complétement enveloppé ne laisse pénétrer l'air nécessaire à la combustion que par une très-petite ouverture ménagée dans le cendrier. Quel est donc le volume d'air ainsi puisé dans la pièce? Nous savons que 1 kilogramme de charbon transformé en acide carbonique brûle la totalité de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'oxygène qui se trouve dans 9 mètres cubes d'air. En admettant que l'air traverse le poêle à moitié brûlé, il ne passera guère que 18 mètres cubes d'air dans un poêle consommant 1 kilogramme de charbon par heure; aussi l'air d'une pièce ayant 50 mètres cubes de capacité serait-il à peine renouvelé toutes les trois heures, si les portes ou les fenêtres ouvertes n'y suppléaient dans l'intervalle.

Les poêles ordinaires, principalement ceux construits en métal, ont un autre mouvement sérieux : celui de *dessécher* l'air, c'est-à-dire de diminuer la proportion habituelle de vapeur d'eau renfermée dans l'air et de brûler les poussières en suspension dans l'atmosphère. Comme l'air respirable doit contenir une certaine quantité de vapeur d'eau — environ 6 grammes et demi par mètre cube d'air à 15 degrés — on rend à l'air desséché son degré hygrométrique en plaçant sur une des parties du poêle un vase rempli d'eau que la chaleur évapore lentement.

Quant à la combustion des poussières atmosphériques, on y échappe en prenant la précaution de ne pas exposer à une température trop élevée les surfaces extérieures des poêles en contact avec l'air du local.

On construit les poêles en métal, en terre cuite et en maçonnerie. Les premiers sont principalement sujets aux inconvénients que nous venons de signaler ; mais leurs éléments, très-bons conducteurs de la chaleur refroidissant plus vite que les matières céramiques les gaz de la combustion et transmettant plus rapidement aussi le calorique du foyer, exigent une étendue de surface moindre que les autres poêles. Par contre, ils abandonnent plus rapidement leur chaleur.

Aussi, lorsqu'on veut une production rapide de chaleur, on préférera les poêles métalliques ; quand, au contraire, on aura besoin d'une chaleur constante, on choisira les poêles en matériaux mauvais conducteurs.

D'après ce que nous avons dit plus haut, les poêles ordinaires ne ventilent pas ; mais on peut corriger ce grave défaut en puisant de l'air à l'extérieur et en le faisant circuler à l'inté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieur des poêles dans des tuyaux échauffés par les gaz de la combustion.

Pour répartir aussi bien que possible la chaleur développée, les foyers fermés se placent souvent au milieu des pièces à échauffer ; afin d'échapper au désagrément résultant de la présence du tuyau de fumée dans l'atmosphère du local, on dirige les gaz vers l'extérieur par un conduit ménagé sous le sol ; mais le tirage n'est convenablement obtenu qu'en donnant aux gaz leur impulsion à l'aide d'une première circulation de bas en haut, et en faisant déboucher le tuyau d'évacuation dans une cheminée d'appel, où au besoin on allume un petit foyer de mise en train.

Pour certaines habitudes locales, les poêles présentent encore le petit inconvénient de masquer la vue du feu. On peut corriger ce défaut en fermant l'un des côtés du foyer avec une grille en fonte ou en fer qui laisse apercevoir le combustible en ignition ; ce procédé diminue un peu l'effet utile du combustible, mais il est plus agréable et plus hygiénique.

A la condition que le foyer soit disposé convenablement, tous les combustibles peuvent servir à l'alimentation du chauffage par les poêles. Il faut d'ailleurs approprier les appareils au service à rendre ; ainsi, pour un chauffage momentané, il faut prendre un poêle métallique alimenté par un combustible brûlant très-rapidement et à longue flamme comme le bois et certaines houilles flambantes. Pour un chauffage constant, on y brûlera un corps à combustion lente comme la houille maigre, le coke, la tourbe, etc. ; mais le combustible le plus commode et peut-être le plus économique, dans certains cas, c'est le gaz d'éclairage. Pour un chauffage rapide et momentané, la question ne fait pas de doute. Pour un chauffage prolongé, on peut encore l'employer en le faisant brûler dans un poêle à double enveloppe renfermant de l'eau. En proportionnant convenablement le volume d'eau à échauffer avec la consommation de gaz, de manière à ne pas dépasser un certain degré de température, on peut éviter la production de vapeur et le danger des hautes pressions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

344. CHAUFFAGE PAR CALORIFÈRES. — A. *Calorifères à air chaud.*—On désigne sous ce nom les appareils dans lesquels on chauffe l'air destiné à être transporté à une certaine distance du point où se trouve la source de chaleur. Ces appareils ne diffèrent que par leur position et souvent par leurs dimensions des poêles à circulation d'air que nous avons indiqués—343—. En principe, l'air brûlé y transmet sa chaleur, à travers des enveloppes métalliques ou céramiques, à l'air qui sera versé dans le local à échauffer.

L'air étant un corps éminemment diathermane, c'est-à-dire peu sensible au rayonnement de la chaleur, il faut, pour l'échauffer, le mettre en contact avec un corps chaud, et par conséquent multiplier les surfaces de transmission.

Aussi n'est-il pas indifférent de faire circuler les gaz de la combustion au milieu de l'air à échauffer ou l'air à échauffer à travers la fumée. Dans le premier cas, la chaleur des gaz se communique au tuyau et par rayonnement à l'enveloppe. Ces deux surfaces transmettent alors leur température par contact à l'air froid.

Dans le second cas, la chaleur ne se transmet à l'air que par la surface intérieure du tuyau de circulation. C'est donc la première disposition, analogue à celle du chauffage des chaudières de locomotives qu'on adoptera.

Quant au sens de la circulation de l'air pur, il faut le diriger normalement au chemin parcouru par la fumée, de manière à refroidir les gaz du foyer aussi rapidement que possible avec le minimum de surface de chauffe. Le tirage de l'air à échauffer est grandement activé en lui donnant une direction de bas en haut.

Inutile d'insister davantage sur les précautions à prendre pour ne pas dessécher l'air et brûler les matières organiques en suspension. Ces précautions deviennent plus nécessaires encore dans le chauffage par calorifères, car la température des foyers peut y prendre une très-grande intensité.

C'est même là une des causes qui font souvent repousser l'emploi des calorifères à air chaud.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme pour les poêles, on peut compter sur une surface de chauffe de 1 mètre carré à $1^{m2},50$ au plus, par kilogramme de houille brûlé dans une heure. On emploie des grilles de grande surface afin de ne pas élever trop la température du foyer et la vitesse de l'air brûlé. — Un demi-kilogramme de houille, par décimètre carré de grille, est le maximum à adopter.

En étudiant la distribution de l'air chaud, il ne faut pas compter sur une répartition proportionnelle aux sections des canaux branchés sur une conduite. L'air cherche le chemin où la résistance est la moindre, et n'obéit pas aux dispositions qu'on veut lui imposer.

La prudence conseille donc de ménager pour chaque direction principale un conduit spécial, et d'établir des registres pour régler le débit.

Les calorifères à chauffage direct de l'air pur par l'air brûlé présentent divers inconvénients. Nous avons déjà signalé celui de la diminution du degré hygrométrique de l'air et de l'odeur particulière provenant du contact des poussières avec des surfaces métalliques portées à une température que des coups de feu peuvent brusquement élever. En outre, les tuyaux de chauffe peuvent, par les joints difficiles à rendre étanches en raison des différences de dilatation des matières qui les constituent, laisser passer de la fumée dans l'air échauffé si le tirage de ce dernier est supérieur à celui de la cheminée du calorifère. Aussi divers constructeurs préfèrent-ils chauffer l'air à envoyer dans les locaux habités, au moyen d'*appareils à vapeur* ou d'*appareils à eau chaude*.

Les premiers se composent essentiellement d'une chaudière produisant de la vapeur et de tuyaux présentant une surface de condensation suffisante pour que, par leur contact avec l'air à échauffer, la vapeur condensée communique à cet air le degré de chaleur convenable.

Pour ces appareils, on estime que 1 mètre carré de surface métallique *non polie*, exposée à l'air libre marquant environ 15 degrés de chaleur, peut condenser $1^{k},50$ de vapeur par heure. — En se condensant, chaque kilogramme de vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cède à son enveloppe toute la chaleur latente qu'elle possédait, soit 537 unités. On peut donc, connaissant le volume d'air à échauffer, calculer la capacité du foyer, de la chaudière à vapeur et de la surface de chauffe.

En employant des tuyaux de fonte de $0^m,10$ de diamètre, la quantité de chaleur transmise par mètre carré et par heure est de 800, et par mètre courant de tuyau $800 \times 3,14 \times 0,10 = 253$ calories. S'il s'agit donc de faire passer par heure 1000 mètres cubes d'air de -15 à $+15$ degrés, soit à l'échauffer de 30 degrés, il faudra $1000^{m3} \times 1^k,293 \times 0,2378 \times 30^o = 9\,224$ calories ; à l'aide de tuyaux de $0^m,10$ de diamètre, il faudra une longueur de tuyaux égale à

$$\frac{9224}{253} = 36^m,50.$$

Si l'on se rappelle que, selon leur mode d'établissement, les générateurs produisent en moyenne de 15 à 30 kilogrammes de vapeur par mètre carré et par heure, que 1 kilogramme de houille produit de 6 à 7 kilogrammes de vapeur, on pourra se rendre compte du prix de revient de ce mode de chauffage de l'air.

Les grilles de ces générateurs peuvent consommer $0^k,50$ à 1 kilog. de houille par heure selon que le tirage de la cheminée du fourneau est plus ou moins actif. Quand on brûle du bois, il faut moins d'air et moins d'espace pour le passage de l'air d'alimentation ; il suffit de $\frac{5}{10}$ de décimètre carré par kilogramme de bois.

Nous reviendrons plus loin sur les détails des calorifères à vapeur.

On peut également chauffer l'air à l'aide de l'*eau chaude* en circulation continue résultant de la différence de densité de l'eau à deux températures différentes. — Pour obtenir ce résultat on se sert d'une chaudière portant à sa partie supérieure un tuyau vertical qui débouche dans un vase dit d'*expansion*, situé à une certaine hauteur. L'eau chaude qui arrive dans ce vase s'écoule par des tuyaux de petit diamètre qui offrent de nom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

breux points de contact avec l'air à échauffer, et rentre refroidie par le bas de la chaudière.

Supposons l'eau abandonnée par le vase d'expansion à 90 degrés et rentrant dans la chaudière à 30 degrés ; elle laisse dégager 60 unités de chaleur.

On peut admettre que les quantités de chaleur émises par la fonte en contact avec la vapeur et l'eau chaude sont les mêmes pour des différences égales de température. Or, l'air étant dans les deux cas abandonné à + 15 degrés, les différences de température entre la somme de chaleur seront $100 - 15 = 85$ pour la vapeur et $60 - 15 = 45$ pour l'eau chaude. Chaque mètre carré de fonte chauffée à l'eau chaude émet donc par heure $800 \times \frac{45}{85} = 423$ calories. — S'il faut développer, comme dans le cas précédent, 9 224 calories par heure, la surface de chauffe devra avoir $\frac{9224}{423} = 22$ mètres environ, soit 70 mètres de tuyaux de $0^m,10$ de diamètre. Pendant ce temps il faudra que les tuyaux soient traversés par $\frac{9224}{60} = 153^k,70$ d'eau entrant à 90 degrés et sortant à 30 degrés.

En résumé, et quel que soit le mode de chauffage employé, les calorifères à air chaud produisent à la fois deux résultats : ils chauffent et ventilent. Nous verrons plus loin qu'ils ne sont pas applicables en toutes circonstances.

Les systèmes de chauffage qui nous restent à décrire ne ventilent qu'avec l'adjonction de dispositions spéciales.

B. *Calorifères à vapeur*. — Avec ce système, le générateur envoie la vapeur d'eau dans des appareils établis dans le local à échauffer. En se condensant, la vapeur cède au local toute sa chaleur latente de vaporisation et revient à l'état d'eau vers le générateur.

Pour tirer de ce mode de chauffage un parti économique, il faut :

1° Que les tuyaux conduisant la vapeur du générateur aux appareils de condensation soient bien préservés du refroidissement sur tout leur parcours ; ce résultat s'acquiert en enve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loppant ces tuyaux de matériaux mauvais conducteurs ; comme d'ailleurs ces tuyaux sont soumis à des causes de dilatation et contraction fréquentes, il faut leur donner la faculté d'en subir les effets sans donner lieu à des fuites ou à des ruptures ;

2° Que les appareils de condensation ne renferment pas d'air dont la présence entrave la condensation de la vapeur. Il faut donc les munir de robinets disposés pour la sortie de l'air au moment où l'on met le chauffage en train.

D'après ce qui a été dit plus haut, nous connaissons le moyen de déterminer la surface de chauffe nécessaire au chauffage de chaque pièce. Mais le problème ne serait pas complétement résolu si l'on ne se ménageait pas les moyens de ventiler. Pour atteindre ce but, il faut disposer l'appareil de condensation de façon à échauffer un courant d'air pur appelé directement du dehors et pourvoir chaque pièce de ventouses pour la sortie de l'air vicié.

Les calorifères à vapeur offrent l'avantage de pouvoir distribuer la chaleur à grandes distances et à intervalles plus ou moins longs ; mais ils exigent l'emploi d'un chauffeur très-expérimenté, qui dirige très-régulièrement la production de la vapeur en la maintenant à la pression convenable et en assurant l'alimentation du générateur. Les dangers que présente ce mode de chauffage, d'ailleurs très-économique, en font restreindre l'emploi aux cas où la production de vapeur est une nécessité de situation, comme le voisinage d'un atelier.

Dans ce cas, ce procédé peut rendre et rend en effet d'excellents services.

C. *Calorifères à eau chaude*. — Comme nous l'avons dit plus haut, ce système est fondé sur la circulation de l'eau chaude, qui est ici le véritable véhicule de la chaleur. Quand l'édifice à chauffer comporte plusieurs étages, la chaudière est placée à l'étage inférieur, ordinairement dans un souterrain, et le vase d'expansion à l'étage supérieur, où il est en communication directe avec la chaudière par la colonne ascendante. Du vase d'expansion, l'eau chaude descend dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les poêles affectés au chauffage direct de chaque local, et de là revient à la chaudière.

Pour obtenir une répartition de chaleur aussi égale que possible, il faut ménager pour chaque étage un courant spécial. Par ce moyen on peut à volonté chauffer un étage quelconque et à l'aide de robinets, continuer le chauffage d'une partie de l'édifice sans interruption causée par la nécessité d'une réparation en un point du circuit, ce qui n'aurait pas lieu si tous les poêles appartenaient à un seul et même courant.

Lorsque la hauteur du bâtiment est considérable, la pression de l'eau peut s'élever à plusieurs atmosphères — environ 1 atmosphère par chaque dizaine de mètres de hauteur —. Il y a donc lieu de se prémunir contre les chances de rupture de la chaudière, des tuyaux et des poêles.

Ici comme dans le chauffage par la vapeur, il faut prendre des dispositions spéciales pour la ventilation.

D'après ce court exposé, on voit que le chauffage à l'eau chaude présente un avantage marqué sur les autres systèmes : celui de ne jamais dépasser le degré de température prescrit et de posséder une masse liquide considérable, qui rend le chauffage très-régulier, car les poêles se refroidissent lentement par suite de la grande chaleur spécifique de l'eau ; de plus la conduite en est facile. On peut, par contre, lui reprocher de coûter très-cher d'établissement et de frais d'entretien, d'exiger un temps très-long pour arriver au régime normal, ce qui est un inconvénient pour un chauffage intermittent ; enfin de faire courir des risques d'accidents redoutables si l'un des points du circuit venait à faire explosion.

345. APPAREILS DE CHAUFFAGE DES CHEMINS DE FER. — Le service du chauffage doit tendre, comme tous les autres services du chemin de fer, à l'uniformité et à la simplification.

Les appareils seront donc *uniformes*, afin d'obtenir par la répétition des mêmes objets le minimum des frais d'établissement et une surveillance générale facile par la connaissance des points les plus intéressants. Ils seront *simples*, afin de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mettre en magasin, dans chaque station, des pièces de rechange que le premier ouvrier venu posera. On supprimera ainsi la main-d'œuvre d'ouvriers spéciaux, toujours coûteuse.

Enfin ils seront d'un service facile, parce qu'on les confie généralement à des hommes ayant d'autres occupations et pour lesquels c'est un travail désagréable. Ainsi : *uniformité*, *simplicité*, *commodité*, tels sont les caractères essentiels à exiger des appareils de chauffage d'une ligne de chemin de fer. Il convient d'ajouter à ces caractères celui d'une disposition convenable en vue de la bonne utilisation des combustibles qui se trouvent sur chaque ligne. Ces données serviront de base dans les études du chauffage en les complétant par la recherche des conditions spéciales à remplir pour les différents usages auxquels les appareils sont destinés.

Les locaux à chauffer sont des magasins, des corps de garde, des bureaux et enfin des salles d'attente.

Chauffage des magasins. — On chauffe les magasins pour garantir de l'humidité certains produits qui en seraient altérés, pour conserver la fluidité des huiles, enfin pour rendre le service moins pénible. Ce qu'il faut dans ce cas, c'est l'appareil réduit à sa plus simple expression. Une cloche en fonte ou en terre réfractaire, chauffant par rayonnement, suffit amplement. Un foyer très-large doit permettre d'y brûler toute espèce de combustible; à l'aide d'un registre on règle sûrement la combustion ; un couvercle mobile rend la visite et le nettoyage du foyer très-commodes; enfin un cendrier, s'enlevant facilement, permet d'emporter soigneusement tous les résidus de la combustion; le tout solidement monté. On peut établir l'appareil suivant trois modèles de capacité appropriée à la dimension du local : 100, 200 et 400 mètres cubes à maintenir à 12 degrés.

Chauffage des corps de garde. — Les corps de garde servent aux hommes d'équipe, dans l'intérieur des stations ou aux hommes faisant le service de la traction. Les conditions différentes dans lesquelles sont placés ces hommes, exigent l'emploi d'appareils différents. Dans le premier cas il faut un appareil ventilateur, car les hommes séjournent assez long-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps dans les pièces pour nécessiter un renouvellement d'air très-actif. Il faut en outre que cet appareil soit rayonnant, car les hommes qui rentrent de tournée ont besoin de se chauffer vite et directement. Des appareils ventilateurs avec prise d'air extérieur conviennent parfaitement; ils émettront assez de chaleur pour permettre un réchauffement rapide des personnes qui s'en approchent. Leur communication avec l'air extérieur par les prises d'air assure la ventilation; enfin le foyer sera assez large pour brûler le combustible tout en n'exigeant que peu de soins.

Dortoirs. — Dans le second cas, celui des chauffeurs et mécaniciens, les hommes qui doivent se réchauffer arrivent de voyage, ils sont très-refroidis, ils ont besoin d'une impression vive de chaleur; l'appareil qui a le mieux réussi est une large cheminée à coke ayant une puissante réverbération, de sorte que les hommes en arrivant sont inondés de chaleur; c'est un appareil peu économique de combustible, il est vrai, mais parfaitement approprié à son usage; il est très-apprécié sur la ligne d'Orléans.

Chauffage des bureaux. — Les bureaux à chauffer peuvent être *isolés*, *réunis par petits groupes* ou *constituer un ensemble important*. Les appareils à employer dans ces différents cas varient selon leur destination particulière; ils répondront tous aux exigences suivantes :

1° Grand renouvellement d'air assuré;

2° Réglementation facile;

3° Service commode pour les employés.

Les bureaux isolés ou réunis par petits groupes, n'exigeant que des appareils de peu d'importance ont été généralement considérés comme de la fumisterie ordinaire et on les a employés tels qu'on les trouvait sur place. On a ainsi établi des appareils de toutes provenances différant par leurs parties constitutives, et qu'il a fallu remplacer pour la moindre défectuosité, remplacements peu dispendieux, il est vrai, pour chaque cas, mais qui finissent par acquérir beaucoup d'importance, en fin de compte, appliqués à une grande ligne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Éviter l'altération de l'air surchauffé au contact des surfaces portées au rouge ; assurer un renouvellement d'air abondant ; prévenir enfin l'usure rapide des foyers et des barreaux de grille : telles sont les conditions à remplir par les appareils de chauffage et que l'on trouve réalisées par les calorifères à eau chaude. L'expérience prolongée des appareils à chauffer l'eau des chaufferettes établis sur toutes les lignes prouve que les foyers et les grilles de ces appareils résistent à un service actif ; on sait en outre que l'air chauffé sur des surfaces en contact avec l'eau chaude n'est jamais altéré. Si à ces avantages incontestables on ajoute un emploi économique de combustible par le fait de la rapide transmission de la chaleur à travers l'eau en circulation, on arrive à conclure que les appareils à eau chaude présentent de nombreux avantages. L'appareil qui répond le mieux aux deux premières conditions est un poêle à eau chaude de petite dimension pouvant chauffer à 18 degrés un volume de 100 mètres cubes avec un renouvellement d'air de 150 mètres cubes à l'heure.

Quand les localités le permettent, l'appareil se place à cheval dans les cloisons qui séparent les différents bureaux. Si les bureaux sont nombreux et forment un ensemble important, la solution qui paraît préférable est celle adoptée par la compagnie du Nord, améliorée après une expérience de plusieurs années et appliquée au chauffage des bureaux d'exploitation du chemin de fer de Paris-Méditerranée ; elle consiste dans l'établissement de surfaces de chauffe logées dans les sous-sols ou dans les épaisseurs des murs et alimentées par une chaudière placée dans une des caves du bâtiment ; chaque surface en communication avec l'extérieur alimente une bouche de chaleur au moyen de l'air qu'elle a échauffé par son contact et son rayonnement et qui se déverse dans la pièce.

Le bâtiment d'administration du Nord, qui mesure 212 mètres de développement sur 8 de large et une hauteur de cinq étages dont un sous-sol, coûte à la compagnie environ 12000 francs par an pour le combustible, le service et l'entretien des appareils ; il y a un marché de douze ans, à l'expira-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion desquels les appareils doivent être rendus en bon état de service.

Chauffage des stations. — Pour les gares, comme pour les bureaux, les appareils de chauffage doivent varier avec l'importance des espaces à chauffer.

La longue expérience qui en a été faite au chemin de Lyon, pour les gares de Paris, Dijon, Macon, expérience confirmée par les gares du Nord et d'Orléans, a démontré que le chauffage à eau chaude est avantageux, pour les grandes gares, tant au point de vue de la dépense de combustible qu'à celui de l'entretien.

Pour les gares de second ordre où il est nécessaire d'avoir cinq ou six foyers, peut-être y aurait-il encore intérêt à appliquer ce système.

Mais dans les gares de troisième ordre et dans les petites stations, les avantages des appareils d'eau chaude disparaissent à cause des longs intervalles qui séparent les arrivées des trains. Il faut là des appareils s'échauffant rapidement et permettant un chauffage instantané. Les appareils à air chaud y sont indiqués.

Lorsque les localités le permettent, un seul appareil, placé dans la cave et disposé de manière à chauffer continuellement le chef de gare et les hommes de service, et à envoyer à un moment donné la chaleur aux salles d'attente et aux bagages, sera le plus convenable : on diminue ainsi la dépense de combustible, les frais d'entretien, et on conserve plus longtemps le matériel meublant les salles d'attente que la poussière des foyers altère promptement. Lorsqu'il n'y a pas de cave à portée, on peut disposer l'appareil à cheval sur le mur, de manière à chauffer simultanément le bureau du chef de gare et les salles d'attente. Cette disposition a été adoptée au chemin de fer d'Orléans sur la ligne de Vierzon à Châteauroux et sur celle de Périgueux.

Enfin les petits bureaux où les employés séjournent quelques instants sont très-convenablement chauffés par un appareil à gaz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On trouvera au numéro 368 des renseignements complémentaires sur le chauffage.

346. URINOIRS. — Un seul urinoir est en général suffisant pour les stations de peu d'importance ; mais pour les grandes stations, on fera bien d'en disposer une rangée de chaque côté de la voie, à droite et à gauche du bâtiment principal et abordable du trottoir accosté par les trains. Placée un peu en arrière, mais bien en vue de la queue du convoi, cette annexe n'offusque pas les regards des voyageurs qui ne descendent pas des wagons.

Dans tous les cas, il est convenable de couvrir et masquer les urinoirs tout en leur ménageant une large ventilation et un éclairage surabondant, car la lumière en profusion est indispensable pour surveiller le nettoyage et prévenir les méprises ou erreurs plus ou moins involontaires.

Le mode d'établissement des urinoirs est très-variable. On se contente souvent de disposer à environ $0^{m},65$ du sol une auge en planches goudronnées à chaud, dont le fond est incliné pour amener les liquides dans une fosse ou dans un baquet. Quelquefois l'auge, simplement construite en zinc, reçoit les eaux de pluie provenant de la couverture du bâtiment.

Ces deux dispositions, économiques, il est vrai, mais trop primitives, laissent beaucoup à désirer au point de vue des frais d'entretien, et plus encore des convenances. Malgré tous les soins possibles, l'odorat est toujours vivement choqué par les émanations inhérentes à l'emploi de ces matériaux éminemment attaquables par l'urine.

Quand on ne recule pas devant une certaine dépense, il faut donner la préférence au mode de construction dans lequel n'entrent que des matières minérales naturelles ou artificielles, inattaquables par le liquide en question, telles que : le marbre, l'ardoise, les pierres polies, les plaques de verre coulé, les produits céramiques, certaines compositions de ciment spécial, de mastics, etc.

Ces matières, disposées en grandes plaques, s'appliquent contre les parois du bâtiment, en formant de petites stalles de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1m,20 à 1m,50 de hauteur, 0m,75 à 0m,90 de largeur, et 0m,60 de profondeur, ouvertes de haut en bas. Au pied et le long de la paroi du fond inclinée en avant vers le haut, on ménage dans la pierre ou l'asphalte qui forme le sol une rigole de 0m,20 de largeur, sur 0m,08 à 0m,10 de profondeur, et en forte pente — 0m,03 au moins— vers le puisard qui se trouve à l'un des angles du bâtiment. Dans les urinoirs importants, on dirigera le liquide vers un canal d'écoulement et non dans la fosse d'aisances, car celle-ci serait trop fréquemment remplie.

Le sol du bâtiment devra présenter une inclinaison très-prononcée vers la rigole, et, si c'est possible, des rainures pour l'asséchement.

Au-dessus de la garniture longitudinale, on fait souvent arriver un filet d'eau continu qui lave les parois. Mais en hiver ce lavage n'est pas toujours possible lorsqu'on ne chauffe pas l'eau et le local ; c'est alors qu'il y a lieu de redoubler de soins.

Après le passage de chaque train, on fait bien de balayer les stalles avec de l'eau, chargée si l'on peut de chlorure de chaux et mieux encore de liquide désinfectant — 347 —.

Sur les chemins du Hanovre, le lavage des stalles d'urinoirs est continu. Dans les stations d'alimentation l'eau est fournie par la conduite des colonnes alimentaires ; dans les petites stations par des réservoirs spéciaux remplis à l'aide de pompes à bras. En hiver, on prévient la congélation de l'eau en chauffant le local.

Les liquides conduits dans les égouts y débouchent par des tuyaux à fermeture hydraulique consistant soit en un tuyau coudé, soit en un tube plongeant dans un petit bassin à déversoir.

En Belgique, on rencontre en quelques stations les urinoirs garnis, en avant de la rigole, d'une plaque de zinc recourbée d'arrière en avant et destinée à préserver les marchepieds à jour et les pieds des éclaboussures et de l'humidité du sol. Cette précaution, peut-être un peu minutieuse, doit exiger une grande surveillance pour le maintien constant de la propreté.

Les mêmes préoccupations se retrouvent dans les arrange-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments des urinoirs des chemins badois, de la gare du chemin de l'Est à Dresde et de la gare du Sud à Vienne.

Dans les premiers, la rigole est bordée d'une murette de 0,25 de hauteur percée de trous à la base pour laisser écouler l'eau du nettoyage; chaque compartiment est pourvu d'une tablette saillante de $0^m,450$ de longueur sur $0^m,250$ de largeur, qui préserve les pieds de l'humidité du sol environnant. Toutes les pièces constitutives de l'urinoir sont moulées en ciment de Portland.

A Dresde, la rigole est bordée par une dalle de $0^m,30$ de hauteur, en ardoise, fixée à rainures dans la dalle de marbre cannelé qui sert de marchepied; chaque stalle est revenue à 74 francs.

Dans la gare du Sud, à Vienne, le marchepied en fonte cannelée à jour fait saillie sur la rigole aux urines et arrête en partie les éclaboussures sans pour cela mettre obstacle au nettoyage à grande eau du sol général.

Dans l'intérieur du bâtiment principal, l'installation des urinoirs exige des précautions encore plus munitieuses, en ce qui concerne la propreté. Nous conseillons, dans ce cas, l'emploi de cuvettes en faïence suspendues à $0^m,65$ du sol. A la partie supérieure de l'ouverture, débouche un tuyau sur lequel est disposée une soupape qui ne laisse arriver de l'eau dans l'appareil que sous la pression des pieds agissant sur une grille à bascule placée à fleur du sol. Le liquide descend de la cuvette par un tuyau en plomb qui en forme le prolongement, et se rend dans la fosse sans occasionner aucune émanation.

Ici plus encore que dans les urinoirs en plein air, des évents larges et nombreux seront disposés pour entraîner les émanations. Un éclairage très-abondant et permanent est de toute rigueur.

347. LATRINES. — Les principales conditions à rechercher dans l'établissement des latrines, ce sont la propreté et l'inodorité, qui seules peuvent donner le confort exigé de ces dépendances. On satisfait à ces diverses conditions de plusieurs manières; mais aucun des procédés applicables dans l'espèce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne peut s'affranchir de ces deux éléments de toute bonne installation : lumière et ventilation distribuées à profusion dans toutes les parties les plus secrètes de l'établissement. Quelques détails de construction à ce sujet ne nous paraissent pas hors de propos.

Fosses.—Supposant les stations munies d'un égout qui permette de conduire au loin les eaux ménagères, les eaux des cours et les eaux vannes, la fosse des lieux d'aisances ne recevra que les matières provenant des cabinets. Pour la construction de cette fosse, il y a plusieurs dispositions à prendre dépendant du système de vidange adopté. Passant sous silence le procédé de la fosse à découvert, le premier procédé consiste à évacuer tous les produits dans un cours d'eau qui les entraîne au loin. Par le deuxième, on réunit tous les excréments dans une seule fosse, d'où on les extrait à des époques plus ou moins rapprochées selon le degré de fréquentation du local.

Nous reviendrons sur ce procédé en parlant de la *désinfection*. Le troisième procédé repose sur la division immédiate des matières solides et liquides. Cette division s'opère assez commodément, d'après les indications fournies par la direction du chemin de fer du Hanovre à la conférence de Munich en 1868, à l'aide de deux fosses, à niveaux différents. La première, qui reçoit toutes les matières, est séparée de la seconde par un mur perméable ou par une grille en fer. Les matières solides se déposent dans la première fosse ; les liquides passent dans la seconde d'où ils peuvent, soit s'écouler dans un cours d'eau ou dans des fossés, soit être enlevés par une pompe.

Le quatrième procédé, c'est l'emploi de vases mobiles dans lesquels se déposent les matières fécales tombant des cabinets. Ces vases, construits en tôle enduite de brai sur les deux faces, s'enlèvent de la fosse et se vident en temps voulu. Les chemins de fer de Berlin à Stellin et de Bavière, recommandent l'emploi de ce procédé très-pratique.

On peut enfin employer le procédé suivi à Paris depuis quelques années, grâce à la construction des grands égouts qui sillonnent le sous-sol. Les produits des water-closet tombent dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un vase-filtre qui retient les matières solides. Les liquides se déversent dans l'égout par un tuyau fixé au vase et dont l'extrémité libre plonge dans une cuvette hydraulique ménagée dans le radier de l'égout. Par cette disposition, les gaz provenant des matières fécales ne peuvent pas pénétrer dans l'égout.

Quel que soit le système adopté, la fosse sera construite avec beaucoup de soins. Toutes les maçonneries seront exécutées en mortier hydraulique, et quand les tassements auront cessé, on recouvrira toutes les parois intérieures d'un enduit de ciment de première qualité afin de prévenir les fuites qui pourraient infecter les terrains environnants et propager des maladies contagieuses par les émanations et les infiltrations dans les bancs qui alimentent les sources d'eau potable.

Le fond de la fosse recevra un profil concave, en pentes prononcées vers un seul point, tous les angles intérieurs effacés par des congés de $0^m,25$ de rayon.

Les dimensions minima de la fosse, pour un cabinet, sont $1^m,00$ de largeur, $1^m,50$ à $2^m,00$ sous clef et $2^m,50$ de longueur. Les murs formant parois des fosses auront au moins $0^m,45$ à $0^m,50$, la voûte de $0^m,30$ à $0^m,40$ d'épaisseur.

Indépendamment des tuyaux de chute, chaque fosse doit être munie d'un tuyau d'évent débouchant au-dessus du toit du bâtiment. Le regard pour la vidange placé à l'extérieur du bâtiment est fermé par une dalle à rainure pourvue d'un anneau en fer, ou par un tampon en fonte.

Désinfection et emploi des produits des fosses. — Certaines fosses mal construites donnent des émanations parfois intolérables. En outre, les dispositions locales s'opposant souvent à l'évacuation immédiate des produits des siéges, les procédés de vidange à la main deviennent seuls applicables. D'ailleurs, l'agriculture intelligente recherche parfois très-activement ces produits, comme dans le Nord et sur le Rhin. Enfin, dans d'autres localités moins avancées, les cultivateurs répugnent à l'emploi de la poudrette.

Pour toutes ces raisons, il est nécessaire de traiter les matières fécales par des réactifs propres à les rendre inodores, faciles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alors à extraire, à transporter, et enfin à utiliser en toutes circonstances par l'agriculture.

Ce résultat s'obtient en mélangeant les matières avec un sel métallique comme le sulfate de fer, le sulfate de zinc, le sulfate de cuivre, le chlorure de manganèse, etc., etc. Les gaz ammoniacaux provenant de la fermentation se transforment en sels fixes. On sait d'ailleurs qu'on arrête encore les émanations au moyen de sulfate de chaux, de la terre végétale brûlée, de la terre argileuse, enfin de la paille hachée menu.

Quant aux liquides, on en tire, par la distillation, de notables quantités d'eaux ammoniacales d'une grande puissance fertilisante.

Depuis plusieurs années, la compagnie de l'Est applique les procédés de désinfection suivants : pour les urinoirs, on nettoie les parois des stalles avec une dissolution au cinquième de poudre provenant de la saturation des eaux mères de la fabrication de la nitrobenzine par l'oxyde de zinc. Cette poudre coûte 0f,35 le kilogramme[1].

On nettoie les siéges avec de l'eau chargée de cette même matière.

Enfin, pour désinfecter les fosses, on y jette 15 litres de liquide par mètre cube de matières. On mélange le tout à l'aide d'un rabot, puis on laisse reposer pendant quelques heures. Les matières solides se précipitent dans le fond de la fosse, et les liquides, parfaitement clarifiés et désinfectés, sont extraits à l'aide d'une pompe.

Quant aux produits solides, on peut les enlever à la pelle sans être gêné par aucune émanation.

Ventilation. — Il faut toujours prendre les dispositions pour

[1] Les urines déposent le long des parois un sédiment très-tenace qui produit à l'air une odeur infecte. Pour le dissoudre, on se sert ordinairement d'un liquide acide ; à l'Est, on se sert de la liqueur dite *de mirbane*, coûtant 0f,20 le litre, étendue d'eau pour ne pas attaquer le zinc quand les urinoirs sont construits avec cette matière.

On sait que l'essence de mirbane employée dans la parfumerie pour donner aux produits l'odeur d'amandes amères est obtenue par la réaction de l'acide azotique sur la benzine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ventiler les fosses et les latrines à l'aide d'une cheminée d'évent dans laquelle on fait un vif appel d'air en lui donnant une section et une hauteur convenables, en mettant son orifice de sortie à l'abri des coups de vent et de l'action du soleil ; au besoin, en chauffant l'air, soit à l'aide des foyers de cuisine ou d'autres locaux, soit par un poêle servant à la personne chargée d'entretenir les latrines, soit même par une petite lampe ou un bec de gaz.

Bâtiment. — Une séparation complète des locaux à l'usage des deux sexes est de toute convenance, chaque division en vue des trottoirs ou de la cour d'arrivée et, autant que possible, abordable à pied sec. Les entrées, bien indiquées par des inscriptions toujours lisibles de jour et de nuit, seront cependant dissimulées par quelques plantations si le bâtiment est en plein air ou par un écran en menuiserie. Que le local soit compris ou non dans l'enceinte du bâtiment des voyageurs, l'entrée des cabinets doit toujours être précédée d'un vestibule, de manière à éviter la vue directe de l'intérieur des cabinets. Les dimensions de ce vestibule ne doivent pas offrir moins de 1 mètre carré par cabinet.

La hauteur du local renfermant les cabinets sera au moins de 3 mètres avec des ouvertures d'aérage et d'éclairage ménagées dans la partie supérieure de l'enceinte et protégées par les saillies du toit.

Les cheminées d'évent des fosses seront dissimulées dans l'épaisseur des murs ou des cloisons.

En France, aux cabinets des dames est généralement annexée une petite loge où se tient l'ouvreuse préposée au service dès cabinets.

On trouve aussi quelquefois dans le local un réduit contenant un lavabo et tous les objets nécessaires à la toilette.

Le sol doit être dallé ou bitumé et en pente, le mur d'enceinte exécuté en maçonnerie à la chaux recouverte d'un enduit poli, et peint à l'huile en couleur claire.

Cabinets. — Lorsque les cabinets sont établis dans l'intérieur d'un édifice spécial bien éclairé et bien aéré, leur con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

struction consiste en simples cloisons maçonnées recouvertes, jusqu'à $0^m,80$ du sol, d'un enduit dur, poli et peint à l'huile. Pour ventiler le cabinet, on remplace le panneau supérieur ordinairement plein de la porte, par un panneau à jour en forme de persienne. Un plafond spécial est inutile et sa suppression facilite encore l'éclairage et la ventilation. Le sol, en dalles ou en bitume, doit être disposé en cuvette dont le point bas correspond à un trou débouchant dans un petit tuyau, pour conduire le liquide répandu sur le sol dans le tuyau de chute du siége du cabinet.

Les dimensions minima à donner aux cabinets sont les suivantes : Hauteur des cloisons, $2^m,50$; longueur du cabinet, $1^m,50$; largeur, 1 mètre ; la porte, $0^m,70$.

On fera bien de placer dans chaque cabinet une petite tablette et un portemanteau.

Siége. — Cette partie du local est disposée avec plus ou moins de luxe, plus ou moins de confort suivant sa destination. Pour les lieux d'aisances fréquentés par les hommes d'équipe et les ouvriers, pour ceux qui sont mis, sans surveillance, à la disposition du public, on établit les siéges *à la turque*, parti pris par la compagnie de Paris à la Méditerranée.

Les siéges à la turque peuvent affecter deux dispositions : tantôt, comme au chemin de Lyon, c'est une dalle en pierre de $0^m,60$ de largeur, $0^m,90$ de longueur s'élevant de son épaisseur, $0^m,10$, au-dessus du sol du cabinet. La dalle porte une lunette en échancrure oblongue de $0^m,33$ sur $0^m,20$. Cette échancrure sert de déversoir aux liquides répandus sur le sol, ménagé à cet effet en pente vers la lunette.

C'est la disposition généralement employée en Orient.

L'autre système se compose d'une plaque en fonte percée d'une lunette qui se trouve à fleur du sol et au point bas de la pente générale. Cette plaque porte deux saillies venues de fonte, en forme de semelles qui marquent la place des pieds.

Dans quelques établissements, ces saillies sont rapportées et posent sur un levier à bascule qui, sous la pression des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pieds, fait ouvrir un clapet destiné à empêcher la sortie des gaz de la fosse, lorsque le cabinet n'est pas occupé.

Le nettoyage de ces siéges est très-simple ; un ou deux seaux d'eau projetés vivement suffisent.

Les siéges de cabinets constamment surveillés s'établissent avec un confort plus complet. Le tuyau de chute est surmonté d'une cuvette en faïence, souvent munie d'une soupape à contre-poids; au-dessus de la cuvette on fixe une planche de $0^m,50$ à $0^m,60$ de largeur.

Le siége s'élève à $0^m,45$ au-dessus du sol.

Aux soupapes faisant obturation, on adjoint quelquefois un jet d'eau provenant d'un réservoir établi dans le comble du bâtiment. Le chemin de l'Est prussien a installé ses water-closet avec un luxe excessif d'irrigations obtenues à l'aide d'un système très-ingénieux, mais très-compliqué, de tuyaux et de soupapes automatiques.

Nous croyons que cette installation ne peut pas servir d'exemple; que le nettoyage à la main est mieux fait et revient à un prix moins élevé que le nettoyage mécanique, qui réclame d'ailleurs une quantité d'eau considérable et un moyen d'évacuer constamment les produits des cabinets.

Généralement on préfère aujourd'hui opérer l'obturation des tuyaux de chute à l'aide de la fermeture hydraulique obtenue soit en recourbant l'extrémité inférieure de ces tuyaux —Staatsbahn autrichien, chemin de Brunswick —, soit en faisant plonger l'extrémité droite de ces tuyaux, de quelques centimètres, dans une cuvette hydraulique déversant les matières dans la fosse — chemins néerlandais, Hanovre, chemins du sud de l'Autriche —.

En Hanovre, on complète l'assainissement des tuyaux de chute en les mettant en communication avec la cheminée d'évent de la fosse, à l'aide d'un petit tuyau.

La forme du siége et de son entourage n'est pas sans influence sur le maintien de la propreté.

Pour empêcher le public de monter sur le siége, on ne donne à la bordure de la lunette qu'une largeur de quelques centi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètres, largeur strictement nécessaire pour s'asseoir. Le siége n'a plus alors que $0^m,40$ à $0^m,50$ de largeur totale.

Nous avons représenté, fig. 470, pl. XXXIII, le plan et l'élévation d'un petit bâtiment de water-closet pour une halte ou une petite station, accessible du côté de la cour et du côté de la voie.

Le bâtiment de la figure 471, pl. XXXIII, ne sert qu'aux voyageurs de passage dans une station importante. Il est divisé en trois parties : côté des hommes, comprenant des cabinets d'aisances H et des urinoirs U ; — côté des dames D ; — compartiment de l'ouvreuse G, communiquant avec les deux autres, mais cependant clos de chaque côté par une porte vitrée, à guichet et à tablette pour la recette. Ordinairement la baie donnant accès aux urinoirs ne reçoit pas de porte ; mais il faut, suivant les cas, placer en avant de l'entrée un paravent d'une certaine hauteur, qui masque la vue de l'intérieur du bâtiment au public. La fosse ne s'étend qu'au-dessous des cabinets d'aisances ; les liquides des urinoirs se rendent vers un puisard ou dans l'égout général de la station.

Dans ces constructions, soumises à des actions destructives de toute sorte, il ne faut faire entrer que des matériaux très-résistants, et sous des formes très-robustes, sans recherche de luxe.

Certains chemins, le Lemberg-Czernowitz par exemple, appliquent exclusivement le bois à l'installation des latrines, y compris la fosse et les tuyaux de descente. Nous croyons cette disposition vicieuse à tous les points de vue, admissible tout au plus à titre provisoire ; et encore mieux valait se contenter de simples abris munis de tonnes mobiles.

Latrines des gardes. — Pour des raisons inutiles à développer ici les maisons de gardes doivent être pourvues de latrines. Cette annexe peut être comprise dans l'appentis adossé à la maison, fig. 472, pl. XXXII, ou bien dans une dépendance de l'habitation comme au Bourbonnais, ou bien encore isolée comme le représente la figure 473. Cet isolement des latrines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous paraît nécessaire dans l'intérêt de la salubrité et de la conservation du bâtiment.

Les latrines de la figure 473 sont établies au bord d'une fosse à fumier qui reçoit aussi toutes les déjections de l'habitation. Celles des maisons du Bourbonnais sont construites sur fosse en maçonnerie ayant $1^m,72$ de longueur, $0^m,90$ de largeur et $1^m,55$ de hauteur sous clef. Le trou de vidange, recouvert par une dalle de $0^m,50$ en carré, se place à l'extérieur du cabinet.

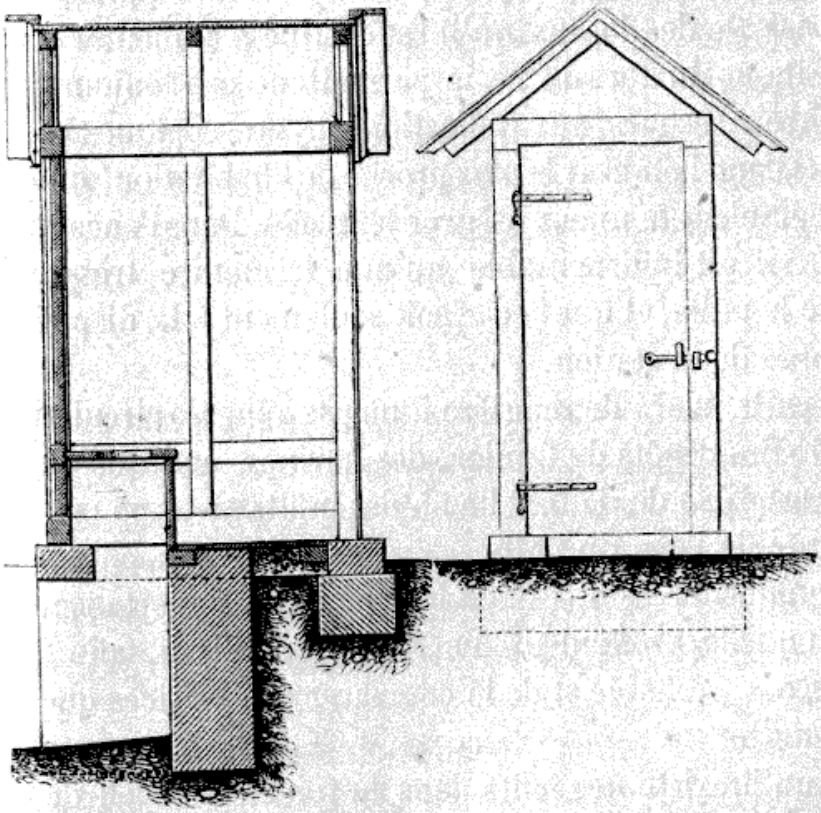


Fig. 473. Latrines des gardes. 1/50.

Le siége est à la turque, disposition beaucoup plus convenable que le siége en bois indiqué par la figure 473.

348. Puits et puisards. — Il n'est pas besoin d'insister sur l'utilité d'une source ou d'un puits dans les stations, ou près des maisons de gardes, presque toujours isolées des habitations et rarement situées dans le voisinage d'une fontaine ou d'un cours d'eau.

L'établissement d'un puits comporte diverses opérations :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en premier lieu, le choix de l'emplacement et l'appréciation de la profondeur probable de la fouille. Viennent ensuite le creusement, presque toujours compliqué par l'étayement, puis le revêtement des parois intérieures, et enfin soit la construction d'un garde-corps, d'un abri, d'une margelle et d'un appareil de puisement, soit l'établissement d'une pompe au-dessus de l'orifice du puits[1].

Emplacement. — Si l'on était maître de choisir l'emplacement où l'on creusera le puits, il faudrait le rapprocher autant que possible des locaux qu'il est destiné à alimenter ; mais les dispositions du terrain ne le permettent pas toujours ; il faut alors avoir recours aux indications hygroscopiques et creuser le puits dans l'endroit le plus proche de l'habitation, où ces données semblent le mieux assurer le succès. Dans l'enceinte d'une station il est indispensable qu'une fermeture très-solide recouvre le puits, et que la clef soit seulement à la disposition des employés de la station.

Le puits, placé de manière à ne pas gêner la circulation, sera éloigné des dépôts de fumier, des latrines, enfin de tout ce qui est susceptible de donner lieu à des infiltrations pouvant altérer la pureté de l'eau du puits.

Profondeur. — Il est de la plus haute importance de chercher à quelle profondeur on trouvera de l'eau, afin d'évaluer la dépense probable et de la comparer aux services que le puits doit rendre.

Lorqu'il existe des puits dans le voisinage, rien de plus facile que d'apprécier approximativement la profondeur du puits projeté. Si le terrain est plat ou peu incliné, elle sera égale à celle des puits existants, augmentée ou diminuée de la différence de niveau entre leur orifice et celui du nouveau puits.

Mais lorsque le terrain est très-incliné et qu'il n'y a point de puits creusé dans les environs, on est souvent exposé à se tromper dans cette appréciation. Cependant, toutes les fois que le

[1] *Traité des constructions rurales*, par Louis Bouchard, 1re partie, chap. V. Paris, Mme Ve Bouchard-Huzard, 1860.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

point choisi est sur le versant d'un coteau, ou vers le fond d'une vallée, il y a de grandes chances de réussir, à moins que le sol ne soit trop poreux comme les sables ou plusieurs calcaires; encore trouve-t-on souvent, au-dessous de ceux-ci, une couche imperméable sur laquelle coulent des eaux pouvant alimenter un puits. Des observations très-suivies ont montré que si le versant du coteau sur lequel on veut creuser un puits ne présente pas de sources visibles, et qu'au contraire il y en ait sur le versant opposé, on ne trouvera l'eau qu'à un niveau très-bas ; il en sera souvent de même sur le sommet d'un plateau.

M. de Perthuis [1] a donné une formule pour déterminer, avec une exactitude suffisante, la profondeur probable d'un puits lorsque l'on connaît une source dans le voisinage. Elle a la forme suivante :

$$x = H - \frac{D \times (h - h')}{d}.$$

x — Profondeur approximative du puits ;

H — Différence de niveau entre la source visible et le point où l'on veut creuser le puits ;

D — Distance du puits à la source ;

h — Différence de niveau entre la source et un point assez rapproché où l'on a creusé un trou de sonde jusqu'au lit de la source ;

h' — Profondeur du trou de sonde ;

d — Distance de ce trou à la source visible.

Supposons : D = 750 mètres, H = 20 mètres.

On creusera, par exemple, à une distance $d = 150$ mètres de la source, dans la direction du puits à construire, un trou de sonde qui atteindra l'eau à une profondeur $h' = 2$ mètres, et dont l'orifice se trouvera à une hauteur $h = 4$ mètres au-dessus du niveau de la source ; on aura :

$$x = 20 - \frac{750 \times (4 - 2)}{150} = 10 \text{ mètres.}$$

[1] *Traité d'architecture rurale*. Paris, 1810.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si, au lieu d'une source visible dans le voisinage du puits projeté, il y avait un autre puits, la hauteur H du calcul précédent serait celle de l'orifice du puits à construire au-dessus du niveau de l'eau dans le puits déjà établi.

Calcul approximatif du volume d'une source. — D'après les observations de M. l'abbé Paramelle, pour les plateaux situés sur des montagnes ou collines isolées, et qui sont recouverts d'une couche de détritus de 2 à 7 ou 8 mètres d'épaisseur, reposant sur une couche de glaise ou de roche imperméable convenablement inclinée, chaque surface de 5 hectares produit, dans les temps de sécheresse ordinaire, une source d'environ $0^m,01$ de diamètre, débitant 4 litres d'eau par minute. A partir de cette quantité, qui est le produit ordinaire des terrains les plus favorables aux sources, on trouve, suivant les localités, des terrains qui, à raison de leur porosité, disposition ou compacité, produisent des quantités d'eau qui varient depuis $0^m,01$ par 5 hectares jusqu'à 0.

Construction. — Les puits sont creusés par des ouvriers spéciaux — *puisatiers* —, suivant des procédés qui varient avec les localités et surtout la nature des terrains. Un ou deux ouvriers au plus creusent le puits, tandis que deux autres retirent les détritus de la fouille à l'aide d'un treuil provisoire sur lequel s'enroule une corde terminée par un baquet.

Si le terrain est assez résistant et ne se désagrége pas sous l'influence de l'atmosphère, les ouvriers creusent sans étayer jusqu'à ce qu'ils atteignent la nappe d'eau ; ils descendent même un peu au-dessous de ce niveau, à moins qu'ils ne se trouvent sur une couche de glaise ou de roc qu'il serait dangereux de percer.

Mais quand le terrain présente peu de consistance, il faut étayer au fur et à mesure du creusement, tantôt dans toute la profondeur du puits, tantôt pendant la traversée de certaines couches de terrain seulement. L'expérience locale est l'un des meilleurs guides que l'on puisse consulter à cet égard, sans négliger l'observation des circonstances qui se produisent pendant le travail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On étaye soit avec des palplanches étrésillonnées par des arcs-boutants en bois, et, dans ce cas, la forme de la fouille est carrée ou octogonale, soit avec des cercles analogues à ceux des tonneaux, maintenus aussi par quelques gaulis arcs-boutés, et alors la fouille est de forme cylindrique. Si le terrain est très-coulant, comme dans les sables, on garnit les intervalles entre les palplanches ou les cercles avec de la bruyère, de la fougère ou même de la paille.

Arrivée à la couche aquifère, la fouille est arrêtée et l'on pose, sur le fond, un cercle en charpente ou *rouet*. On élève sur ce cadre, avec des moellons taillés en voussoirs ou des briques de forme spéciale, un mur circulaire d'abord en pierre sèche, puis en maçonnerie à mortier hydraulique, sur une hauteur de 1 mètre à partir du sol. On peut également former les parois du puits d'une couche de béton moulée en cylindre au moyen de panneaux en bois mobiles. On remblaye avec soin derrière le revêtement et l'on enlève les étais à mesure qu'ils deviennent inutiles.

Lorsque le puits traverse des couches rocheuses, on n'y applique point de revêtement : celles-ci servent de support au mur qu'on établit au-dessus.

Le sol qui environne le puits sera pavé jusqu'à une distance de 2 mètres, au moins, de son orifice. Une pente conduira les eaux dans un ruisseau d'écoulement.

Si le puits reste découvert, le revêtement se prolonge au-dessus du sol par une margelle solide sur laquelle on élève un treuil ou une poulie pour tirer la corde qui soutient les seaux.

Mais, en général, dans les stations, il est plus convenable d'installer une pompe sur le puits. L'orifice en est alors fermé au niveau du sol par une dalle mobile avec anneau, ou un grillage en fonte que l'on peut enlever pour le nettoyage et les réparations du puits et de la pompe. On doit donner la préférence aux pompes les plus simples.

On peut encore se procurer de l'eau par le percement d'un *puits foré*, à l'aide de tubes en fer de petit diamètre, l'extrémité du premier tube enfoncé dans le sol étant percé, à son extré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mité inférieure, de trous formant crapaudine pour livrer passage à l'eau. Si l'on n'obtient pas d'eau jaillissante au niveau du sol, on peut au moins, dans un grand nombre de cas, la faire monter à une hauteur permettant de la puiser par les moyens ordinaires. Ce procédé s'emploie aussi pour augmenter le débit d'un puits, en le prolongeant d'un coup de sonde.

Ces puits forés dits *instantanés* offrent l'avantage de servir de tuyaux d'aspiration à une pompe établie à leur extrémité supérieure, mais ils ne peuvent ainsi fonctionner que si la couche aquifère se compose uniquement de cailloux ou gros graviers. Si cette couche est formée de sable fin ou d'argile délayable, le tube sera bientôt obstrué.

Le diamètre des puits varie entre $0^m,80$ et $1^m,50$; la première dimension s'applique plus spécialement aux maisons de gardes.

Détails de prix pour la construction des puits.

(Les prix sont établis sans faux frais ni bénéfices.)

	fr.
— 1 mètre linéaire de puits de 1 mètre de diamètre dans œuvre, revêtu en maçonnerie de briques de $0^m,15$ d'épaisseur compris, creusement, rouet en charpente de chêne et jusqu'à 6 mètres de profondeur, avec 1 mètre de hauteur d'eau	17,00
— Au delà de 6 mètres de profondeur jusqu'à 10 mètres et 1 mètre de hauteur d'eau, le mètre linéaire.....	21,00
— Au delà de 10 mètres de profondeur, avec 1 mètre d'eau, le mètre linéaire.....	25,50
— 1 mètre linéaire de puits approfondi sous l'eau au delà de 1 mètre de hauteur et jusqu'à $1^m,60$ de hauteur d'eau.....	3360
— Une dalle de couverture en pierre de $1^m,30$ de diamètre sur $0^m,18$ d'épaisseur au centre, y compris la taille.	16,00
— 1 mètre courant de tuyau de pompe en pin de $0^m,22$ de diamètre extérieur.....	3,70
— *Id.*, de $0^m,30$.	4,75
— Balancier en chêne, armature, tige et piston, soupape en cuir, pour puits de 5 mètres et au-dessous.....	19,00
— *Id.*, *id.*, au delà de 5 mètres.....	26,00
— 1 mètre linéaire de tuyau en chêne varlopé pour la partie au-dessus du sol, de $0^m,30$ de diamètre, peint à trois couches.....	7,70

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	fr.
— Dégorgeoir en chêne, frette en fer et peinture à l'huile.	1,50
— Une auge en pierre de 0m,80 de longueur, de 0m,60 de largeur et 0m,60 de hauteur.....	18,00
— Tube d'aspiration en zinc (0m,05 intérieur), le mètre linéaire.....	2,00
— Tube d'aspiration en caoutchouc avec spirale en fer, le mètre linéaire.....	13,00
— Tube d'aspiration en tôle galvanisée, le mètre linéaire.	5,00
— Pompe aspirante, à un corps, en cuivre, piston en cuivre avec garniture en cuir embouti, de 0m,080; aspiration, 0m,040; balancier en fer forgé; montée sur plateau ou scellée sur pierre.....	90,00
— Calotte de sûreté pour aspiration ayant plus de 2 mètres.	20,00
— Tuyau en plomb pour aspiration, le mètre.....	8,00

Puisards.—Sur certains points situés dans des localités où la pente du sol est nulle ou très-faible, et où cependant il faut ménager aux eaux de surface un écoulement constant, on peut économiser les frais d'un égout dispendieux, en établissant des *puisards* ou *puits absorbants*.

La construction consiste à creuser dans le sol un trou de 3 à 4 mètres de diamètre poussé à une profondeur telle que l'on rencontre une couche suffisamment perméable. — On en garnit les parois avec une maçonnerie de pierre sèche ; il faut avoir soin, en remontant, de resserrer chaque assise vers le centre de manière à n'avoir plus à la partie supérieure qu'une ouverture de 1 mètre carré, suffisante pour opérer le curage du puisard au besoin. — L'ouverture est fermée par une dalle.

On obtient, dit M. Bouchard dans l'ouvrage déjà cité[1], un résultat plus économique que celui du creusage d'un puits, en faisant forer un trou à l'aide de la tarière ou de la sonde du mineur. — Lorsqu'on a percé ce trou, on le revêt d'un tube en bois, au moins à son orifice.

Pour empêcher un engorgement rapide, on ménage à l'entour de l'orifice une cavité dont les parois sont garnies en maçonnerie légère ou en planches. — Au milieu de cette cavité on construit en prolongement du trou, et sur 1 mètre de hau-

[1] *Traité des constructions rurales. (Ut suprà.)*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur, un tube en maçonnerie hydraulique. — L'orifice du tube est rempli de gros cailloux, ou de fascines, que l'on remplace lorsqu'il y a engorgement; mais en général, la vase se dépose dans l'espace annulaire, et s'enlève facilement par le curage.

§ II.

GUÉRITES ET MAISONS DE GARDES.

349. CONDITIONS GÉNÉRALES. — En traitant du service de la surveillance et de l'entretien, nous verrons qu'il y a intérêt à fournir aux agents chargés de maintenir la ligne en bon état, ou aux gardiens des passages à niveau, une habitation qui leur permette d'être constamment présents au point où le service les appelle. — La répartition des maisons de gardes sur la ligne exige un examen sérieux, une étude très-approfondie du service et des moyens de surveiller et d'entretenir la voie avec le moins de frais possible. Il faut, à cet effet, établir un projet de gardiennage sur lequel on marque la position de tous les passages à niveau — en indiquant le genre de barrières à y appliquer — pivotantes, roulantes, à bascule, à tirage, etc. —, de tous les signaux optiques, des appareils de manœuvre de signaux et de changement, enfin des maisons ou guérites de gardes. Ce projet, qui, d'après notre expérience personnelle, peut s'établir très-commodément sur un profil en long ou sur un plan général de la ligne, rend compte du service de chaque garde ou chef d'équipe, le travail assigné à chacun d'eux étant renfermé dans de justes limites, sans que les intérêts du chemin de fer soient compromis.

L'habitation d'un garde peut être une simple guérite en charpente, une loge en maçonnerie, ou enfin une maison renfermant le garde et sa famille.

Les agents répartis sur la ligne reçoivent de l'administration un certain nombre d'objets dont ils sont responsables et qui servent à l'entretien ou à la surveillance. L'abri doit donc être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisant pour conserver ces objets lorsqu'ils ne sont pas employés au dehors. Comme il faut de plus que l'agent y soit préservé des intempéries, l'abri doit être clos et percé de baies vitrées. Enfin, il y a quelques notes à prendre, des écritures à faire, qui nécessitent un petit arrangement approprié à cet objet.

350. GUÉRITES ET LOGES. — La figure 474, pl. XXXII, représente, en plan et en élévation, une guérite satisfaisant à toutes ces conditions ; elle a pour dimensions intérieures, $1^m,15$ de largeur, $2^m,05$ de longueur, $2^m,30$ de hauteur à la naissance du toit et $2^m,50$ au sommet.

Elle contient une caisse dont le couvercle sert de siége, une tablette avec un tiroir pour placer les papiers, carnets, etc. ; enfin, une autre tablette à la partie supérieure pour déposer les effets à sécher, etc.

Le prix de cette guérite, construite en bois de chêne pour les semelles et montants, et en bois de sapin pour tout le reste, peinture et ameublement compris, à l'exception du fourneau, est de 315 francs, soit 133 francs le mètre carré de local clos. C'est un prix assez élevé, surtout en raison des frais d'entretien que ce système de guérite occasionne par suite du contact immédiat de la charpente avec le sol ; aussi ne faut-il l'employer qu'à titre provisoire et seulement lorsque la guérite doit être déplacée.

Lorsque la position de la guérite est définitivement arrêtée, on substitue avantageusement à la construction en bois une loge en maçonnerie qui peut au besoin, mais exceptionnellement, servir d'abri pour la nuit à un homme seul.

La figure 475, pl. XXXII, représente le plan d'un type de loge construit en Belgique sur ces données. Les murs sont formés de briques à plat de $0^m,10$ de largeur ; l'espace couvert a $2^m,10$ de largeur sur $3^m,10$ de longueur ; il contient un lit et une cheminée. Le grand axe est dirigé perpendiculairement à la voie, les longs murs sont percés de deux fenêtres chacun, qui donnent vue sur la ligne. Le prix de ces maisonnettes est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 290 francs, soit environ 45 francs par mètre carré d'espace clos.

Au point de vue de l'entretien, cette construction n'est pas moins fort économique quand les matériaux employés sont de bonne qualité.

L'emploi des galandages et des couvertures trop légères n'est pas judicieux ; car il faut donner à l'agent un abri contre les grandes chaleurs ou les froids intenses.

Dans l'Allemagne du Nord on prend toutes les mesures propres à rendre ces loges aussi confortables que possible. Quand la localité le permet, les murs sont formés de deux parois en briques laissant entre elles un vide de $0^m,08$ destiné à préserver l'abri des variations de température.

On donne à ces abris 3 mètres de longueur sur $2^m,50$ de largeur. En supposant le pourtour en galandages, le toit en ardoises et l'ameublement évalué à 50 francs, le prix de revient est de 75 francs par mètre carré, ce qui porte le prix total pour loge avec fondations en maçonnerie et en déblai à 625 francs, et avec fondations sur pilotis, en remblai, à 580 ou 600 francs.

Si, au lieu de galandages, on emploie la maçonnerie ordinaire, la loge revient à 675 francs dans les conditions ordinaires, et à 900 francs sur les remblais élevés.

Une guérite en bois coûte de 375 à 425 francs.

En Hanovre, les loges ont $3^m,20$ en carré dans œuvre ; les murs sont construits en briques — une brique et demie avec un vide intérieur de $0^m,07$ —. L'entrée est munie d'un porche qui préserve l'intérieur des effets du refroidissement. Entre les deux portes se trouve un réduit pour le dépôt des outils et la place d'une échelle qui sert à monter sur le grenier où s'approvisionne le combustible.

La loge porte à l'extérieur un grand numéro d'ordre et les tablettes de contrôle des gardes, dont nous parlerons plus loin.

Dans l'Allemagne du Sud, on a donné à cette construction un peu plus d'importance pour ménager au garde un espace destiné à l'emmagasinage des outils et au water-closet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les dimensions d'une loge sont les suivantes :

	Longueur.	Largeur.	Hauteur.
Chambre principale	3m,60	2m,85	2m,70
Annexe.....	1 ,80	2 ,85	2 ,70

Le plancher de la chambre est placé à 0m,45 au-dessus du sol. L'espace clos forme 15 mètres carrés, qui, au prix de 50 francs par mètre carré, représentent une dépense de 750 francs.

351. Maisons de gardes. — Lorsque le service d'un passage à niveau est important, on y place un homme marié qui se fait suppléer par sa femme dans la manœuvre des barrières. L'abri devient alors la maison de garde.

Les types de construction répondant plus ou moins au programme sont très-nombreux, mais la dépense de construction de ces types excède souvent 4 000, 5 000 et même 6 000 francs, somme considérable et qui en restreint malheureusement l'application.

Pour multiplier les maisons de gardes dans une division du réseau de l'Est où les passages à niveau sont très-rapprochés, nous avons étudié et fait approuver un type de maison qui nous paraît réunir les conditions générales du programme tout en restant dans la limite très-réduite de prix de 3 000 francs (fig. 472, pl. XXXII).

Il mesure, dans œuvre, 7 mètres sur 4. On y trouve :

— Dans le sous-sol une cave *a* régnant sous les chambres à coucher ;

— Au rez-de-chaussée, un vestibule *b* pour les outils et la cage d'escalier, une cuisine *c* et deux chambres à coucher *d*, *e* ;

— A l'étage, une grande chambre à coucher *f*, et un grenier *g*.

Une annexe adossée à la maison contient : une étable *h*, un four *k* et des latrines qui peuvent aussi être reléguées à quelque distance de l'habitation.

Ce type, aussi complet que possible, s'appliquera ainsi dans des localités éloignées des habitations, et partiellement, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une maison à proximité des points où l'approvisionnement des choses de première nécessité est facile. En tous cas, il est convenable d'annexer à la maison de garde un petit jardin pour lequel on peut disposer des excédants de parcelles provenant directement de l'expropriation, ou échangées avec les propriétaires riverains. La surface du jardin peut varier de 10 à 25 ares, suivant les localités, le prix des terrains, la facilité de se procurer des vivres. Il ne faut pas cependant que la surface du terrain soit trop grande, car le garde aurait une tendance à négliger le service pour consacrer son temps à la culture.

Le type dont nous donnons le plan est simple de construction, tout en répondant complétement au programme. L'ingénieur est souvent tenté d'embellir les façades des maisons de gardes au moyen de détails d'architecture en pierre de taille ou en bois. L'emploi de la première de ces matières a pour résultat d'accroître beaucoup le prix de construction; quant au bois, appliqué à l'extérieur et surtout en découpures, il coûte fort cher d'entretien ; mieux vaut multiplier les maisons de gardes, simples d'architecture, que de consacrer les ressources de ce chapitre à des constructions plus élégantes, mais trop rares pour les besoins du service.

Les dimensions de la maison de garde représentée par la figure 471, pl. XXXII, sont peut-être un peu exiguës en plan, surtout en raison de l'emplacement occupé par le porche et l'escalier.

Le dernier type adopté pour la ligne du Bourbonnais est plus large en plan. La maison, qui mesure dans œuvre $7^{m},52$ sur $4^{m},54$, est précédée d'un porche ouvert de $1^{m},50$ de long sur $0^{m},80$ de largeur, donnant accès dans une chambre à cheminée. Cette chambre a $4^{m},42$, renferme un lit et un grand placard; elle communique avec un appentis de $2^{m},30$ sur $1^{m},55$, contenant une tablette et un évier, et qui donne une sortie sur le côté de la maison. De la grande chambre on passe dans deux autres chambres ayant 4 mètres de longueur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur 2m,23. Enfin, du côté de la maison opposé à l'entrée se trouve un escalier de meunier qui conduit au grenier, simple galetas sans hauteur.

De ce même côté, on a disposé un escalier qui mène à la cave ménagée seulement sous la grande chambre de l'habitation.

Un hangar élevé dans le jardin contient les lieux d'aisances et un espace réservé pour abriter le combustible ou divers ustensiles du garde.

Pour loger les gardes, on réunit souvent deux ménages dans un même bâtiment; chaque logement a son entrée distincte (fig. 476) et comprend : une entrée servant de cuisine A, une chambre à coucher B et une salle C. Dans l'Allemagne du Nord, l'installation complète, non compris l'achat du terrain, revient à 3 375 francs, ainsi répartis

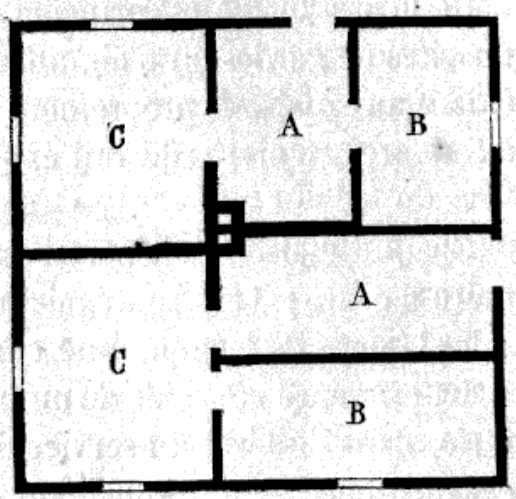


Fig. 476. Maison pour deux gardes. 1/100.

Le bâtiment principal à un étage, 78m²,78.....	2625f
Une annexe pour étable (1m,88 × 6m,28 = 11m²,81).	375
Latrines doubles.....	55
Un puits de 0m,94 de diamètre de 3m,80 à 4m,70 de profondeur.....	320
	3375

352. Dispositions relatives au service des gardes. — Les gardes préposés à la manœuvre des barrières de passage à niveau s'endorment souvent dans leur guérite ou leur maison, en attendant le passage d'un train. Réveillé en sursaut par le bruit de la machine, le garde se précipite au dehors, à moitié endormi, pour manœuvrer les barrières; si à ce moment le train est à la hauteur du passage, et surtout si deux trains se croisent en ce point, il peut malheureusement arriver que le garde se jette, les yeux fermés, contre le train en mouvement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut diminuer les chances d'accidents de ce genre en plaçant en avant de la porte de sortie sur la voie, à 0m,80 environ, une barrière qui empêche le garde encore endormi de se précipiter du côté des rails.

Cette précaution est principalement à recommander pour les guérites de gardes ou d'aiguilleurs placées très-près de la voie. Quant aux maisons proprement dites, on fait bien de les tenir à 5 mètres au moins du rail extérieur.

Chaque maison doit porter en chiffres très-visibles un numéro d'ordre ; il est bon également d'inscrire sur les faces latérales le nom de la commune sur laquelle la maison est située.

La prudence conseille de munir toutes les fenêtres de volets ; mais, dans l'intérêt du service de l'exploitation, il faut en placer aux fenêtres pratiquées sur les faces perpendiculaires à la voie, car une lumière de l'intérieur vue par les trains pourrait être prise pour un signal.

On doit interdire aux gardes la construction d'annexes aux bâtiments de l'administration ; ces annexes, généralement construites en planches et recouvertes en paille, sont d'un effet désagréable ; elles ont en outre le grave inconvénient de présenter des chances d'incendie. Les fosses servant à l'accumulation des immondices, les tas de paille, enfin tous les amas de matières combustibles doivent être soigneusement recouverts.

Sur certaines lignes allemandes et suisses, les gardes-voies sont astreints à faire un nombre déterminé de parcours sur tout le canton qui leur est assigné.

Comme garantie de l'accomplissement de ce devoir, ils doivent suspendre à la façade de leur maison et sur un poteau placé à la limite de leurs parcours des planchettes dont le nombre varie sur les divers chemins ; la nuit ces planchettes sont toutes réunies et suspendues dans l'intérieur de la maison ; il faut, à cet effet, disposer des crochets à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment — chap. XI, § I —.

C'est également dans la maison du garde que sont déposées,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pendant le jour, les lanternes des signaux fixes ou des barrières. Des tablettes et armoires fermant à clef seront préparées pour conserver ce petit matériel à l'abri des gelées et des accidents.

C'est encore dans certaines maisons de gardes que se placent les appareils de télégraphie électrique employés en cas de demande de secours. Une installation spéciale est donc ménagée pour cet objet— EXPLOITATION : *Mesures de sécurité* —.

On trouvera plus loin l'indication des mesures à prendre pour la conservation des constructions.

En ce qui concerne l'entretien journalier, l'administration doit exiger des gardes que leur habitation soit constamment maintenue en parfait état de propreté, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur et aux abords de l'habitation.

Un procès-verbal d'entrée en jouissance, dressé par un agent supérieur, constate l'état de la maison quand un nouveau garde en prend possession ; semblable formalité a lieu au moment de la sortie.

§ III.

INSTALLATIONS DU SERVICE DES VOYAGEURS.

353. DISTRIBUTION DES BATIMENTS [1]. — A moins de grandes difficultés, le bâtiment des voyageurs doit être placé entre le chemin de fer et l'agglomération la plus importante de la localité.

Il sera disposé du côté des voies, de manière à ménager, autant que possible, aux locaux occupés par les voyageurs et par le personnel de la station en relation immédiate avec les trains qui s'y arrêtent, l'accès direct sur le quai.

Le bâtiment des voyageurs comprend essentiellement :

— Un vestibule ;

— Un local pour la vente des billets, le dépôt des bagages et les messageries ;

[1] EXPLOITATION, *Service des voyageurs.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Une ou plusieurs salles d'attente ;

— Un logement pour le chef de station ;

— Des urinoirs et water-closet comme annexes.

Si la station est de moyenne importance, le bâtiment des voyageurs contient, outre les locaux que nous venons d'énumérer :

— Un bureau pour le chef de station ;

— Un bureau pour le télégraphe ;

— Une salle de distribution de bagages à l'arrivée ;

— Un magasin pour les bagages et les marchandises adressées bureau restant ; une consigne des bagages déposés ;

— Plusieurs locaux affectés aux services de la voie et de l'exploitation, lampisterie, chaufferettes, outils, dortoirs pour les conducteurs, corps de garde pour les hommes d'équipe, etc. ;

— Enfin, des logements pour le chef de gare et certains agents, suivant l'importance de la station.

Une grande station comprend aussi :

— Bureaux distincts pour les divers agents attachés à l'exploitation, chef et sous-chef de gare, commissaire de surveillance, télégraphe, etc. ;

— Bureaux pour la messagerie ;

— Locaux spéciaux pour les employés de la voie, de la traction et de l'exploitation ;

— Cabinet de visite pour le médecin ;

— Bureaux de poste, de correspondances, d'octroi, etc.;

— Quai avec rampe pour chevaux et voitures ;

— Sorties distinctes pour les voyageurs sans bagages et pour ceux qui ont des colis à retirer ;

— Buffet, buvette, et généralement logement du restaurateur.

Enfin, on trouve dans les stations de tête :

— Les bureaux de l'administration, de l'ingénieur en chef, du chef du mouvement, etc.;

— Des logements pour le directeur de l'exploitation et certains employés supérieurs ;

— Des bureaux pour la douane, etc., etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vestibule. — Le vestibule doit être facilement accessible aux piétons et aux voitures, et précédé d'une cour suffisamment spacieuse pour éviter tout encombrement. Il fait ordinairement face à cette cour, et le trottoir placé devant son entrée est souvent recouvert d'une marquise.

Il doit donner accès à toutes les dépendances de la station qui peuvent être fréquentées par le public.

Dans les haltes et les petites stations, le vestibule se confond souvent avec la salle d'attente unique pour les trois classes ; quelquefois il en forme le prolongement.

Billets. — Le bureau pour la vente des billets doit être bien en vue, sur le vestibule, afin d'éviter toute indécision dans les démarches du public. Il est à désirer que les personnes munies de leur billet puissent se rendre, sans difficultés, aux salles d'attente, soit immédiatement, soit après avoir passé par le guichet des bulletins de bagages. En principe, ces personnes ne doivent pas rencontrer sur leur parcours les voyageurs qui ont encore à prendre leurs billets ou à faire enregistrer leurs bagages. On remplira cette condition en plaçant le bureau des billets entre le local destiné au dépôt des bagages et les salles d'attente.

Dans les stations où l'affluence des voyageurs est considérable, on doit pouvoir distribuer les billets par plusieurs guichets à la fois, mais toujours à couvert.

Dans les haltes et petites stations, le bureau des billets se confond souvent avec celui du chef de gare ou celui des bagages.

Bagages. — La salle de dépôt et le bureau d'inscription des bagages au départ, de même que la salle de visite et de distribution des bagages à l'arrivée, doivent s'ouvrir sur le trottoir longeant les voies principales.

Pour les gares extrêmes, il est nécessaire de rapprocher, autant que possible, les salles de bagages au départ et à l'arrivée de la tête des trains partants et arrivants.

Dans les stations intermédiaires dont l'importance comporte une salle de distribution des bagages à l'arrivée, la sortie des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voyageurs est convenablement placée le long de cette salle, en travers du bâtiment principal. Les voyageurs qui sortent ne doivent jamais passer dans le vestibule et se mêler aux voyageurs qui partent. La sortie sera donc ménagée du côté de la station où ne circulent pas les voyageurs au départ.

Dans les petites stations, la distribution des bagages se fait simplement sur le trottoir, et la sortie est extérieure, à l'une des extrémités du bâtiment.

Les salles de messageries sont, suivant l'importance de la station, ou communes avec les salles de bagages, ou distinctes et placées dans le voisinage, ainsi que les bureaux correspondants.

Salles d'attente. — Les salles d'attente doivent avoir leur débouché sur le trottoir qui longe les voies principales.

Suivant la nature des voyageurs et l'importance de la station, ces salles comprennent :

— Une salle unique pour les trois classes ;

— Une salle pour la première et une autre pour les deuxième et troisième réunies ;

— Une salle pour les première et deuxième réunies, et une salle pour la troisième ;

— Trois salles distinctes pour les première, seconde et troisième classes, et quelquefois un salon avec water-closet pour les dames.

Les salles d'attente sont placées, comme nous l'avons dit, du côté opposé à la salle des bagages, par rapport au bureau des billets.

Elles doivent être facilement accessibles du vestibule, sans que les voyageurs aient à traverser certaines dépendances de la station exclusivement affectées au service et aux employés.

On dispose les entrées des salles d'attente des différentes classes de manière à les faire aboutir, autant que possible, vers un même point, pour qu'un seul employé suffise au contrôle des billets.

Bureau du chef de station. — Ce bureau doit avoir sortie sur la voie et communication avec le public, soit par l'extérieur,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit par le vestibule, sans l'obliger à traverser d'autres dépendances de la station. Aussi rapproché que possible du bureau des billets, de la salle des bagages et, suivant les cas, des bureaux du sous-chef de station et du télégraphe, il constitue en quelque sorte le centre, le pivot des différents services.

Dans les stations de tête, ce bureau se trouve le plus souvent du côté du départ des trains.

Télégraphe. — Le local consacré au service du télégraphe peut se placer vers la voie ou sur le côté de la station. Le public doit avoir la faculté d'y accéder sans traverser la gare.

Dans les stations peu importantes, il est souvent confondu avec le bureau du chef de gare.

Commissaire de surveillance. — Le bureau du commissaire de surveillance est, en général, situé du côté de la voie et facilement accessible pour le public.

Water-closet. — Dans les petites stations où les trains s'arrêtent rarement, et situées près de points d'arrêt forcé, un ou deux water-closet sont suffisants pour les voyageurs au départ ou à l'arrivée. Ils font, en quelque sorte, annexe du bâtiment principal.

On peut d'ailleurs, lorsque le besoin s'en fait sentir, établir, comme nous l'avons dit, un petit bâtiment distinct contenant des latrines et des urinoirs, accessibles du côté de la voie et du côté de la cour.

Dans les stations d'un ordre supérieur, outre les water-closet affectés aux voyageurs au départ, et attenant au bâtiment principal ou situés dans un pavillon donnant sur la cour, il faut, en général, un urinoir à chaque extrémité de la station et de chaque côté de la voie. Ces urinoirs doivent être très-vastes dans les stations où les convois s'arrêtent pendant plusieurs minutes. Des écriteaux, placés bien en vue des voyageurs, indiquent la position de ces annexes et les entrées distinctes pour les dames et pour les hommes — 346 et 347 —.

Lampisterie, chaufferettes, etc. — Les locaux affectés aux employés des divers services sont situés soit à l'une des extrémités du bâtiment principal, soit dans le même pavillon que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les latrines, soit enfin dans des annexes attenant ordinairement à un abri couvert situé en face du bâtiment principal, de l'autre côté de la voie. L'importance de ces locaux varie d'ailleurs avec celle de la station. Ils se confondent souvent dans les petites stations et manquent dans les haltes. Dans les stations chargées de l'éclairage des trains, le local affecté au service des lampes doit se trouver à proximité du point de stationnement des trains.

Poste. — Le bureau de la poste doit se trouver à proximité du chef de gare et du télégraphe et pouvoir être facilement accessible, d'une part, par les bureaux ambulants, de l'autre, par les voitures qui font le service de la localité et par le public.

Dans les stations principales, le service de la poste se fait souvent dans un local complétement distinct du bâtiment des voyageurs.

Correspondances. — Le bureau des correspondances est disposé de manière à se présenter bien en vue et à éviter autant que possible les rencontres de voyageurs se rendant à ce bureau et de ceux qui se dirigent soit vers la salle des bagages, soit vers les salles d'attente.

Ce bureau se confond souvent avec le bureau des billets. Dans les grandes gares, on fait bien de l'annexer à la salle de distribution des bagages à l'arrivée, de manière à faciliter aux voyageurs les opérations qu'ils ont à effectuer en descendant du train.

Octroi. — Dans les stations qui comportent un bureau d'octroi, il faut autant que possible rapprocher ce bureau de la sortie et de la salle de distribution des bagages, à l'arrivée.

Logements. — Toutes les stations renferment au moins un logement pour le chef de la station. Ce logement, placé ordinairement au premier étage, se compose de plusieurs pièces, d'une cuisine et d'une cave. Il doit renfermer également un water-closet spécial.

Dans les stations d'un ordre plus élevé, le premier étage comprend en outre un logement pour le sous-chef et, suivant les cas, des logements pour divers employés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les convenances exigent que ces logements soient en général accessibles par l'extérieur, afin d'éviter aux personnes qui les habitent la traversée du vestibule et, à plus forte raison, de toute autre dépendance de la station.

Buffet. — Lorsque le buffet est établi dans une annexe de la station, il doit être situé du côté de la ville par rapport à la voie. Mieux vaut cependant le placer dans le bâtiment principal.

Le restaurant comprend, suivant les cas, soit une salle unique, soit plusieurs salons, une buvette, une cuisine, une cave et le logement du restaurateur.

En Allemagne et en Angleterre, les salons ou salles à manger se confondent souvent avec les salles d'attente, le buffet proprement dit étant placé entre les salles de différentes classes. Nous pensons que cette disposition est préférable à celle adoptée en France, où le buffet est plus spécialement affecté aux voyageurs de passage dans la station.

La cuisine du buffet et le logement du restaurateur doivent avoir leur débouché sur la cour, afin que le service et les approvisionnements trouvent une circulation en dehors des locaux affectés à l'exploitation.

Bureaux de l'administration. — Situés dans les stations de tête, de rebroussement, d'embranchement, ou hors ligne par leur importance, ces bureaux sont complétement distincts et ordinairement éloignés de ceux du service actif. Nous reviendrons ailleurs sur leur organisation — ADMINISTRATION —.

En résumé, l'architecte chargé d'arrêter les dispositions intérieures d'un bâtiment de voyageurs pourra sans crainte d'erreur prendre pour règles les indications suivantes, émanées de l'administration des chemins de fer de Brunswick :

— Grouper vers un même point du bâtiment tous les locaux occupés par les divers services pouvant avoir quelques relations entre eux ;

— Faciliter au public, par un vestibule convenable, l'accès des abords du guichet des billets, des salles de bagages, des bureaux de la poste et du télégraphe ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Placer le bureau des bagages à côté de celui des employés et pratiquer entre les deux locaux une petite ouverture pour l'échange des communications ; ménager enfin à ce bureau une sortie directe sur le trottoir ;

— Rapprocher le bureau du télégraphe de celui des employés ;

— Mettre le bureau du chef de station en communication directe avec la poste et le bureau des employés ;

— Installer, quand on le peut, la salle des paquets à côté du bureau de la poste ; mais cette condition n'est pas indispensable ;

— Rendre facile le passage du vestibule aux salles d'attente ; si un corridor est nécessaire, lui donner au moins 2 mètres de largeur ;

— Donner aux salles d'attente un accès direct sur le trottoir ;

— Placer le buffet entre les deux salles d'attente, avec un double dressoir faisant face à chaque salle.

La chambre du restaurateur n'est à ménager dans le plan que dans le cas où il n'a pas d'habitation dans la station. La cuisine sera reportée dans le sous-sol, si la place manque au rez-de chaussée.

Quant à la loge du concierge, elle n'est nécessaire que dans les stations importantes.

Indépendamment de ces divers locaux, le bâtiment doit contenir encore : au premier et quelquefois au second étage, des logements pour le chef de station et divers employés ; dans le sous-sol, des caves pour les divers logements et le restaurateur et un espace réservé pour le service de l'exploitation.

Les mêmes instructions recommandent aussi la mise en communication du vestibule et du trottoir des voyageurs. Nous croyons cette disposition inutile et même entachée de nombreux inconvénients, tels que la fraude, l'encombrement. On ménage quelquefois des pièces en réserve pour les besoins ultérieurs de l'exploitation ; elles doivent donc être disposées du côté du groupe des locaux de service.

354. SURFACES NÉCESSAIRES AUX DIVERSES BRANCHES DU SER-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vice [1]. — Vouloir poser des règles générales pour déterminer *à priori* les dimensions qui conviennent le mieux aux installations définitives d'une station d'un ordre quelconque serait une entreprise téméraire. Le procédé qui offre le plus de chances de réussite dans la solution du problème consiste à opérer par analogie : prendre, dans les réseaux en exploitation, diverses stations qui, en raison de la situation, de l'importance et des habitudes du pays, peuvent servir de termes de comparaison et fournir des données suffisantes pour étudier les projets des stations nouvelles.

Pour fixer les idées, nous avons groupé dans les tableaux suivants les surfaces départies à chaque branche de service, dans les stations de différentes catégories du chemin de fer du Bourbonnais, l'un des derniers grands chemins de fer ouverts à la circulation.

Le premier tableau comprend les stations secondaires. Les catégories A et B desservent les agglomérations de faible importance. La figure 426, pl. XXVIII, représente le plan d'ensemble d'une station de la première de ces catégories.

On range dans la catégorie C les petites villes, les chefs-lieux de canton, les centres présentant une population de 2 000 à 4 000 habitants.

La catégorie D comprend les villes de 6 000 à 8 000 habitants, telles que Amplepuis, l'Arbresle, Montbrison.

Par son développement exceptionnel, le type E devrait peut-être passer dans la catégorie des stations principales d'un rang inférieur. Il dessert une ville de 15 000 habitants qui donne lieu à une certaine activité industrielle, comme Tarare.

Chaque station est pourvue d'un petit bâtiment annexe placé vis-à-vis du bâtiment principal.

[1] Le lecteur qui voudrait approfondir l'étude de cette question pourrait consulter les calculs publiés par MM. Funck et Debo : *Die Eisenbahnen im Konigreich Hannover*, 1852, reproduits sous une autre forme par M. de Kaven dans ses leçons à l'Ecole polytechnique de Hanovre : *Vorträge uber Ingenieur-Wissenschaften an der polytechnischen Schule zu Hannover*, 1864.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES LOCAUX OCCUPÉS.	SURFACES DES LOCAUX OCCUPÉS EN MÈTRES CARRÉS.				
	A.	B.	C.	D.	E.
Bâtiment principal.					
Vestibule	»	14	26	38	45
Salles d'attente, 3e classe	27	26	33	31	46
— 2e —				24	35
— 1re —					22
Bureau du chef de station	10	17	14	15	15
Bureau de vente des billets			8	10	10
Facteurs, employés			11	16	25
Télégraphe					15
Service des bagages	11	14	20	28	50
Messageries					24
Magasin et consigne	2	2	5	20	2
Commissaire de surveillance	»	»	»	»	15
Hommes d'équipe	»	»	»	»	24
Dégagements et escaliers	3	3	5	8	18
Surface du rez-de-chaussée	55	77	126	190	356
Étage.					
Logement du chef de station	55	64	80	100	101
— du sous-chef de station	»	»	»	60	60
— d'un facteur	»	13	36	30	»
Surface de l'étage	55	77	116	190	161
Annexes.					
1° En prolongement du bâtiment principal.					
Bagages à l'arrivée	»	»	»	»	40
Consigne	»	»	»	»	12
Service des bouillottes ou chauffe-rettes	»	»	»	»	12
2° Vis-à-vis du bâtiment principal.					
Abri des voyageurs	12	12	18	24	36
Lampisterie	5	5	5	7	15
Disponible (lieux d'aisances, dépôt)	5	5	5	22	15

En Allemagne où les déplacements, favorisés par des tarifs modérés, sont très-fréquents, on donne plus d'ampleur aux divers locaux des stations. Le service de la poste, souvent annexé à la station, demande des locaux plus vastes surtout pour l'expédition des petits paquets dont elle se charge à la grande satisfaction du public.

Le tableau suivant indique les surfaces appliquées aux divers services dans les stations intermédiaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES LOCAUX.	STATIONS RURALES.	STATIONS DE VILLE.
Vestibule	25 à 30m2	40 à 50m2
Salles d'attente, 3e classe	20 à 25	30 à 40
— 2e et 1re classe	12 à 18	20 à 30
Bagages	12 à 15	15 à 20
Télégraphe	6 à 9	12 à 15
Bureau des billets et écritures		30 à 40
Chef de station	25 à 30	10 à 12
Poste-lettres		20 à 30
— paquets		10 à 12
Buffet	12 à 13	10 à 15
Chambre	»	10 à 15
Cuisine	»	12 à 20
Pièces disponibles pour l'exploitation	10 à 12	20 à 30
Concierge	»	6 à 10
Surface totale du rez-de-chaussée	122 à 152	245 à 349
1er ÉTAGE.		
Logement du chef de station	80 à 90	100 à 150
Logement d'employé	20 à 25	»
2e ÉTAGE.		
Logement d'employé	40 à 45	80 à 90
Logement d'employé	»	25 à 30

Quand on passe aux stations principales et surtout aux grandes stations, les conditions locales seules peuvent déterminer les bases applicables à chaque cas particulier.

Comme exemples, nous reproduisons dans le tableau suivant les dimensions de deux stations principales du chemin de Lyon, Nevers et Saint-Etienne.

La première dessert une ville de 25 000 habitants, au centre d'une contrée très-riche et très-populeuse. La seconde station est provisoire et insuffisante pour une ville de 100000 habitants et centre d'une très-grande activité industrielle.

Observation. — Quand on veut contrôler les dimensions adoptées, on peut avoir recours aux données statistiques des chemins en exploitation. Ainsi le nombre des voyageurs fournis par la contrée que dessert le réseau de l'Est français a été en 1868, défalcation faite des résultats fournis par Paris et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES LOCAUX.	SURFACES POUR UNE VILLE DE 25 000 h.	SURFACES POUR UNE VILLE DE 100 000 h.	DÉSIGNATION DES LOCAUX.	SURFACES POUR UNE VILLE DE 25 000 h.	SURFACES POUR UNE VILLE DE 100 000 h.
Vestibule	92m²	98m²	Bouillottes	24m²	annexe
Bureau des billets	10	20	Commissaires de surveillance	16	16×2
Salles d'attente, 3e classe	62	63	Magasin	»	16
— 2e —	39	53	Bureau de la traction	»	16
— 1re —	29	42	Postes	»	19
Buffet	108	128	Médecin	»	18
Buvette	33	31	Concierge	»	38
Office et magasin	15	53			
Cuisine et évier	21	32	**Annexes.**		
Chambre	»	10			
Bureau du chef de station	21	16	Dortoirs des chefs de trains	19	»
— des sous-chefs de station	21	16	Dortoirs des conducteurs	28	»
Employés aux écritures	21	»	Bureau des chefs de train	9	»
Télégraphie	36	21	Corps de garde des hommes d'équipe	29	36
Bagages et consigne (départ)	56	100	Logement du chef de station	145	»
Bagages (arrivée)	102	122	Logement du sous-chef de station	110	»
Consigne et dépôt (arrivée	23	»	Logement du buffetier	93	»
Messageries, bureau et caisse	28	36	Salon pour l'administration	28	»
Messageries, départ		60			
— arrivée		59			
Passage	41	»			
Lampisterie	27	annexe			

banlieue, de 11 146 447, soit, pour les 4 631 256 habitants des douze départements traversés, 2,5 voyages par an et par habitant. La population de chaque localité étant connue, on en déduit le nombre probable de voyageurs qui se présenteront au départ de chaque station.

Quant aux dimensions respectives des salles d'attente, il faut, en les arrêtant, tenir compte des habitudes et du degré d'aisance des populations, qui influent de la manière la plus sensible sur la répartition des voyageurs entre les trois classes. Si l'on se reporte au tableau des annexes relatives à l'exploitation, on voit que les contrées riches, actives, populeuses, donnent, sur 1 000 voyageurs :

	3e classe.	2e classe.	1re classe.
	781	140	79 (Lyon, ancien réseau.)
	768	139	93 (Orléans, ancien réseau.)
	682	212	106 (Nord.)
Moyennes..	744	164	91

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tandis que les contrées moins favorisées donnent sur 1 000 voyageurs :

	3e classe.	2e classe.	1re classe.
	821	130	49
	772	172	56
Moyennes....	797	151	52

355. TYPES DE BATIMENTS DES VOYAGEURS. — *Haltes.* — Comme nous l'avons dit, l'établissement d'une halte n'a lieu en général que dans les localités qui fournissent au chemin de fer un nombre restreint de voyageurs ou une affluence temporaire, et peu ou point de marchandises.

Afin de réduire au strict nécessaire le montant des dépenses d'établissement, on dispose la maison de l'agent préposé à la garde du passage à niveau où l'on projette une halte, de manière à comprendre dans l'intérieur : un bureau de 4 à 5 mètres carrés pour la vente des billets, et une salle d'attente de 15 à 20 mètres carrés.

La figure 477, pl. XXXIII, représente le plan du rez-de-chaussée d'un bâtiment analogue à la halte d'Ottersweier, sur les chemins de fer badois. Ce point d'arrêt n'est desservi que par des trains omnibus ou mixtes.

LÉGENDE DE LA FIGURE 477, PLANCHE XXXIII.

A. Salle d'attente et vestibule.
B. Billets et bagages.
C. Chambre du garde-receveur.
a. Appentis renfermant un bûcher et des latrines.

Nous avons indiqué plus haut — 321 — le mouvement de la halte d'Ottersweier. Voici le résumé d'un devis d'installation d'une halte analogue, devis qui pourrait subir au besoin de larges réductions.

Devis estimatif d'une halte.

— Terrains, y compris les trottoirs, sans les voies, 12 ares à 50f.	600f
— Bâtiment principal : $9^m,50 \times 4^m,50 = 42^{m2},75$ à 150f.....	6413
— Annexe : $3^m,00 \times 1^m,50 = 4^{m2},50$ à 50f.....	225
A reporter.....	7238f

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Report.....	7238f
— Lieux d'aisances avec fosse : $2^m,10 \times 2^m,40 = 5^{m2},04$ à 150^f.	756
— Pavage et empierrement aux abords des bâtiments.....	400
— Deux trottoirs en sable avec bordures en pierre de taille, 200^m à 10^f.....	2000
— Clôtures : 250^m à 2^f.....	500
— Porte sur la route d'accès.....	200
— Puits.....	250
Total.....	11344f

Ce devis comprend le prix de latrines séparées du bâtiment principal et disposées à peu près comme l'indique la figure 470, pl. XXXIII.

Les trottoirs indiqués dans ce devis sont beaucoup trop coûteux, et la bordure en pierre de taille peut se remplacer par une rangée de gazons d'assise—349—.

En construisant une station de peu d'importance, les hommes de l'art sont quelquefois tentés de donner au bâtiment des dimensions exiguës afin de conserver à l'édifice un ensemble architectural bien pondéré.

Il vaut mieux cependant sacrifier, dès l'abord, un peu de ce que l'on appelle la *symétrie* et se ménager les moyens de développer le bâtiment principal au moyen d'ailes accolées qui permettent de donner au service tout le développement que réclame l'augmentation de la circulation, sans pour cela nuire aux règles de l'art. C'est dans cet ordre d'idées qu'ont été construites la majeure partie des stations secondaires en Allemagne. Le pavillon principal renferme au rez-de-chaussée tout ou partie du service de la station, les étages étant réservés aux logements. A côté du pavillon, on construit, au besoin, une aile où se trouve le complément du service. Si le trafic le réclame, on peut facilement ajouter une seconde aile symétrique par rapport à la première, la place et les dispositions étant réservées à cet effet.

La figure 478, pl. XXXIII, donne le plan du bâtiment de la station de Schinznach, sur le chemin du Nord-Est suisse. Elle est construite d'après ces principes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA FIGURE 478, PLANCHE XXXIII.

V. Vestibule.
B. Billets, bagages, télégraphe et poste.
A^1A^2. Salle d'attente de première et deuxième classe.
A^3. Salle d'attente de troisième classe.
M. Magasin.

Cette station, située près de l'établissement thermal, est fréquentée, en majeure partie, par des voyageurs de première et deuxième classe. Dans le cas où l'espace viendrait à manquer, on construirait une aile symétrique de celle qui contient les salles d'attente de première et deuxième classe, et on y transporterait le service des billets, bagages, etc. ; on pourrait alors agrandir la salle de troisième classe, ou séparer la salle de seconde classe de celle de première.

La figure 479, pl. XXXIII, indique le plan d'une station secondaire — troisième classe de la section de Wissembourg — dans laquelle, de même que dans les deux exemples qui précèdent, le chef de station opère la vente des billets.

LÉGENDE DE LA FIGURE 479, PLANCHE XXXIII.

V. Vestibule.
b. Bureau des billets.
B. Bureau des bagages.
A^1A^2. Salle d'attente de première et deuxième classe.
A^3. Salle d'attente de troisième classe.
E. Escalier.

L'étage supérieur, surmonté d'un grenier, renferme le logement du chef de station et une chambre pour le facteur.

On aurait pu améliorer cette distribution en reportant l'escalier à côté du bureau des billets, de manière à mettre cette dépendance en communication aussi directe que possible avec le logement du chef de station. Cette modification aurait également facilité tout agrandissement ultérieur.

Le prix de revient des bâtiments de ce type, non compris l'annexe renfermant des latrines pour le public et un local pour la lampisterie, a varié selon la localité et surtout d'après l'importance des fondations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En divisant les dépenses en deux catégories, on trouve les chiffres suivants :

En dessous du sol, de	2126f à	6512f, moyenne...	4674f
Au-dessus du sol, de	22873 à	27010, — ...	25773
Totaux...	23930f à	33930f, moyenne...	29000f

Le mouvement des stations de cette catégorie a oscillé, en 1868, entre les nombres suivants, qui ne comprennent pas le trafic de la petite vitesse :

	Minimum.	Maximum.	Moyenne.
— Voyageurs expédiés.....	6316	12814	9426
— Marchandises à grande vitesse (kil.).	16697	43019	24617

Le plan d'une halte plus importante que celle dont nous avons parlé plus haut est représenté par la figure 480, pl. XXXIII.

LÉGENDE DE LA FIGURE 480, PLANCHE XXXIII.

A. Salle d'attente.
B. Billets et bagages.
V. Vestibule.
M. Magasin pour marchandises de petite vitesse.

Dans cette halte, dont le type se rencontre très-fréquemment sur les chemins du Hanovre, le logement du garde-expéditeur couvre au premier étage les locaux désignés dans la légende.

Les dimensions généralement restreintes du bâtiment principal ne permettent pas d'affecter un local convenable aux petits travaux d'entretien du ménage d'un chef de station. Si l'on veut épargner au public la vue de détails trop intimes, ou de constructions nécessairement provisoires que les chefs de station ne manquent pas d'élever pour parer au défaut d'espace dans la station, il est convenable de construire en arrière du bâtiment principal, et en communication avec le jardin, un bâtiment annexe servant de buanderie, de bûcher et d'étable. Un espace couvert de $9^m \times 6^m = 54$ mètres carrés est largement suffisant pour le but proposé. Dans cet ordre d'idées, les stations hanovriennes renferment les dépendances suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Latrines pour les voyageurs;
— Latrines pour les hommes de service et employés;
— Etables;
— Dépôt de combustible et d'outils;
— Buanderie;
— Magasin pour la pompe;
— Corps de garde pour les hommes de service.

Le tout est disposé autour d'une cour de ferme—œconomie-hof— clôturée par un mur plein ou une cloison en planches jointives. Dans cette cour se trouvent réunies toutes les installations nécessaires à une petite exploitation agricole; abattoir, lavoir, préparation des engrais, travaux de ménage, etc., etc., opérations qui peuvent s'effectuer ainsi sans offusquer les regards du public.

Dans la figure 480, pl. XXXIII, qui représente la *haltestelle* de Langwedel, le corps de logis constituant les annexes comprend : un magasin *m*, donnant sur la voie, pour les outils confiés au piqueur de la voie; — des latrines *l* pour le public; — un autre water-closet *l'* à l'usage de l'employé de la station; — une étable *e* pour une vache et un toit à porcs.

Ce pavillon des annexes est séparé du bâtiment principal par la cour *c*.

Durant l'exercice de 1862-63, cette halte a donné le mouvement suivant :

— Voyageurs de première classe....	3		
— — deuxième classe ...	165	4246	4362f,50
— — troisième classe ...	4078		
— Bagages.....		2340k	22 ,50
— Marchandises, messageries		2995	30 ,75
— — petite vitesse		18054200	35965 ,35
Total.....			40390f,10

La figure 481, pl. XXXIII, donne le plan d'une station secondaire plus importante (Soultz-sous-Forêts, EST).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA FIGURE 481, PLANCHE XXXIII.

V. Vestibule.
b. Bureau des billets.
B. Bagages.
A^1A^2. Salle d'attente de première et deuxième classe.
A^3. Salle d'attente de troisième classe.
C. Chef de station.
M. Magasin.

Le bâtiment se compose d'un pavillon central et de deux ailes. Le pavillon renferme, au premier étage, le logement du chef de station, au-dessus un grenier. L'aile de gauche contient, à l'entresol, deux chambres pour un employé. L'aile de droite ne renferme, au-dessus de la salle d'attente de troisième classe, qu'un grenier en communication avec le logement du chef de station.

La disposition de ce plan permet toute extension dans les deux sens.

Construit en moellons, et en pierre de taille pour le soubassement et les angles, le bâtiment a coûté :

En dessous du sol.....	3 327f,37
Au-dessus du sol	31 215 ,24
Dépense totale.....	34 542f,61

En 1868, cette station a expédié 23 616 voyageurs et 130 607 kilogrammes de marchandises en grande vitesse.

Nous avons représenté dans la figure 482, pl. XXXIII, le plan du bâtiment principal d'une station de bifurcation, analogue à celui de la station de Nordstemmen, sur les chemins du Hanovre — 324 —.

Ce bâtiment est composé d'un corps principal flanqué de deux pavillons.

Le centre, au rez-de-chaussée, renferme deux petits vestibules, un buffet et deux grandes salles d'attente. Les voyageurs en transit arrivent dans ces salles par les trottoirs couverts qui entourent le bâtiment ; les voyageurs de la localité prennent leurs billets de place et de bagages à l'entrée du pavillon de gauche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce pavillon contient, au rez-de-chaussée, les bureaux du service de la station, le télégraphe et la loge du concierge ; au premier étage, le logement du chef de gare et deux chambres pour l'employé du télégraphe.

Dans le pavillon de droite on trouve, au rez-de-chaussée, les bureaux de la poste et le logement du restaurateur ; à l'étage, les logements du receveur et du concierge.

LÉGENDE DE LA FIGURE 482, PLANCHE XXXIII.

VV. Vestibules.
A^1A^2. Salle d'attente de première et deuxième classe.
D. Salon pour les dames.
A^3. Salle d'attente de troisième classe.
R. Buffet.
b. Billets.
B. Bagages et dépôts.
C. Chef de station.
T. Télégraphe.
L. Concierge.
P. Poste.
G. Corridor.
r,*r'*,*r''*. Logement du restaurateur.

Dans le plan du bâtiment de station principale — Ancône à Bologne — représenté par la figure 483, pl. XXXIII, les locaux fréquentés par le public sont relégués à la droite, vers l'arrière du train accostant le trottoir qui touche au bâtiment. Les locaux occupés par le service de la station sont concentrés vers la gauche, du côté de la tête des trains.

LÉGENDE DE LA FIGURE 483, PLANCHE XXXIII.

V. Vestibule.
b. Billets.
B. Bagages et bureau.
A^1A^2. Salle d'attente de première et deuxième classe.
A^3. Salle d'attente de troisième classe.
R. Buffet.
c. Cuisine du buffet.
C. Chef de station.
T. Télégraphe.
S. Sortie.
s. Commissaire de surveillance.
l. Lampisterie.
E. Employé de la voie.
r. Bagages abandonnés, restants ou consignés.

Les voyageurs, en entrant dans la station, trouvent en face le bureau des billets, qui occupe le milieu du vestibule. La table des bagages est à gauche du bureau des billets, de manière à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permettre aux voyageurs d'acheter, sans va-et-vient inutile, leurs billets de place et de bagages, puis de se rendre dans les salles d'attente.

La salle de troisième classe est reléguée à l'extrémité du bâtiment, tournée vers l'arrière du train ; de cette manière les voyageurs de différentes classes ne se croisent pas sur les trottoirs.

Les voyageurs qui descendent à la station ne passent pas dans le vestibule, où ils pourraient se heurter contre les voyageurs au départ. Ils suivent un passage ménagé sur un des côtés de la salle des bagages, d'où ils peuvent retirer leurs colis.

Des entrées et sorties séparées sont nécessaires pour éviter la confusion entre les bagages à l'arrivée et ceux au départ.

Le même personnel sert aux deux manipulations.

Le bureau du chef de station est situé du côté de la voie, au milieu du bâtiment, au centre des deux divisions.

Le buffet, à l'extrémité du bâtiment, est séparé d'une dizaine de mètres de l'annexe renfermant les water-closet. Les voyageurs de passage trouvent là toutes facilités pour se restaurer et mettre à profit, sans perte de temps, les quelques minutes d'arrêt du train et sans être gênés par le mouvement des voyageurs de la localité.

Cette disposition peut s'appliquer, avec de simples réductions, à toutes les stations d'une même ligne. D'une station d'un ordre quelconque, on passe à une station d'un ordre plus élevé, sans apporter d'autres changements aux dispositions primitives qu'un allongement dans un sens ou dans l'autre.

L'étage supérieur contient le logement du personnel. Il peut se partager en deux, si la station est peu importante, et se transformer en un grand appartement, si la station demande la présence d'un chef de gare (fig. 483 et 483 *bis*, pl. XXXIII).

Les bâtiments de station sont en général de longs rectangles d'une largeur uniforme et très-réduite par rapport à la longueur.

Cette disposition a l'inconvénient d'allonger le parcours né-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cessité par les communications entre les divers locaux, et d'exiger un personnel plus nombreux pour la surveillance.

En Allemagne, on a cherché à tourner la difficulté, et en même temps à réduire les frais de construction, en condensant le bâtiment de manière à ne faire déboucher directement sur le trottoir des voyageurs que les salles d'attente et les locaux dont les relations avec les trains doivent être immédiates et directes.

Cette combinaison facilite grandement la surveillance et la répression de la fraude. Elle permet d'accuser plus particulièrement en façade certaines parties du bâtiment, et de les distinguer, par des saillies prononcées, de l'ensemble de la construction. Elle admet encore la faculté de donner à tous les locaux fréquentés par le public non voyageur un accès plus convenable. Enfin, dans cette disposition, les pièces occupées par les employés sont directement éclairées, ce qui n'a pas lieu lorsqu'au bâtiment longitudinal est accolée une marquise recouvrant le trottoir des voyageurs, à un niveau supérieur aux baies qui donnent le jour à ces bureaux.

La figure 484 représente le plan du bâtiment de la station de

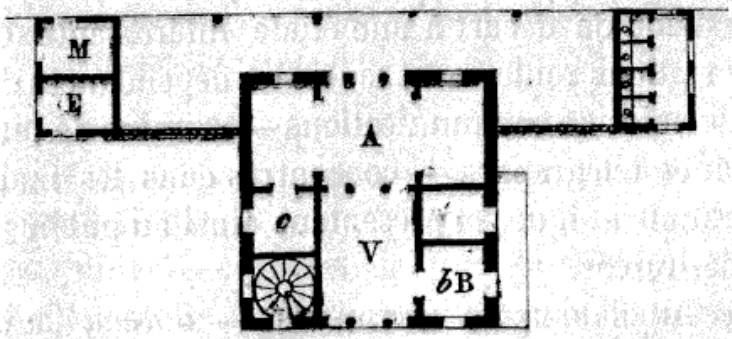


Fig. 484. Halte des chemins bavarois. 1/500.

V. Vestibule qui sert d'annexe à la salle d'attente en été, en cas d'affluence.
A. Salle d'attente.
C. Cuisine du garde expéditeur.
bB. Bagages et billets.
E. Dépôt.
M. Magasin pour la voie.

Schonungen sur les chemins bavarois, étudié dans cet ordre d'idées.

En avant du bâtiment principal s'étend une galerie couverte aboutissant d'un côté à l'annexe des petits magasis M, E et de l'autre aux latrines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin la figure 485 est le plan d'une station plus importante que la précédente — Seesen, chemin du Brunswick — et disposée d'après les considérations développées plus haut.

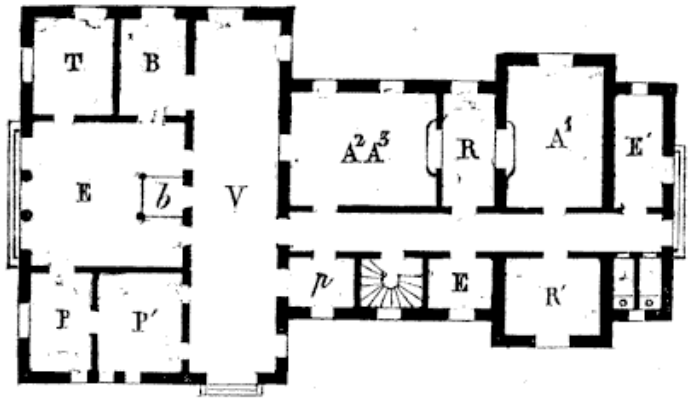


Fig. 485. Station des chemins de Brunswick. 1/500.

V. Vestibule.
b. Billets.
E. Bureaux d'expédition.
B. Bagages.
PP'. Poste.
T. Télégraphe.
A'. Salle d'attente de première classe.
A²A³. Salle d'attente de deuxième et troisième classe.
R. Buffet.
R'. Salon du restaurateur.
L. Loge du concierge.
E'. Employés et magasins.
W. Water-closet.

De ces deux plans, le premier n'est pas très-satisfaisant; mais le plan des chemins du Brunwick pourrait, croyons-nous, servir de point de départ à une étude intéressante des bâtiments de stations renfermant toutes les dépendances des divers services de voies de communications — chemins de fer, postes, navigation et télégraphes — concentrés dans les mains d'une administration unique, et présentant ainsi au public toutes les facilités désirables.

355 *bis*. AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS. — *Bureau de vente des billets*. — Ce bureau doit offrir des abords et dégagements faciles. De plus, il a besoin d'être bien éclairé, convenablement chauffé et ventilé, suffisamment spacieux pour contenir les casiers de billets et la table supportant les registres de la comptabilité.

Barrières. — Il importe que la vente des billets s'effectue avec rapidité ; pour éviter l'encombrement, les contestations et leurs conséquences fâcheuses, on place, dans les gares où l'affluence se produit, des barrières qui forcent le public à suivre un cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tain ordre de passage au guichet. — Ces barrières peuvent être de simples lisses ou galeries de 1 mètre à 1^{m},10 de hauteur, placées parallèlement au guichet de distribution, et à une distance suffisante — 0^{m},60 — pour le passage d'une seule personne.

D'autres fois on donne à ces barrières la forme de labyrinthes plus ou moins compliqués. La figure 486 représente en plan le type adopté par le chemin de fer du Nord. L'inspection de la figure démontre que les dispositions, très-simples

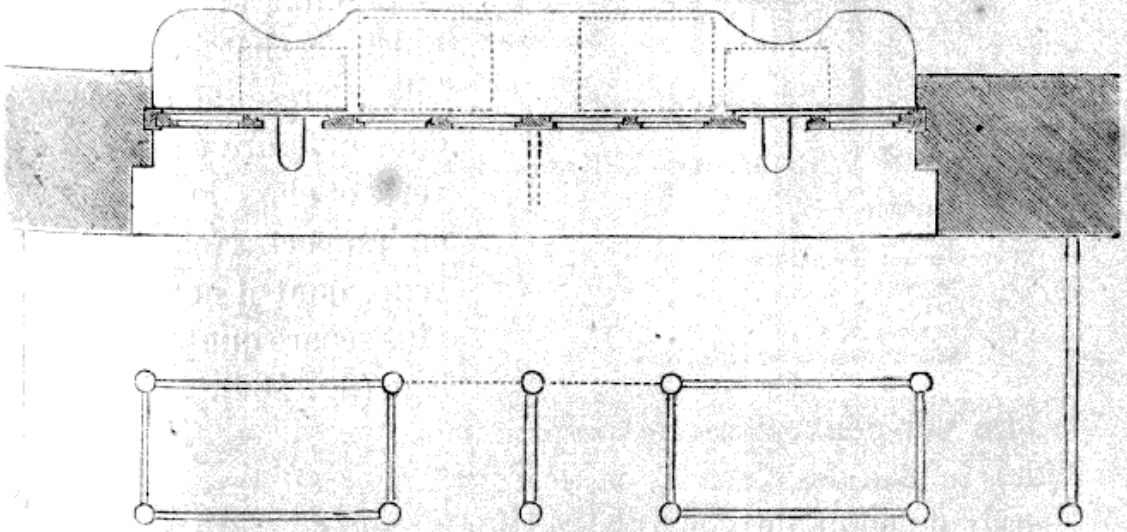


Fig. 486. Plan des guichets et des barrières. 1/50.

d'ailleurs, sont prises pour opérer la vente des billets au moyen de deux guichets, lorsqu'il y a grande affluence, et que, de plus, au moyen de chaînettes, on peut doubler la longueur de la file d'attente quand un seul guichet est ouvert. D'assez fortes pressions latérales se produisant contre cette petite construction, il est nécessaire de lui donner une fondation solide.

Guichet. — C'est une petite baie pratiquée dans la cloison qui sépare le public du préposé à la vente des billets. En avant et au niveau de cette ouverture se trouve, à 1 mètre du sol (fig. 487), une tablette de bois large de 0^{m},45 à 0^{m},50; il faut border cette tablette, du côté du public, par un tasseau, dans lequel on ne laisse qu'une petite interruption. Sous l'ouverture même du guichet, on incruste dans la tablette une plaque métallique sur laquelle se déposent la somme représentant le prix

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du billet demandé, le billet et la monnaie, s'il y a lieu. — Pour faciliter l'enlèvement de ces différents objets, on ménage sur cette plaque des cannelures, dans lesquelles les doigts peuvent pénétrer et saisir les espèces déposées (fig. 488).

Le guichet proprement dit est une ouverture de $0^m,10$ de largeur sur $0^m,15$ de hauteur, ménagée à la partie inférieure d'un châssis fixe en fer grillagé de $0^m,35$ de large sur $0^m,70$ de hauteur. Quand fonctionne la vente des billets, le châssis vitré mobile représenté en coupe dans la figure 487 est ouvert, et alors le public est en rapport avec le receveur, dont il ne se trouve plus séparé que par le grillage (fig. 489).

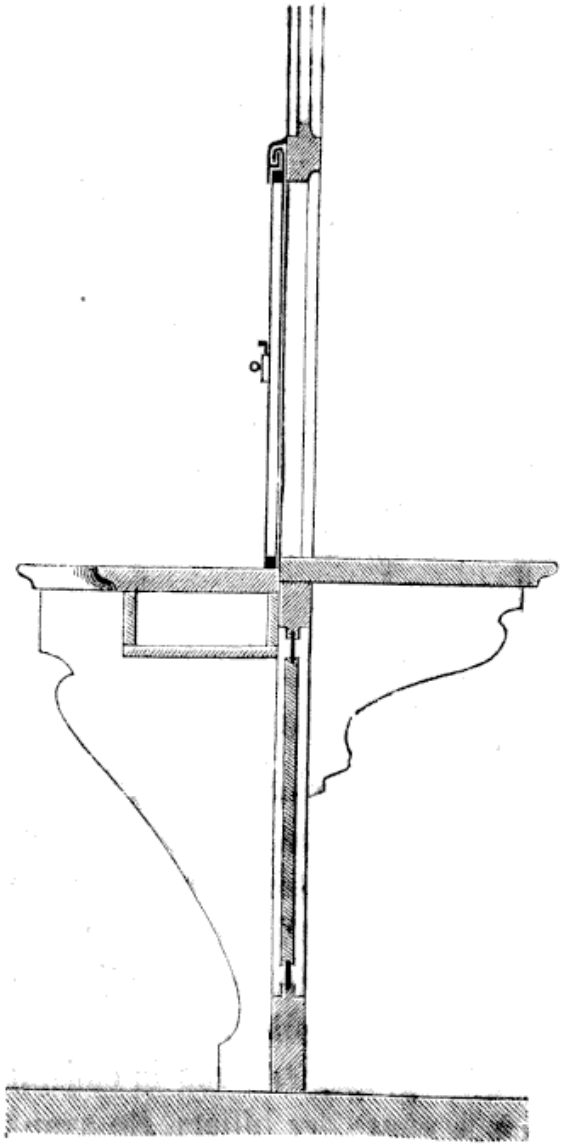


Fig. 487. Coupe verticale du guichet, des tablettes, du tiroir et du châssis mobile. 1/20.



Fig. 488. Plaque des tablettes de guichet. 1/10.

Quand la vente des billets est terminée, la baie grillagée est close par le châssis mobile roulant entre deux coulisses en fer. — A l'intérieur du bureau, et contre la paroi grillagée, s'étend une seconde tablette de $0^m,30$ de largeur, placée à $0^m,02$ en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contre-bas de la tablette extérieure. — Une échancrure vis-à-vis du guichet facilite au receveur l'approche du grillage. — Sous cette tablette, on ménage un tiroir, et à côté une planchette à coulisse, qui permet de doubler la largeur de la tablette lors de la vente des billets (fig. 486 et 487).

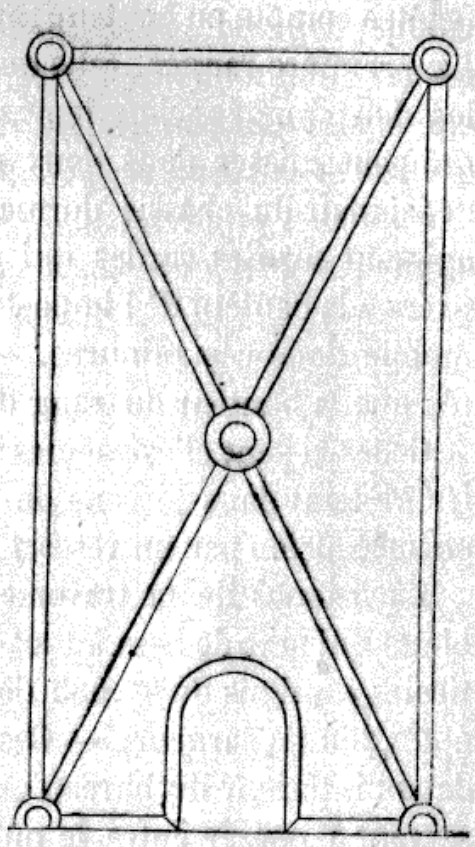


Fig. 489. Guichet. Châssis. Grillage. 1/10.

Les guichets de vente des billets à la station de Hanovre, semblables à ceux des bureaux de poste du même pays, se composent (fig. 490) d'une tablette de $1^m,40$ de longueur sur $0^m,27$ de largeur. Cette tablette, qui fait saillie de $0^m,16$ sur le nu du mur, sert de base au châssis d'une fenêtre qui, à l'intérieur du tableau, mesure $1^m,13$ de largeur sur $2^m,10$ de hauteur. La

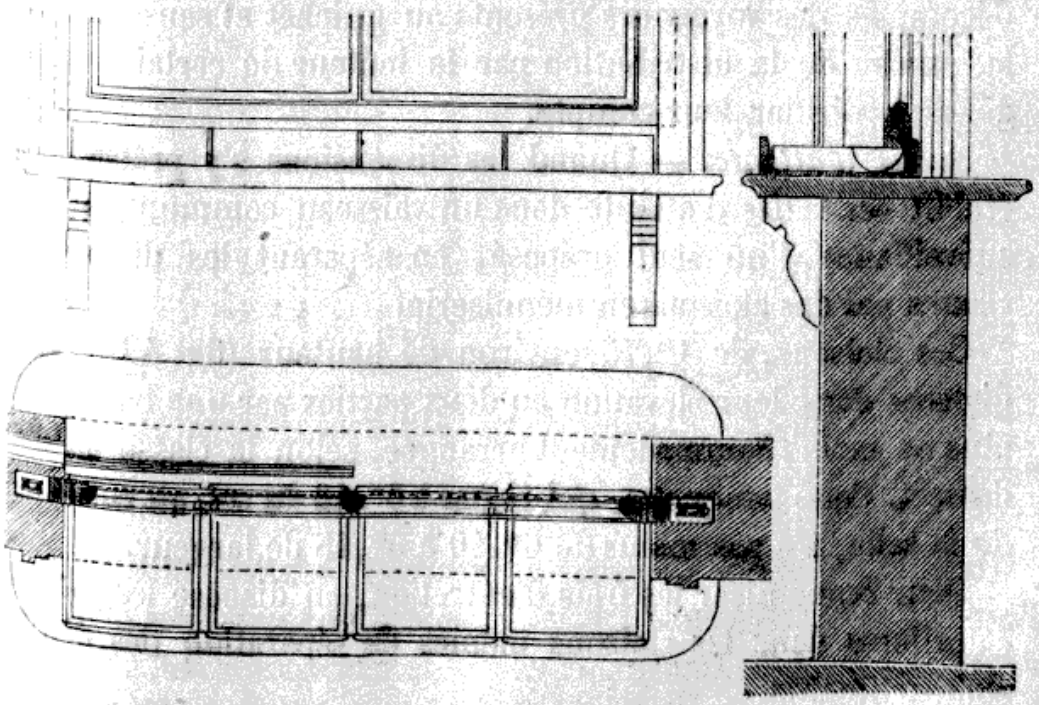


Fig. 490. Guichet des billets (Hanovre). 1/20.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fenêtre compte en hauteur trois rangées de deux vitres chacune. La première rangée, celle qui surmonte l'imposte, est fixe; — les deux rangées inférieures sont enveloppées par un châssis qui peut glisser dans deux rainures verticales ménagées dans l'épaisseur du châssis dormant. — L'addition de contre-poids agissant sur des cordes qui passent dans la gorge de poulies fixées à la hauteur de l'imposte facilite le mouvement du châssis mobile dans ces rainures. — L'amplitude de ce mouvement n'a que la hauteur du rang des vitres inférieures.

Celles-ci sont elles-mêmes fixées chacune dans un châssis en fer glissant dans le sens de la hauteur et pouvant être retenu en suspension par un ressort au besoin.

En dessous de la traverse du châssis dormant et sur la tablette qui sert de base à tout le système, on place quatre petits tiroirs contigus de $0^m,035$ de profondeur, $0^m,230$ de longueur et $0^m,260$ de largeur. — Ces petits tiroirs, qui peuvent glisser dans l'intérieur du bureau ou faire saillie du côté du vestibule, servent à opérer entre le public et le receveur l'échange des billets contre leur valeur. — Quatre personnes peuvent être servies à la fois, sans nécessiter l'ouverture d'une grande baie, sans produire des courants d'air ou des mélanges entre les décomptes des voyageurs présents au guichet et sans retarder la marche de la distribution par la lenteur de certains voyageurs à vérifier leur compte.

Salles d'attente. — Quand les dimensions s'y prêtent, on établit ces salles d'attente dans un vaisseau commun, sous la surveillance d'un seul préposé, en séparant les différentes classes par des cloisons en menuiserie.

Ces cloisons, de $1^m,75$ environ de hauteur (fig. 491), sont divisées dans leur élévation en deux parties par une banquette plus ou moins commodément arrangée, selon la classe qu'elle dessert. Cette banquette, qui règne à $0^m,40$ du sol, au pourtour de la salle, n'a pas moins de $0^m,40$ à $0^m,45$ de largeur.

Pour économiser les frais d'entretien, on dispose les poêles-calorifères dans les cloisons mêmes de séparation des divers compartiments.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, pour faciliter le service de nettoyage, ou bien encore dans le but de tirer parti de toutes les salles dans certaines circonstances, on a soin de ménager dans ces cloisons au moins une porte de communication. Les banquettes sont donc interrompues au droit de ces portes et des poêles.

Comme détail de construction, on n'oubliera pas de faire développer les portes de sortie des salles d'attente du côté des voies et non pas à l'intérieur des salles : l'omission de ce détail

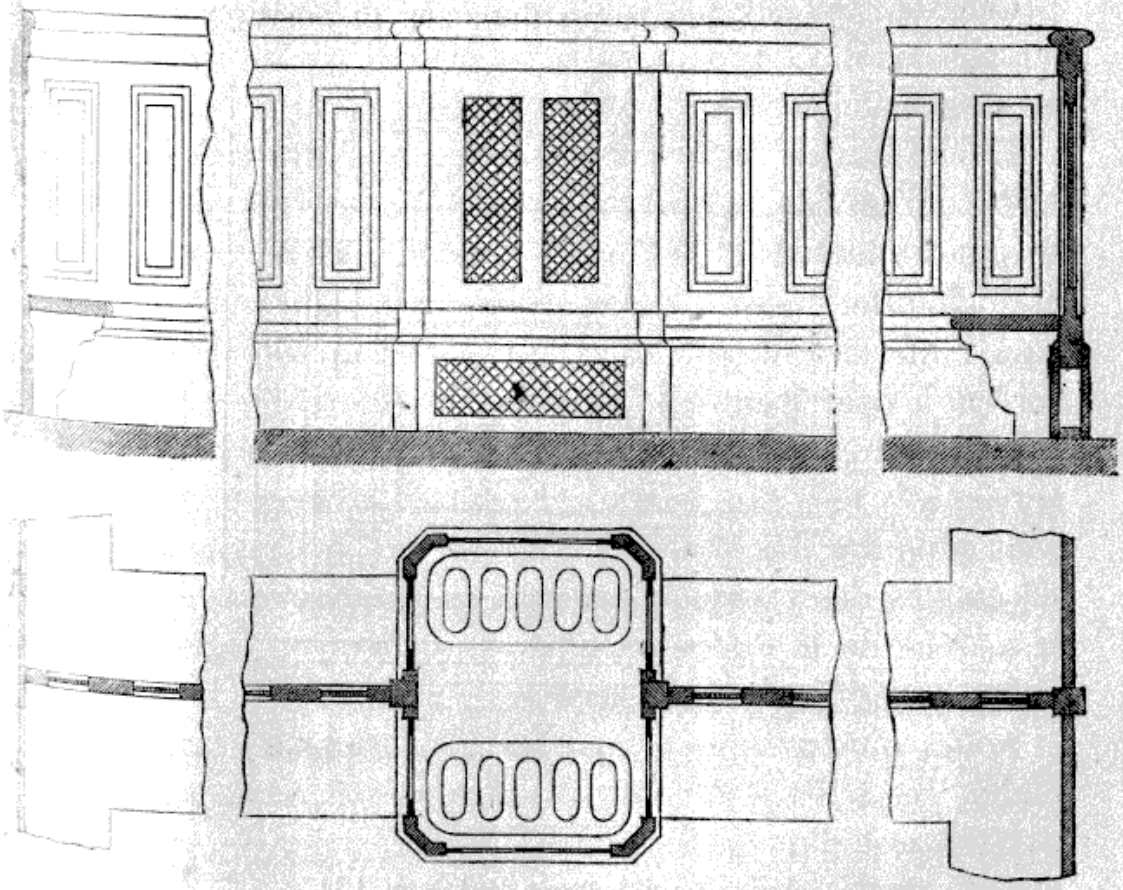


Fig. 491. Salles d'attente. Poêle ; banquettes ; cloison séparative des classes. 1/50.

cause de la gêne à la sortie des voyageurs et quelquefois amène des accidents.

L'ameublement des salles d'attente dépend essentiellement du degré de luxe que l'administration du chemin de fer apporte dans ses installations en général : question d'habitudes locales et de recherche de confort qu'il s'agit de résoudre pour chaque cas particulier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En tout cas, il est convenable que le public y trouve non-seulement la plus grande propreté, mais encore tous les aménagements auxquels il est habitué : siéges, tables pour y déposer les menus bagages ; un éclairage suffisant pour y faire la lecture quand on doit attendre un train pendant un certain temps. Les salles d'attente en Allemagne et en Suisse, aux habitudes très-hospitalières, contiennent toujours une table chargée de verres et de carafes d'eau fraîche.

Bagages au départ. — L'installation pour l'enregistrement des bagages varie beaucoup dans ses dispositions : — tantôt

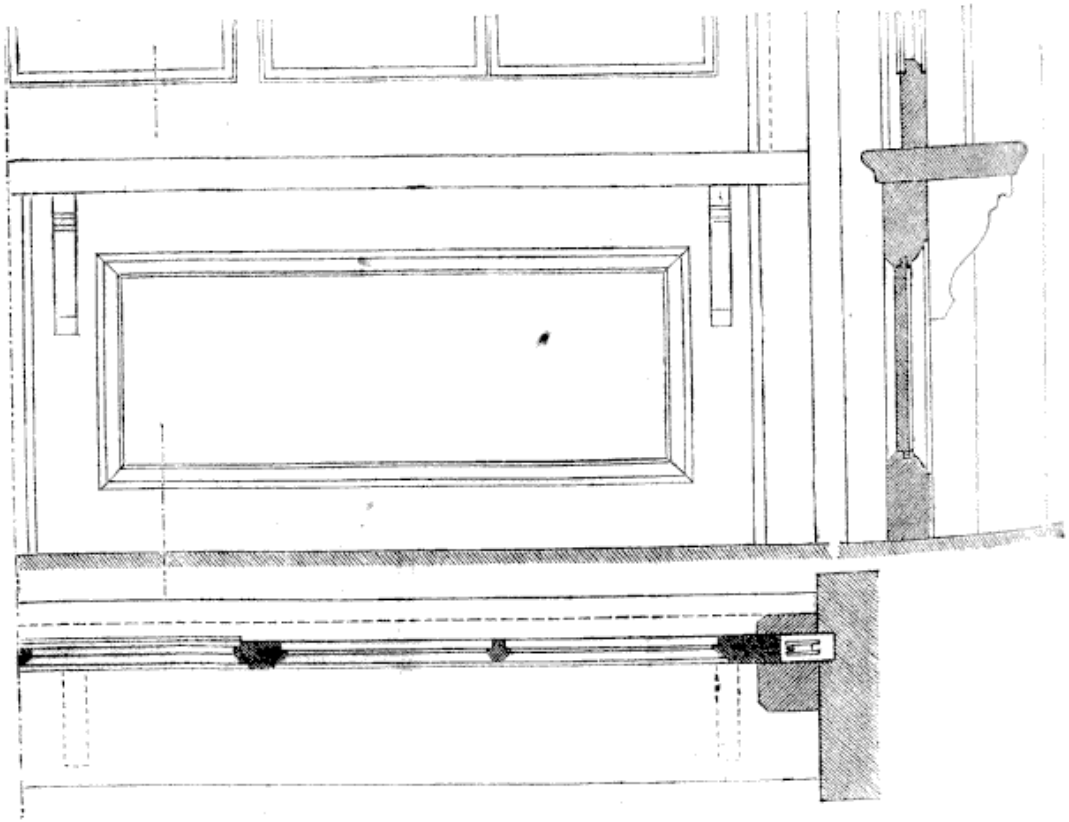


Fig. 492. Bureau des bagages. 1/20.

on se contente d'une partie de local renfermant une bascule accessible au public qui accompagne ses colis et peut les déposer lui-même sur la bascule ; — tantôt les bagages sont placés sur une forte tablette ménagée dans une baie donnant sur le vestibule, à côté du guichet des billets (fig. 492). — Cette tablette, qui s'élève à $0^{m},70$ du sol, sert d'appui à un châssis vitré, mobile dans le sens de la hauteur, et qui occupe toute la largeur de la baie. — Ce châssis, quand il est élevé de toute sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

course, soutenu par des contre-poids, démasque une ouverture de $2^m,60$ de longueur sur $1^m,60$ de hauteur, bien suffisante pour le service d'une station de moyenne circulation.

Quand le mouvement des bagages doit prendre une certaine

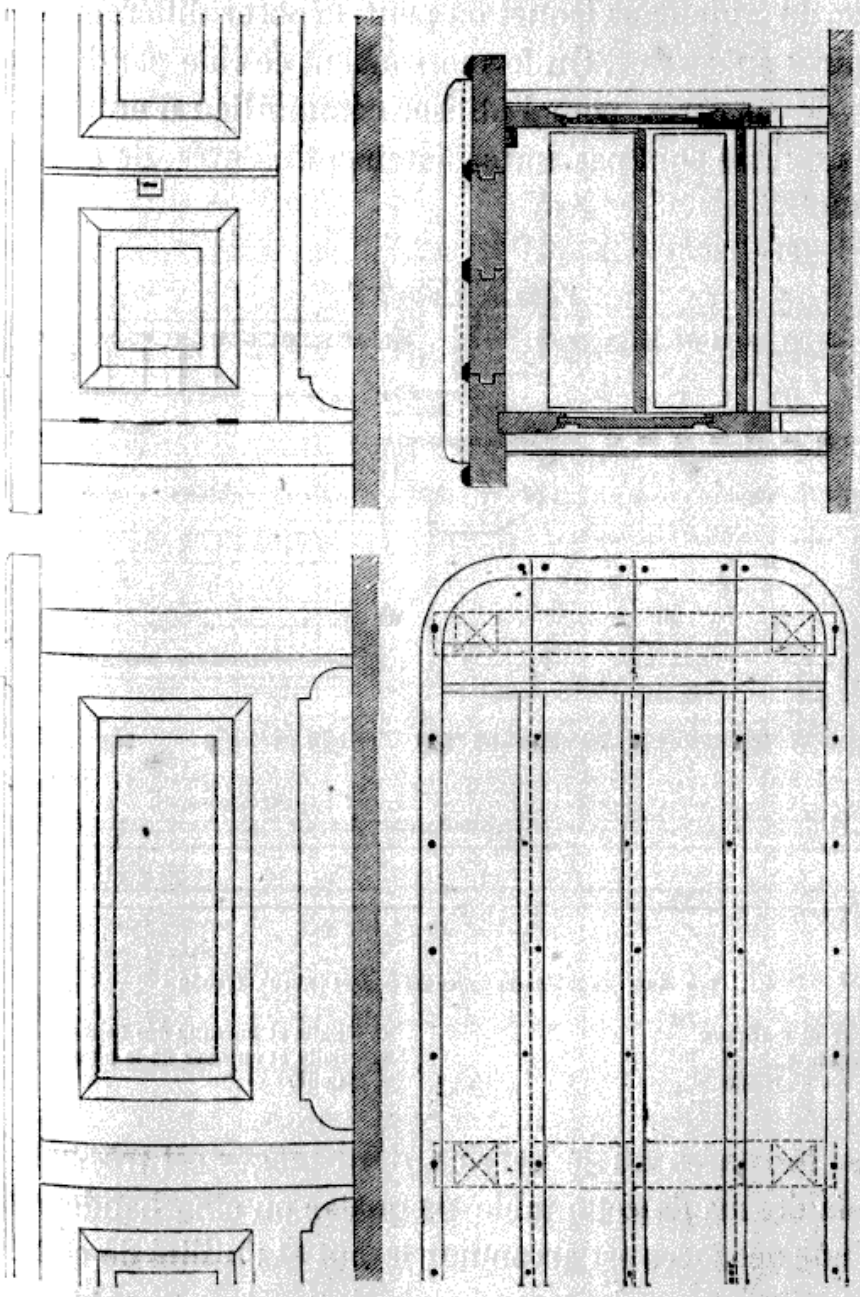


Fig. 493. Table à bagages. 1/20.

importance, la manutention s'effectue dans une partie découverte du vestibule ou d'une salle spéciale. — Le public dépose les colis sur une table, d'où ils sont enlevés par le personnel de la station pour être pesés et enregistrés. — La longueur de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette table dépend de l'activité de la circulation. — Elle n'est généralement pas inférieure à 4 mètres. — Cette table (fig. 493), de $0^m,80$ à 1 mètre en largeur, s'élève à $0^m,60$ ou $0^m,70$ au-dessus du sol; à paroi pleine du côté du public, elle offre à l'opposé un vide dans lequel on peut déposer différents objets nécessaires au service. On ferme souvent ce vide par des portes munies de serrures, pour l'utiliser comme lieu d'entrepôt des bagages qui ne sont pas immédiatement enlevés, de consigne, en un mot.

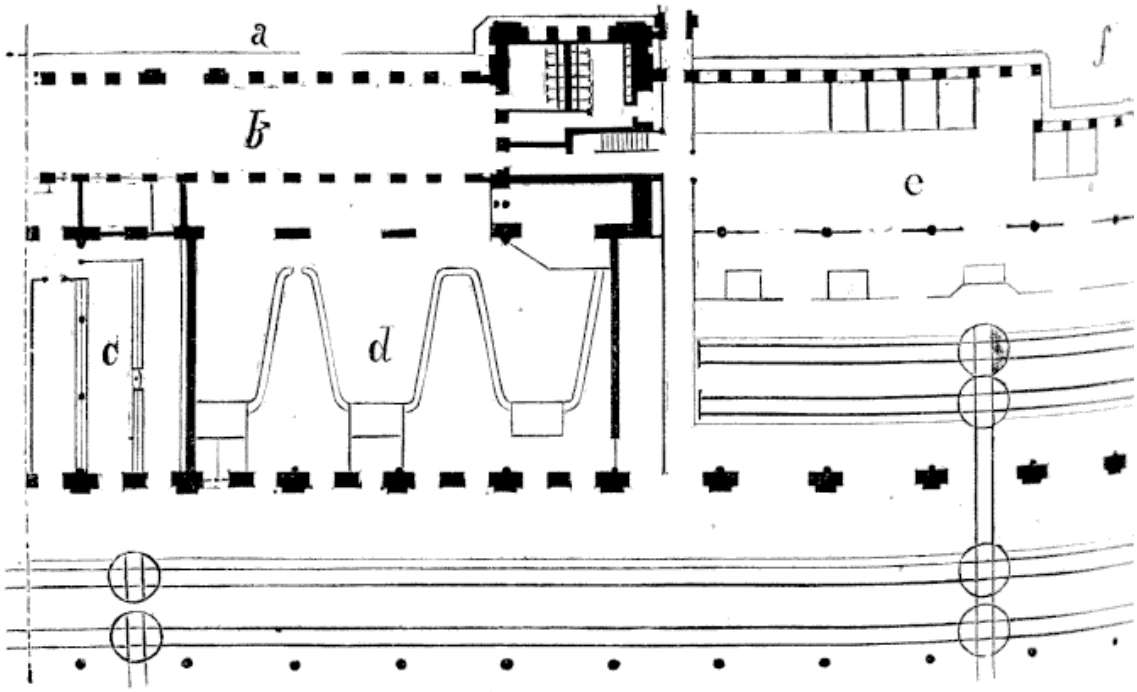


Fig. 494. Salle des bagages au départ (Nord). 1/1000.

a. Cour et marquise.
b. Vestibule.
c. Salles d'attente.
d. Salle et bureaux des bagages.
e. Salle et bureaux de la messagerie.
f. Cour.

Dans les gares où le service des bagages est très-actif, on garnit le dessus de cette table de quatre ou cinq bandes de fer dont l'une des faces est arrondie; le but et l'utilité de cette mesure de précaution n'ont pas besoin de développements.

Quand les bagages se présentent en grande affluence, il faut éviter l'encombrement des colis et des voyageurs. — La disposition adoptée dans la gare du Nord, à Paris, remplit la plupart des conditions requises. — La figure 494 représente la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partie de la gare affectée au départ des voyageurs des grandes lignes et de la messagerie.

La table aux bagages aboutit généralement au bureau d'enregistrement. Ce bureau, souvent construit en simple menuiserie, pouvant facilement se déplacer, mesure 9 à 12 mètres carrés en plan sur $3^{m},50$ à 4 mètres de hauteur en élévation.

La tablette du guichet, distante du sol de 1 mètre, se prolonge à l'intérieur du bureau pour servir de table à l'employé qui fait l'enregistrement et perçoit le prix du transport des bagages. Une ouverture pratiquée du côté du facteur chargé du pesage permet à ce dernier de communiquer librement avec le receveur et de passer les bulletins, numéros, étiquettes, etc.

Bagages à l'arrivée. — Dans les petites stations, les bagages sont délivrés immédiatement et directement aux voyageurs contre remise du bulletin de bagages, après vérification des numéros et étiquettes apposés sur les colis.

Quand il y a grande affluence de bagages, la reconnaissance de tous les colis à l'arrivée nécessite un certain temps de manipulation. Les voyageurs sont alors obligés d'attendre l'achèvement de la reconnaissance des colis. Cette opération faite, ils sont introduits dans la salle où doivent se trouver les bagages rangés par ordre de provenance et de numéros d'étiquettes. Pour prévenir les abus résultant de l'enlèvement des bagages soit par des personnes qui n'en seraient pas propriétaires, soit par les propriétaires eux-mêmes sans remettre le bulletin qui constitue le titre du voyageur à charge de l'administration, on dispose dans la salle de distribution des bagages deux rangées de tables de même hauteur et même largeur que celles des bagages au départ, et séparées par un couloir de $0^{m},75$.

Sur la table la plus voisine du trottoir d'arrivée des trains, sont placés les bagages dans l'ordre indiqué plus haut. Le triage, la reconnaissance et le classement terminés, on admet les voyageurs dans la salle ; ceux-ci, d'après les écriteaux qui devraient être appliqués pour indiquer la provenance des bagages, se dirigent vers leurs colis et les désignent aux employés, quand il s'en trouve, pour les leur faire passer sur la seconde table

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laissée libre lors du triage. La visite de l'octroi s'effectue sur cette seconde table.

La figure 495 représente le côté de la gare du Nord, à Paris, affecté au service de l'arrivée des voyageurs.

L'emploi des tables parallèles doubles se retrouve aux gares de l'Est et de Lyon.

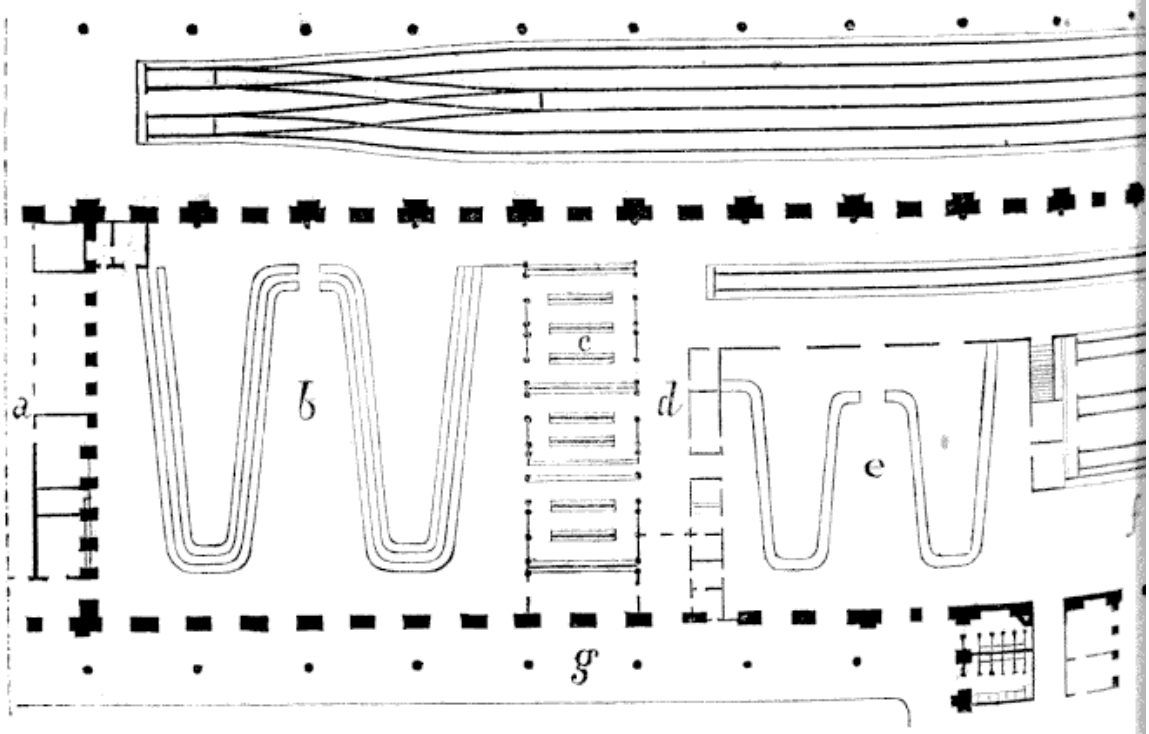


Fig. 495. Bagages à l'arrivée (Nord). 1/1000.

a. Consigne, octroi, etc.
b. Salle des bagages des grandes lignes.
c. Salle d'attente des bagages.
d. Couloir de sortie des voyageurs sans bagages.
e. Salle des bagages soumis à la visite de la douane.
f. Messagerie.
g. Cour et marquise à l'arrivée.

356. MARQUISES ET ABRIS. — Dans les stations importantes il convient de couvrir le trottoir longeant le bâtiment par une marquise s'avançant jusqu'aux voitures. Le toit de cette marquise doit être en verre lorsqu'il s'élève au-dessus des baies donnant la lumière aux locaux occupés par les divers services.

Sur les lignes où les trains accostent un trottoir autre que celui accolé au bâtiment principal et où les voyageurs peuvent être exposés aux intempéries, on établit un abri avec marquise et annexes au besoin.

Ces annexes renferment tantôt des water-closet séparés pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les deux sexes, tantôt d'un côté des water-closet et de l'autre un local pour les hommes d'équipe ou la lampisterie, etc. Nous avons indiqué les dimensions ordinaires de ces abris — 350 —.

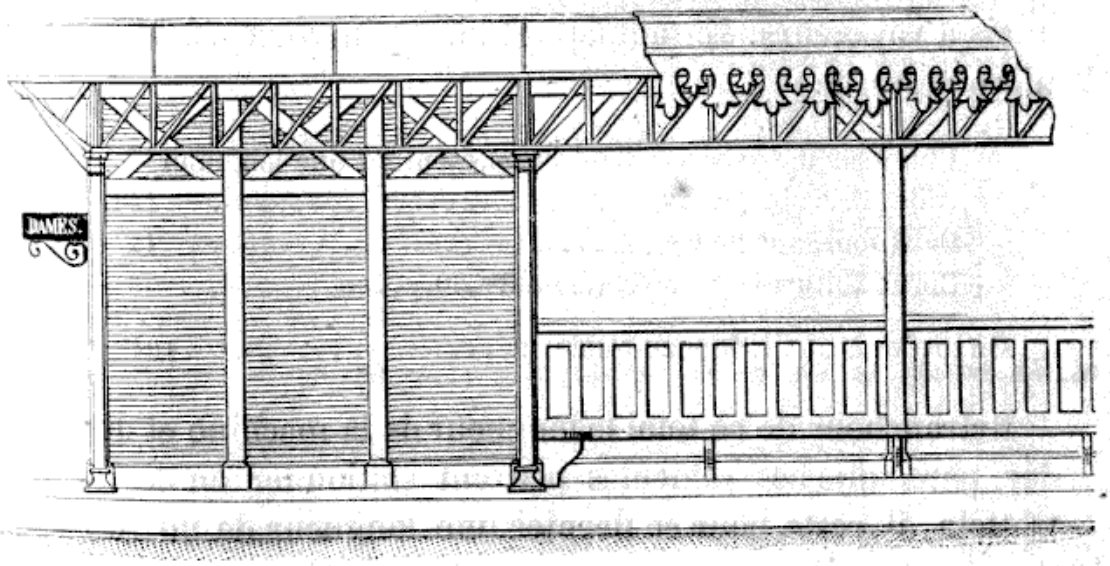


Fig. 496. Abri, latrines et marquises. Elévation. 1/100.

La figure 496 représente en élevation un abri flanqué de latrines et précédé d'une marquise, et la figure 497 la coupe transversale de cette construction.

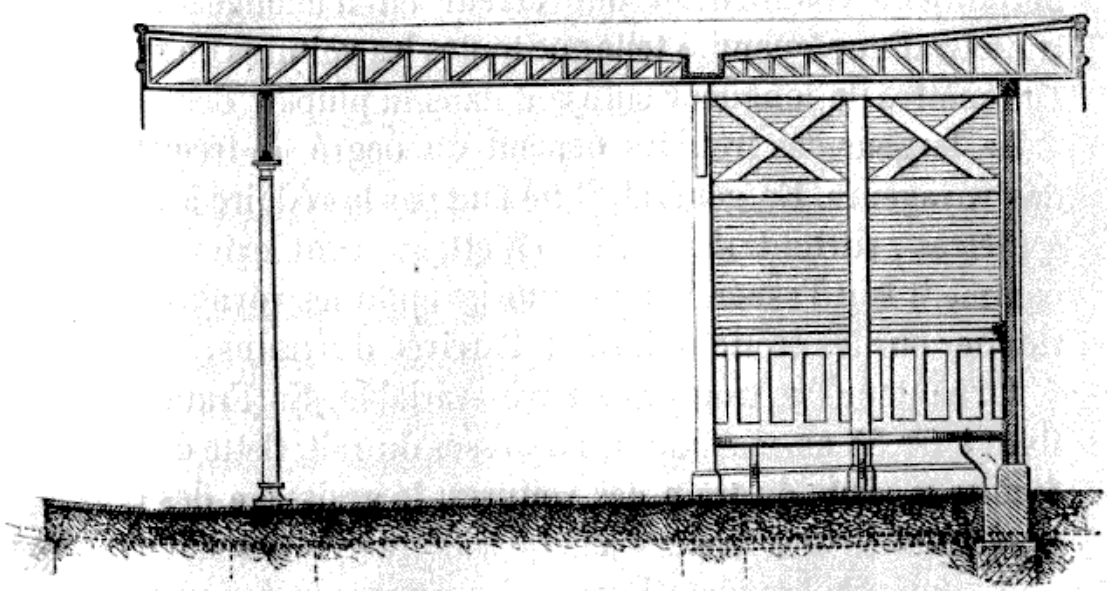


Fig. 497. Abri et marquise. Coupe transversale. 1/100.

Dans certaines stations on remplace la simple marquise par une véranda ou par une *loggia* garnie de plantes grimpantes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui, tout en contribuant à l'ornementation générale du bâtiment, ajoutent au confort de l'habitation.

357. Trottoirs. — *Dispositions générales.* — De la longueur des trains ordinaires on déduit celle des trottoirs ou quais à voyageurs. En admettant un train composé de la manière suivante :

— Une machine avec son tender représentant une longueur de.....	14^m
— Deux fourgons de 6^m	12
— Douze voitures en moyenne de $6^m,50$.....	78
On arrive à une longueur totale de.....	104^m

Retranchons de ce total la longueur de la machine et du tender, parce que ces véhicules peuvent stationner en dehors du trottoir, il reste pour ce dernier une longueur de 90 mètres. Sur plusieurs lignes anciennes très-fréquentées, cette longueur n'atteint pas 60 mètres, dimension insuffisante par suite de l'accroissement de la circulation. On peut d'ailleurs, comme nous le verrons plus loin, construire des trottoirs à des prix tellement réduits, que, si on prévoyait un mouvement un peu important, on commettrait une erreur en n'allongeant pas les trottoirs d'une quantité telle que toutes les voitures en profitent. 100 mètres de longueur suffisent dans la plupart des cas.

La largeur des trottoirs dépend du degré de fréquentation des voyageurs. En général, il ne faut pas la réduire à moins de 4 mètres, surtout si les salles d'attente sont exiguës, et si, comme il faut l'espérer, l'on autorise enfin les voyageurs à stationner sur les trottoirs jusqu'à l'arrivée des trains.

La hauteur des trottoirs est très-variable. En France, on l'a fixée à $0^m,35$ au maximum, au-dessus du rail. Cette disposition facilite la visite du train des voitures, le graissage des essieux, la circulation des wagons chargés de pièces pendantes, sans que pour cela les mouvements des voyageurs soient gênés en montant ou en descendant les marchepieds des voitures.

La distance de la bordure du trottoir au rail est comprise entre $0^m,75$ à $0^m,80$. En tout cas, il ne faut pas que l'espace

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

libre entre le quai et les marchepieds soit assez large pour permettre l'introduction des pieds des voyageurs. Cette recommandation est trop fréquemment oubliée, comme nous l'avons constaté, en 1869 et 1870, sur le chemin de Rustschuck à Varna, établi sur des errements par trop primitifs.

Voici les dimensions réglementaires adoptées par l'administration des chemins de fer du Hanovre :

— Hauteur des trottoirs au-dessus du rail (correspondant à celle du marchepied inférieur des voitures).	$0^m,365$
— Distance de la bordure à l'axe de la voie la plus proche.....	1 ,570
— Distance du parement des trottoirs au même axe...	1 ,680

La saillie de la bordure sur le parement du trottoir présente l'avantage de permettre une légère modification dans les dimensions des marchepieds des voitures sans démolir les quais, en reculant simplement la bordure de $0^m,110$.

Dans les stations et haltes où s'opèrent des croisements de trains, on construit entre les voies des trottoirs de $0^m,20$ de hauteur.

La longueur des trottoirs pour les haltes est d'environ 80 mètres, et pour les stations, d'après leur importance, de 100 à 120 mètres et même au delà pour les stations principales.

La largeur des quais est en général de $5^m,25$.

En Prusse, on donne aux trottoirs une largeur de $7^m,20$, en avant et aux approches du bâtiment, et 5 mètres vers les extrémités, terminées généralement en talus inclinés vers l'extérieur.

Les trottoirs isolés entre les voies, bordés de tous côtés par des murs de soutenement, prennent une largeur en rapport avec le mouvement des voyageurs, et qui varie de 9 à 18 mètres.

La pente transversale à donner aux trottoirs sera déterminée par la nature des matériaux qui composent sa surface. Elle varie généralement entre 0,03 et 0,02, cette dernière inclinaison étant prise comme limite minima. En tout cas, il faut prendre la précaution de conserver au seuil des salles d'attente et des bu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reaux une hauteur de $0^m,10$ à $0^m,12$ au-dessus du niveau du quai, pour empêcher l'eau de pluie de pénétrer dans l'intérieur des bâtiments. Ainsi, en donnant au quai une largeur de 4 mètres, une hauteur de $0^m,30$ au-dessus du rail et une pente de $0^m,02$ par mètre, la cote du seuil des portes du bâtiment des voyageurs au-dessus du niveau des rails sera :

$$0^m,30 + 0^m02, \times 4 + 0^m,12 = 0^m,50.$$

Ce détail n'est pas à négliger, car plusieurs stations sont quelquefois envahies par les eaux d'orage, faute de cette précaution.

Quand les trottoirs sont complétement couverts par une halle fermée, cette précaution n'est pas nécessaire. La saillie de $0^m,12$ du seuil sur le quai ne laisse pas d'être gênante pour la circulation des voyageurs qui ne sont pas prévenus de l'existence de cette dépression, ou pour le mouvement des cabrouets ou chariots à bagages ; mais on peut y remédier par l'application, devant les portes principales, de petits plans inclinés en bois.

Dépressions et échancrures dans les trottoirs. — Lorsqu'une plaque tournante pénètre dans la bordure d'un trottoir, on recouvre quelquefois le plateau mobile par un plancher qui rétablit la solution de continuité de la surface des trottoirs. Mais ce plancher est gênant pour le service, coûteux d'entretien ; et si par hasard on n'a pas le soin de le ramener dans l'échancrure, le trottoir est subitement interrompu par un vide qui peut donner lieu à des accidents. L'addition de ce plancher mobile doit donc être évitée, et là où elle n'est pas absolument indispensable pour maintenir la circulation, il faut racheter la différence de niveau entre le quai et les plaques tournantes au moyen de plans inclinés ménagés à la surface des trottoirs. La figure 498, pl. XXXI, représente un trottoir entamé par une plaque tournante, avec dépression en surface gauche. Quand le trottoir n'est pas adossé à un bâtiment, cette surface gauche est remplacée par deux plans inclinés.

Les nombres inscrits sur cette figure et les suivantes sont les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cotes de hauteur en millimètres des différentes parties des trottoirs et quais au-dessus des rails.

Lorsqu'un trottoir intermédiaire doit être traversé par une ligne de raccord de plaques tournantes (fig. 499, pl. XXXI), ou par le chemin de roulement d'un chariot transbordeur, ou bien enfin par un passage destiné aux voyageurs et aux cabrouets à bagages (fig. 500, pl. XXXI), la dépression se compose d'un plan horizontal au niveau des rails, raccordé aux trottoirs par deux plans inclinés.

La partie de la voie qui sert de passage doit être garnie d'un dallage, d'un plancher ou d'un bitumage convenable.

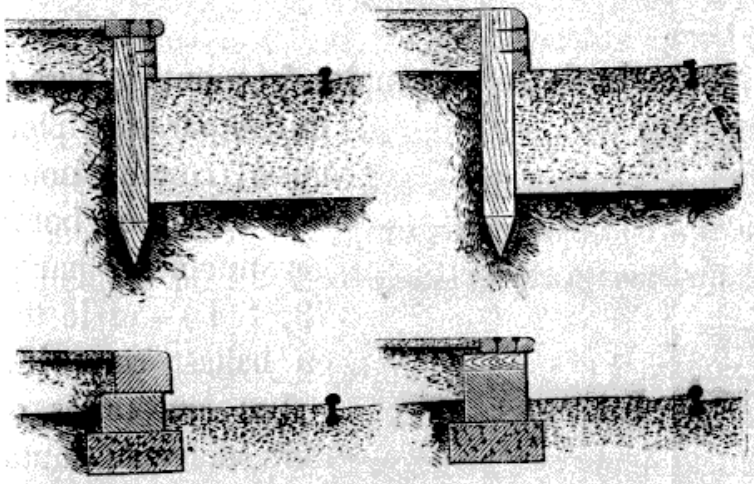


Fig. 501. Bordures de trottoirs : A et B, en bois ; C, en bois et moellons ; D, en moellons et pierre de taille. 1/50.

Si la largeur des trottoirs adossés ne permet pas d'en abaisser la bordure au niveau des rails, on peut la maintenir à $0^m,10$ au-dessus, et racheter cette différence au moyen d'un petit plan incliné du rail vers le trottoir, sur une longueur de $0^m,80$.

Détails d'exécution. — Les types de quais à voyageurs sont très-nombreux et leur système de construction dépend de la facilité d'approvisionner les matériaux qui entrent dans leur construction. Ils se composent de deux parties distinctes : la bordure et le terre-plein.

La bordure peut être construite en pierre de taille, en briques de champ, en moellons ou en madriers (fig. 501 et 502).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour le terre-plein on emploie les matériaux suivants : terre battue, ballast, gravier, argile et gravier mélangés, macadam, pavés, briques de champ ou à plat, dalles, asphalte et enfin plancher en bois.

Lorsque la circulation est très-active, il faut donner la préférence au dallage en pierre dure ou aux pavés. Si elle est modérée, l'asphalte de $0^m,012$ à $0^m,015$ d'épaisseur, coulé sur une aire en béton de $0^m,10$, rend de très-bons services.

Quelle que soit d'ailleurs la matière employée à la couverture du terre-plein, il faut avoir grand soin de piloner fortement et par assises le remblai qui doit la supporter, afin d'éviter les tassements et par suite les réparations ultérieures — 79, t. I —.

Pour les parties de trottoirs moins fréquentées, vers les extrémités, par exemple, on peut aussi, comme nous l'avons dit, faire les bordures en gazonnements par assises — 73, t. I — et le terre-plein en ballast comprimé.

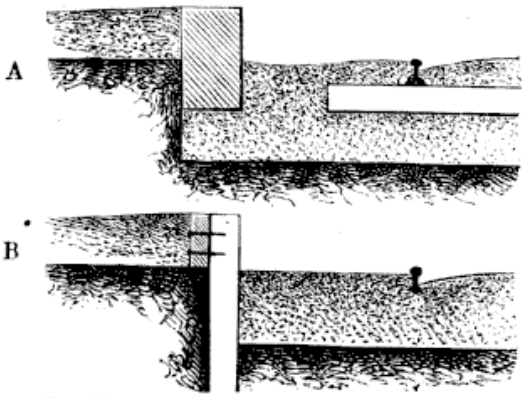


Fig. 502. Bordure de quais dans les halles (Hanovre). 1/50.

Les extrémités des trottoirs doivent, autant que possible, se terminer par des plans inclinés, de préférence aux marches, qui sont toujours gênantes pour le service et même pour la circulation des piétons.

Nous avons représenté dans la figure 501 les quatre combinaisons de bordures qui sont le plus fréquemment employées.

En Hanovre, les trottoirs des halles consistent en une simple bordure en pierre de $0^m,20$ de hauteur au-dessus du sol (fig. 502 A) ou en une bordure en planches clouées sur des piquets en bois (fig. 502, B). On remblaye du gravier en arrière de cette bordure suivant un plan incliné qui se termine à la plateforme ; cette disposition donne un trottoir très-économique.

On peut établir comme suit le prix de revient des bordures :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un mètre de bordure de trottoir en maçonnerie.

	Largeur.	Hauteur.	Cube.	Prix de l'unité.	
Fouille	0m,45	0m,35	0m3,1575	0f,50	0f,08
Béton	0 ,45	0 ,20	0 ,0900	13 ,00	1 ,17
Maçonneries. Moellons ordinres.	0 ,35	0 ,15	0 ,0525	16 ,00	0 ,84
— smillés	0 ,35	0 ,10	0 ,0350	25 ,00	0 ,88
Pierre de taille	0 ,30	0 ,20	0 ,0600	55 ,00	3 ,30
Taille de parements	0 ,20	8 ,35	0 ,0700	5 ,00	0 ,35
Prix par mètre courant					6f,62
Somme à valoir					0 ,38
Prix total					7f,00

Un mètre courant de bordure de trottoirs en charpente.

Un demi-pieu, 0m,15 × 0m,15 × 1m,20 = 0m3,0270 à 50f	1f,35
Madrier de champ, 0m,22 × 0m,08 × 1m,00 = 0m3,0175 à 80f	1 ,41
Madrier à plat, 0m,30 × 0m,08 × 1m,00 = 0m3,0240 à 100f	2 ,40
Clous de 0m,18	0 ,25
Somme à valoir	0 ,59
Prix par mètre courant	6f,00

Lorsque les prix seront aussi rapprochés que ceux que nous venons d'établir, on n'hésitera pas à donner la préférence à la maçonnerie, car les frais d'entretien diminueront en conséquence.

Quant au terre-plein, on peut calculer comme suit le prix de revient du mètre carré :

Un mètre carré de dallage.

Remblai piloné, 0m3,10 à 1f	0f,10
Béton, 0m3,10 à 13f	1 ,30
Dalles de 0m,10 d'épaisseur à 8f le m2	8 ,00
Somme à valoir	0 ,60
Prix de 1m2 de dallage	10f,00

Un mètre carré d'asphaltage.

Remblai piloné, 0m3,20 à 1f	0f,20
Béton, 0m3,085 à 13f	1 ,10
Couche de bitume de 0m,015 d'épaisseur à 7f le m2	7 ,00
Somme à valoir	0 ,70
Prix de 1m2 d'asphaltage	9f,00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Argile et gravier. — On mélange intimement les deux matières dans la proportion de 2 parties de gravier pour 1 d'argile. On pose le mélange en trois couches, de $0^m,05$ d'épaisseur chacune, et on les comprime à la dame et au rouleau jusqu'à ce que les trois couches n'offrent plus qu'une épaisseur totale de $0^m,10$. La surface est polie à la truelle au moyen d'un lait de chaux.

Un mètre carre de terre-plein en argile et gravier.

Remblai de sable piloné, $0^{m3},20$ à 1^f	$0^f,20$
Mélange de gravier et d'argile, $0^{m3},15$ à 4^f	0 ,60
Main-d'œuvre	0 ,60
Somme à valoir	0 ,20
Prix de 1^{m2}	$1^f,60$

Si, au lieu de plans inclinés, on veut établir deux marches d'escalier en bois ou en pierre, de $0^m,18$ de hauteur chacune, et de $1^m,50$ de largeur, il faut compter : 5 francs pour l'escalier en bois de chêne, de $0^m,30$ sur $0^m,05$, et 15 à 18 francs pour l'escalier en pierre, y compris la fondation.

§ IV.

INSTALLATIONS DU SERVICE DES MARCHANDISES.

358. Conditions générales. — La manutention des marchandises, avons-nous dit — 319 —, s'opère tantôt sur des espaces élevés à la hauteur du plancher des wagons et couverts, tantôt sur des espaces découverts et élevés à cette même hauteur, ou bien établis au niveau des rails, ou enfin disposés en dessous des voies. Nous n'avons pas à revenir sur les détails de la construction des voies à niveau, qui s'établissent comme les voies de passages à niveau avec pavage ou cailloutis. Nous n'examinerons ici que les installations du service des marchandises comprises sous les rubriques suivantes :

— Halles et quais couverts ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Quais découverts avec ou sans rampe ;
— Estacades.

Enfin, comme dépendances des stations de marchandises, nous donnerons quelques détails sur les dispositions les plus convenables pour la construction des écuries.

Avant d'entrer dans l'examen de ces diverses installations, il faut arrêter une question qui intéresse le service de l'exploitation. Nous voulons parler de la *hauteur des quais*. Pour faciliter la manutention d'une certaine catégorie de marchandises et réduire les chances d'avaries, on doit établir la surface de ces quais à la hauteur du plancher des wagons. Mais, pour arrêter cette hauteur, il faudrait n'avoir à compter qu'avec un matériel roulant d'une seule provenance. Or les relations multiples des nombreux chemins de fer du continent introduisant chaque jour dans les gares des wagons de dimensions assez dissemblables, on éviterait les inconvénients que le service de manutention rencontre, si l'on adoptait partout des dimensions principales uniformes.

Jusque-là, il faut s'arrêter à une moyenne se rapprochant autant que possible des cotes du matériel qui doit aborder le plus fréquemment le quai à construire.

Le tableau suivant, de la hauteur des quais à marchandises au-dessus des rails, donne une idée de l'embarras dans lequel on se trouve quand il s'agit de fixer cette hauteur :

	Hauteur des quais à marchandises.
Nord français	0m,90
Ouest —	1 ,00
Est —	1 ,10
Suisse	1 ,11
Hanovre	1 ,17
Palatinat	1 ,20
Nord-Espagne	1 ,20
Prusse	1 ,33

La hauteur de 1 mètre nous paraît la plus convenable, et nous conseillons de l'adopter uniformément.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Du côté de la voie charretière, on prend la cote qui se rapproche le plus de la hauteur des chariots de la localité.

359. Halles et quais couverts. — La forme la plus convenable pour une halle à marchandises est celle d'un bâtiment rectangulaire allongé, donnant par un de ses longs côtés sur la voie de service, et par le côté opposé sur la cour aux marchandises. Le toit est disposé de manière à recouvrir en totalité les wagons et les chariots accolés aux quais.

Les halles à marchandises peuvent affecter diverses dispositions.

Dans le profil le plus généralement adopté, les quais sont complétement fermés par les murs du bâtiment, et le toit se prolonge suivant deux auvents en saillie, de 3 à 5 mètres, au-dessus des voies latérales. Cette disposition donne, d'un côté, toutes facilités aux voitures d'aborder les quais longitudinalement ou par bout; mais, sur l'autre côté, les marchandises contenues dans les wagons, imparfaitement abritées d'ailleurs contre les intempéries, se trouvent de plus exposées à des soustractions.

Dans certaines halles, la voie de service et la chaussée sont placées entre les murs longitudinaux qui supportent le toit. Cette disposition permet à la vérité d'enfermer les wagons, mais elle est incommode pour le service des camions: aussi la rencontre-t-on moins fréquemment que les autres.

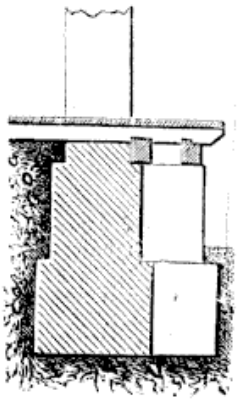


Fig. 503. Quai soutenu par des murs. 1/100.

On adopte souvent un système mixte, dans lequel la halle comprend la voie de service dans l'enceinte fermée, tandis que sur la face opposée les camions ne sont abrités que par la saillie du toit.

Dans le premier système, les quais peuvent s'arrêter simplement aux murs d'enceinte de la halle. Ceux-ci sont percés de baies fermées au moyen de portes roulantes, et devant lesquelles viennent se placer les voitures ou les wagons en chargement ou en déchargement. Dans certains cas, les quais se prolongent,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'extérieur et sur toute la longueur de la halle, par un trottoir saillant soutenu au moyen de murs (fig. 503), de consoles en pierre (fig. 504) ou enfin de corbeaux en charpente (fig. 505). Ces deux dernières dispositions occasionnent moins de frais d'entretien que les autres, celles-ci étant exposées aux avaries produites par les chocs des roues, essieux et brancards des chariots.

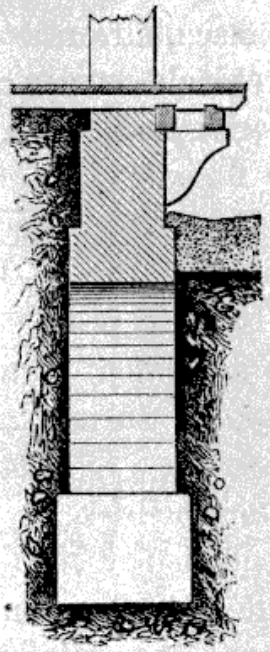


Fig. 504. Quai soutenu par des consoles. 1/100.

Les administrations allemandes donnent la préférence au système des trottoirs longitudinaux, parce qu'il permet d'opérer le déchargement ou le chargement d'un wagon placé à un point quelconque de la longueur de la halle, et que le petit trottoir permet en outre de circuler avec les colis en dehors de la halle, lorsque l'intérieur est encombré; tandis qu'avec les quais arrêtés aux limites des murs d'enceinte, tout wagon en manutention doit se présenter forcément devant une porte.

Cependant, si l'on a soin d'espacer convenablement les baies en donnant aux travées un entr'axe de 4 mètres, on peut placer les wagons vis-à-vis des portes, sans perte d'espace.

Les trottoirs qui bordent les halles se terminent à leurs extrémités par des escaliers en pierre ou en bois.

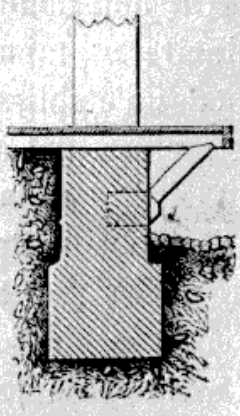


Fig. 505. Quai soutenu par des corbeaux en charpente. 1/100.

Nous avons vu plus haut que la hauteur des quais à marchandises devrait être fixée à 1 mètre au-dessus du rail.

L'arête supérieure de la bordure du quai abordé par les voitures se trouve à une distance verticale du niveau de la chaussée dépendant de la nature des véhicules employés dans la localité. La hauteur de $0^{m},90$ à 1 mètre est applicable dans la plupart des cas.

Lorsque le quai couvert s'arrête aux murs d'enceinte de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

halle, les bords du quai correspondant aux baies se construisent comme ceux des quais découverts—360—(fig. 506). Du côté des camions, on dispose, en outre, à la hauteur du quai et sur toute la longueur de la halle, une bordure en madriers de bois tenace, en orme par exemple, pouvant résister aux chocs des véhicules et peu coûteux, d'ailleurs, à remplacer.

La plate-forme des quais est tantôt recouverte d'un platelage en madriers de $0^m,05$ à $0^m,06$ d'épaisseur et de $0^m,15$ à $0^m,18$ de large; tantôt d'un pavage en bois debout, en briques ou en pavés ordinaires; tantôt d'un dallage en pierre résistante, d'une couche de bitume, ou mieux, enfin, d'asphalte posée sur une aire en béton.

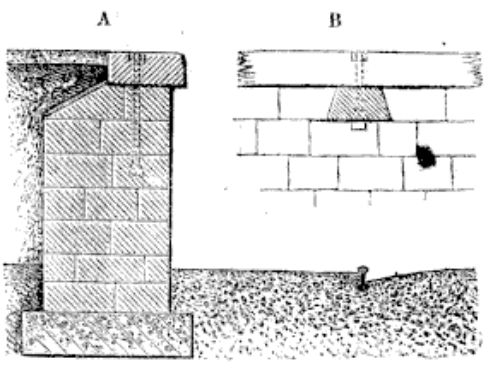


Fig. 506. Bordure de quai. 1/100

Le platelage en madriers et le pavage en bois présentent le grave inconvénient de se laisser facilement pénétrer par les liquides accidentellement répandus sur la plate-forme. Si au même endroit s'effectue un dépôt de marchandises susceptibles d'absorber ces liquides, les marchandises subissent, dans certains cas, des avaries qui entraînent à des dommages considérables.

On doit donc préférer le pavage en briques ou en pavés ordinaires et, mieux encore, le dallage, le plus coûteux de tous les modes d'établissement, il est vrai, mais aussi le plus résistant, le moins sujet à occasionner des avaries aux marchandises en en dépôt sous la halle, enfin le plus facile d'entretien.

L'asphalte, appliqué comme nous l'avons dit à propos des chaussées (36, t. I), est également très-convenable pour former le sol des quais. Il se nettoie facilement et ne conserve aucune trace des matières qui ont séjourné dans les halles et pourraient avarier celles qui leur succèdent.

On construit souvent les parois des halles à marchandises en galandage, pans de bois ou en simple planchéiage. Nous pensons que, quand la localité le permet, il vaut mieux construire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des murs en brique ou en maçonnerie de moellons. Dans tous les cas, la face intérieure de ces murs ne recevra aucun enduit, car il serait bientôt détérioré par les chocs des colis manutentionnés; on se contentera d'un simple rejointoiement.

La fermeture des baies de passage s'effectue par des portes soit roulantes, soit tournantes, qui sont souvent placées à l'intérieur des halles. Impossible, dans ce cas, de placer contre les murs des marchandises qui gêneraient la manœuvre de ces portes. Celles-ci sont, de plus, constamment exposées à être détériorées par les chocs des colis. On évite cet inconvénient en pratiquant dans le mur un évidement devant lequel se place la porte roulante quand la baie est ouverte, mais qu'il faut protéger par une cloison en bois dans le prolongement de la face intérieure du mur. Bien que l'on ne dispose pas ainsi de toute la surface du quai couvert, on peut néanmoins empiler les marchandises contre les murs.

Les portes se placent aussi à l'extérieur; mais elles s'y trouvent moins à l'abri des influences atmosphériques.

Les portes sont ordinairement formées de cadres en chêne avec remplissage en sapin; elles glissent, au moyen de galets, sur un chemin métallique, la partie supérieure étant guidée soit par une simple rainure, soit par un autre système de galets. Les portes à vantaux tournants de la Méditerranée sont ferrées de pentures ordinaires.

L'exécution des fondations des murs des halles à marchandises exige quelquefois des soins tout particuliers, surtout lorsqu'il s'agit de construire sur un sol peu résistant, tel qu'un remblai; on est alors obligé de recourir aux arcades (fig. 504), dont les pieds-droits atteignent le terrain solide. On peut, dans ce cas, sans augmenter beaucoup les dépenses, construire des caves éclairées par des soupiraux percés dans les murs de quais et qui rendront de grands services à l'exploitation.

Les combles des halles à marchandises s'exécutent, suivant les localités, en bois ou en fer, et la couverture, en tuiles, ardoises, zinc, etc. Les bords du toit devront être munis de gout-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tières, afin d'empêcher l'eau de tomber sur les chariots ou les wagons en stationnement devant les quais.

La lumière pénètre dans ces halles par une lanterne à la partie supérieure du toit, par des châssis à vitres, mais mieux par les fenêtres pratiquées dans les murs de pignon.

Quand l'inclinaison du toit le permettra, on ménagera, à la partie supérieure du comble, un grenier, où l'on pourra remiser certaines marchandises en dépôt, conserver certains objets nécessaires à l'exploitation, etc., etc.

Les bureaux, ordinairement situés dans la halle, à l'une de ses extrémités, consistent le plus souvent en un petit bâtiment en cloisons vitrées, à plafond plat, disposé de manière à être bien éclairé. Quelquefois aussi on place les bureaux dans un petit bâtiment en maçonnerie ou galandages, au niveau du sol et extérieurement adossé à celle des extrémités du bâtiment qui ne devra pas être prolongée.

Nous l'avons dit à plusieurs reprises : lors de la construction des stations, on ne doit jamais perdre de vue les besoins d'extension qui se manifesteront plus tard et les moyens d'y donner satisfaction.

On a souvent préconisé le système des halles provisoires comme se prêtant mieux que les halles définitives aux fluctuations en tous sens du mouvement des marchandises qui tantôt s'accroît, tantôt diminue par suite de l'ouverture d'une nouvelle ligne ou d'un simple embranchement.

Nous partagerions volontiers cette manière de voir, si ces halles provisoires ne revenaient pas à un prix plus élevé qu'un bâtiment définitif, et par les frais de construction et par ceux d'entretien, ainsi que nous l'avons souvent constaté. A notre avis, mieux vaut construire un bâtiment définitif, de longueur très-réduite, et se ménager la possibilité de développer, sans perte sensible, les installations primitives, que d'adopter les constructions provisoires.

Les dimensions des halles à marchandises varient suivant l'importance et la nature du trafic de la localité. On peut les diviser en trois ou quatre classes, dont les dimensions se ré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sument ainsi, les largeurs cotées se rapportant aux surfaces couvertes.

DÉSIGNATION DES CLASSES.	DÉSIGNATION DES CHEMINS.					
	Nord français.		Central suisse.		Est français.	
	Longueur.	Largeur.	Longueur.	Largeur.	Longueur.	Largeur.
1re classe....	indéf.	m. 25,50	»	»	»	»
2e —	m. 40,00	20,50	m. 38,00	m. 15,00	indéf.	m. 21,00
3e —	20,00	15,00	19,50	13,50	indéf.	16,60
4e —	»	»	13,00	12,00	m. 16,80	13,50

La compagnie des chemins de fer de Paris-Méditerranée a longtemps suivi le mode de construction représenté par la figure 507, pl. XXXIV. Mais dans les dernières sections, elle a adopté le type indiqué par la figure 509. Voici les dimensions de ses quais réglées sur l'importance de la station :

1re classe.	Largeur de quai	21m,00
2e classe.	—	15 ,60
3e classe.	—	12 ,60
4e classe.	—	10 ,60

La longueur est toujours un multiple de 7 mètres, portée d'une travée.

En Allemagne, on paraît disposé à n'adopter qu'une largeur uniforme pour toutes les classes, soit 12 mètres entre les murs d'enceinte, en faisant varier la longueur seulement. L'uniformité nous paraît convenable, mais la largeur de 12 mètres est insuffisante. Nous croyons que celle de 15 mètres répondrait mieux à toutes les exigences.

Nous avons parlé, dans le paragraphe I du présent chapitre, de la position des halles à marchandises. Nous ajouterons que dans les petites stations et les haltes en Allemagne et en Suisse, on place souvent le service des marchandises dans un local faisant partie du bâtiment principal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la figure 507, pl. XXXIV, nous avons essayé de donner une idée du mode d'établissement des halles à marchandises sur les chemins de fer de l'Est (4e classe). Elles sont construites suivant le premier système dont nous avons parlé, c'est-à-dire que les deux murs longitudinaux sont à l'aplomb des bordures des quais, sans trottoirs extérieurs. Les bureaux, situés contre l'un des pignons et accessibles au moyen d'un escalier en pierre établi en dehors de la halle, tiennent toute la largeur du bâtiment. Ces halles sont disposées de manière à pouvoir être allongées, en démolissant simplement celui des pignons qui fait face aux bureaux. Le toit est recouvert en tuiles à emboîtement.

Les halles du chemin de Wissembourg (fig. 508, pl. XXXIV) sont construites dans le système allemand, c'est-à-dire avec trottoirs extérieurs du côté de la cour et du côté des voies. Les parois longitudinales sont en bois, à l'exception des extrémités, qui, comme les pignons, sont en charpente et en briques. Le toit, à faible inclinaison, est recouvert en ardoises. La plateforme du quai consiste en petits pavés de bois debout sous forme de prismes obliques à section rectangulaire. Nous avons indiqué sur la figure quelques-unes des principales dimensions de ces halles.

Voici un aperçu du prix d'établissement de ces bâtiments :

Halle à marchandises de 8 *mètres de largeur intérieure et de* 40 *mètres de longueur.*

— Déblais à sec. transport à 60 mètres.....	250f
— Béton, maçonneries, enduits	3 900
— Charpente et menuiserie.....	8 300
— Couverture en ardoises doubles.....	6 500
— Ferrures, tôle, zinc, plomb, etc	4 420
— Peinture et vitrerie.....	1 600
Total.....	25 000f

Soit environ 80 francs par mètre carré de quai, pour la halle intérieure, et 36 francs par mètre carré de surface couverte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par la figure 509, nous avons indiqué la coupe en travers du type des halles à marchandises de deuxième classe, adopté par le chemin de fer du Nord et par celui de la Méditerranée.

Ces halles sont complétement fermées du côté des wagons, et le toit n'est en saillie sur le quai que du côté de la cour d'accès des chariots.

La couverture, sous une inclinaison de $0^m,66$ par mètre, est en ardoises sur voliges de $0^m,013$, la charpente en fer et en bois, d'après le système Polonceau, avec consoles et sabots en fonte.

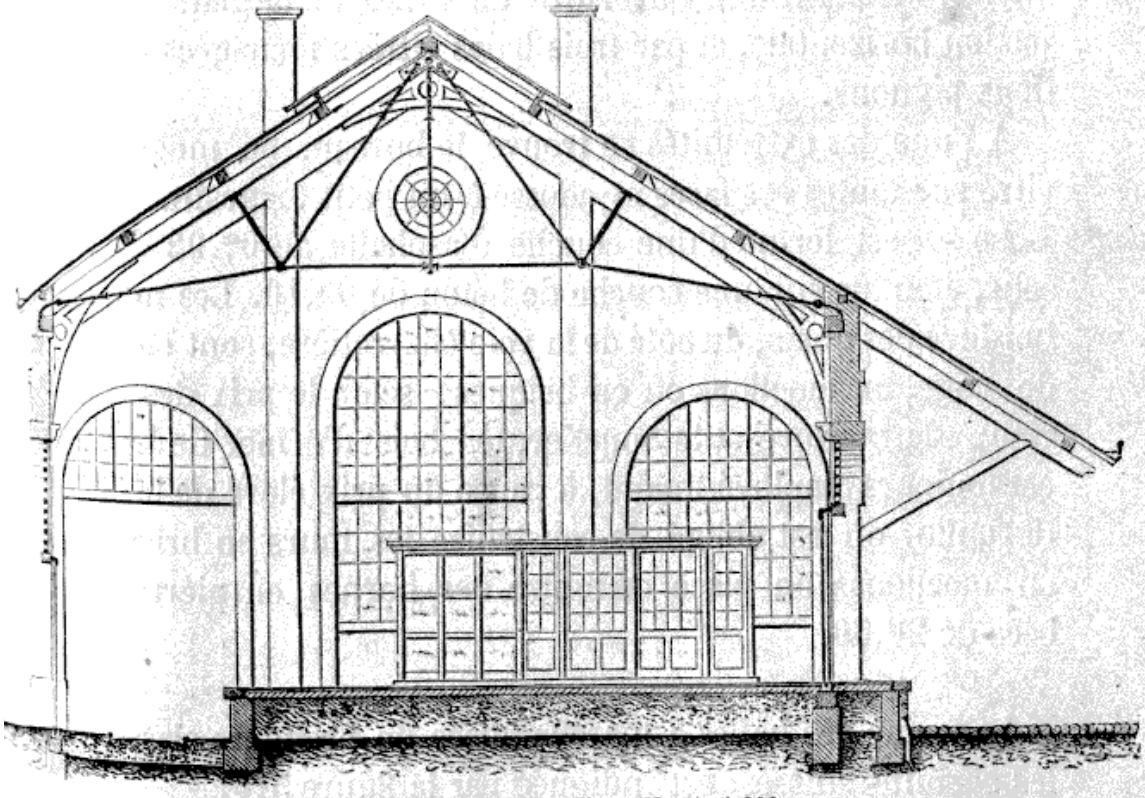


Fig. 509. Halle à marchandises (Nord). 1/200.

Il peut y avoir intérêt, dans certains cas, à remplacer la couverture en ardoises par une autre en zinc, beaucoup plus légère. Avec ce dernier système, l'inclinaison n'est plus que de $0^m,30$. Le zinc, ordinairement du numéro 14, repose sur des voliges en sapin, de $0^m,027$.

Les murs, de $0^m,45$ d'épaisseur, sont construits en moellons ou en briques, suivant les localités.

Les baies en plein cintre, de $2^m,65$ de largeur, sont séparées par des trumeaux de $2^m,35$, ce qui donne aux travées un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entr'axe de 5 mètres. Le cintre lui-même est fermé par un remplissage à claire-voie en briques laissant un vide pour deux pleins.

Les portes, qui ont 3 mètres de hauteur, glissent sur des rails posés dans le sol du quai. Elles se recouvrent de $0^m,30$ quand les baies sont ouvertes. A cet effet, le rail qui porte l'une d'elles étant à $0^m,052$ du mur, le second s'en trouve distant de $0^m,157$.

La lumière est distribuée dans le bâtiment par un lanterneau en verre laissant une ouverture de $4^m,20$ de largeur en projection horizontale, et par trois baies vitrées ménagées dans les deux pignons.

A l'une des extrémités se trouve le bureau, en menuiserie, vitré sur toutes ses faces et adossé à un petit magasin.

Le sol est formé d'une couche d'asphalte de $0^m,02$ d'épaisseur, étendue sur une couche de béton de $0^m,10$. Les murs de bordure des quais, du côté de la voie charretière, sont en pierre de taille, en moellons ou en briques, selon le prix des matériaux ; la bordure et le bouclier, en bois d'orme. Ce bouclier est toujours employé quand, à cause du prix élevé de la pierre de taille, on est obligé de construire les murs en briques ou en moellons ; on place en outre des bornes en pierre espacées de $2^m,50$.

La forme des halles à marchandises de première classe, sur les chemins suisses, est indiquée par la figure 510.

Ces halles, dont nous avons donné plus haut les dimensions, sont construites presque entièrement en bois, à l'exception des pignons et du mur de quai situé du côté de la voie de fer.

Le mur de la halle faisant face au chemin de fer est séparé de la voie par un quai découvert de $5^m,25$ de largeur, auquel on accède par une rampe. Cette disposition n'est pas commode, car elle occasionne une complication de main-d'œuvre quand les marchandises doivent passer des wagons dans la halle.

Le quai couvert, prolongement du quai découvert, consiste en un plancher reposant, par l'intermédiaire des madriers, sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des pilots. Ce plancher se prolonge à l'extérieur de la halle, du côté de la cour aux chariots, de manière à former un trottoir de 0^{m},75 de largeur, terminé à ses extrémités par un escalier.

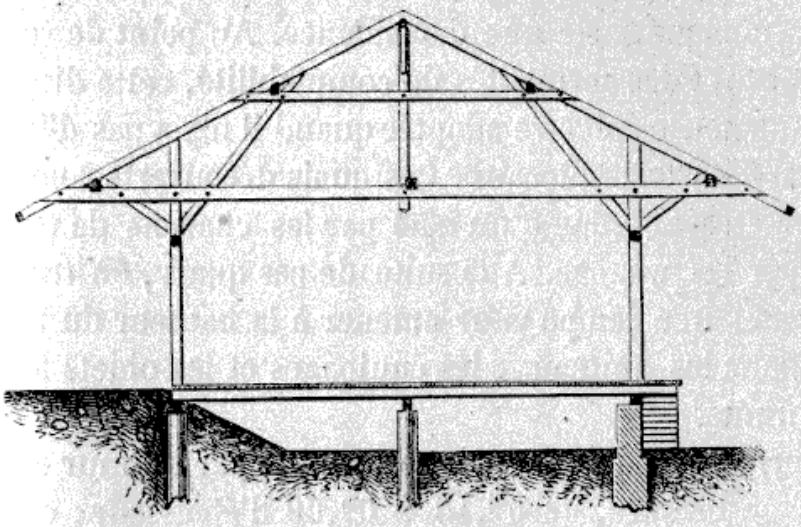


Fig. 510. Halle à marchandises (Suisse).

Enfin les halles à marchandises de Hanovre, récemment construites, ont reçu une largeur dans œuvre de 10^{m},50 au lieu de 8 mètres, largeur adoptée précédemment (fig. 511). De plus,

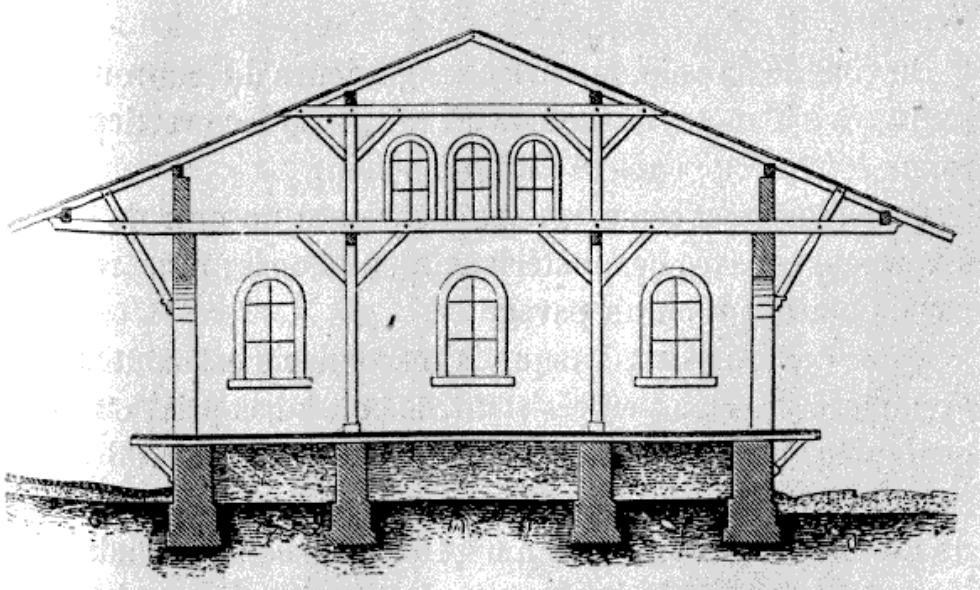


Fig. 511. Halle à marchandises (Hanovre). 1/200.

la charpente est soutenue par des poteaux intermédiaires, dont on utilise la résistance en recouvrant la halle d'un plancher ; le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comble est ainsi transformé en grenier, dont le service peut tirer un bon parti.

360. Quais découverts et rampes.—Ces constructions sont souvent contiguës aux halles à marchandises, dont elles forment en quelque sorte une dépendance. Au point de vue de la surveillance et des formalités de comptabilité, cette disposition très-avantageuse doit être adoptée quand il n'y a pas d'inconvénients ou d'obstacles locaux. Les quais découverts sont disposés pour être abordés d'un côté par les chariots de terre, de l'autre par les wagons. A la suite de ces quais, on trouve généralement une rampe pour amener à la hauteur du plancher des wagons les animaux, les équipages et les objets lourds et encombrants.

Le terre-plein de ces quais se termine par un mur en moellons ou en briques, de $0^m,45$ à $0^m,60$ d'épaisseur, couronné d'un bandeau en pierre de taille de $0^m,45$ sur 0,30, ou bien de madriers en bois de $0^m,20$ à $0^m,35$ de largeur sur $0^m,12$ à $0^m,15$ d'épaisseur. Ces madriers sont maintenus par des boulons en fer, tantôt noyés dans la maçonnerie (fig. 506, A), tantôt rattachés à des traversines en bois encastrées dans le mur (fig. 506, B).

Du côté de la voie, la surface supérieure du couronnement se trouve à 1 mètre au-dessus du rail, et la face verticale extérieure à $0^m,85$ de l'aplomb du rail voisin.

Le terre-plein compris dans l'enceinte du mur de bordure est remblayé avec des matériaux bien pilonés, puis recouvert par du macadam ou un pavage.

Dans certains cas, lorsque la maçonnerie est coûteuse par exemple, le terrain peu résistant, le bois à bas prix, on fait des quais découverts en charpente. Le platelage a $0^m,08$ d'épaisseur, et pour que les madriers ne se voilent pas, leur largeur ne doit pas dépasser $0^m,15$ à $0^m,18$; mais cette installation ne peut être que provisoire, car la destruction l'envahit promptement.

La rampe est généralement ménagée à la suite du quai. L'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

clinaison la plus faible est évidemment celle qui est la plus avantageuse. Mais, pour diminuer l'espace occupé et les dépenses, on adopte ordinairement celle de $\frac{1}{20}$ ou de $0^m,05$ par mètre, bien qu'on aille quelquefois jusqu'à $\frac{1}{12}$ soit $0^m,085$ par mètre; cette dernière pente doit être considérée comme un maximum.

Sur les rampes en bois, il faut avoir soin de clouer, transversalement à l'inclinaison, des lattes qui servent de points d'appui aux sabots des animaux.

Dans certaines gares, on se sert aussi, pour l'embarquement

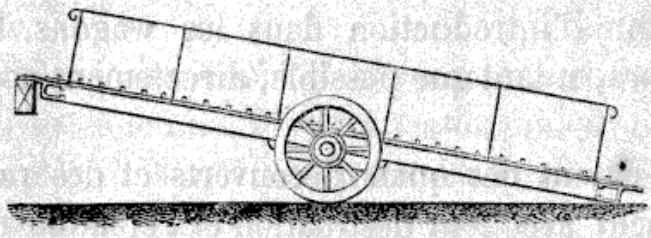


Fig. 512. Rampe roulante en bois. 1/100.

des animaux, de rampes roulantes (fig. 512) consistant en un tablier en charpente de $5^m,50$ de longueur, porté par un essieu et deux roues de chariots. Il est garni, à chacune de ses extrémités, de deux patins en fer qui s'appuient sur le wagon, et, de chaque côté, d'un garde-corps. Cet appareil est un peu lourd à manœuvrer, surtout dans les gares où le sol n'est pas aussi résistant que le macadam ou le pavé. Néanmoins il peut rendre de grands services, dans certains cas de presse, pour le chargement de la cavalerie ou des grands troupeaux.

On fait bien d'entourer la rampe à bestiaux d'un garde-corps ou d'une clôture convenable, afin d'éviter la fuite des animaux pendant les opérations du transbordement.

Sur le chemin du Bourbonnais, on a construit dans ce but des *entonnoirs*, sortes de passages ou couloirs ouverts du côté du parc aux bestiaux et se rétrécissant vers la bordure du quai, où ils se terminent par une porte à deux vantaux.

Les parois de ces couloirs sont formées de madriers fixés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contre des chevalets en bois encastrés dans le sol du quai. Quand les portes sont ouvertes, et retenues par des crochets en fer, elles forment prolongement des parois du couloir, qui présente là une largeur de passage de $1^m,40$, tandis qu'à l'autre extrémité la largeur est de 4 mètres.

La hauteur des parois est de $1^m,75$.

Quand on transborde des moutons voyageant généralement dans des wagons à deux étages, l'entonnoir a deux étages avec rampe particulière pour chaque étage.

Comme annexe au quai de chargement des bestiaux, nous conseillons l'adjonction d'une cour bien clôturée, dans laquelle on puisse faire stationner et abreuver les animaux en attendant leur tour d'introduction dans les wagons. L'entrée de cette cour sera, autant que possible, directement accessible par la route.

L'aménagement des quais découverts et des rampes varie nécessairement avec leur destination et l'étendue des surfaces disponibles.

Lorsqu'une plaque tournante se trouve au voisinage d'un quai à marchandises, sur l'une des faces (fig. 513, A, pl. XXXI), ou à l'un des coins (fig. 513 B, pl. XXXI), il faut échancrer le quai de manière à ménager autour de l'axe de la plaque un espace suffisant pour la manœuvre d'un wagon. Cette distance ne sera pas inférieure à $4^m,50$.

La plate-forme d'un quai doit être disposée pour la manutention des chargements de wagons par bout et par côté.

Quand le quai se trouve à l'extrémité d'une voie de chargement, la disposition de la figure 514, pl. XXXI, répond très-bien au programme. La rampe d'accès au terre-plein du quai peut être parallèle (fig. 514, A, pl. XXXI), oblique ou perpendiculaire (fig. 514, B, pl. XXXI) à la longueur du quai.

Lorsque le quai est établi sur le parcours d'une voie de chargement, il faut ménager un garage au wagon en manutention; on peut, dans ce cas, adopter l'une des dispositions indiquées par les figures 515 et 516, pl. XXXI.

La figure 444, pl. XXXI, rappelle d'autres dispositions de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plaques tournantes, halles, quais et rampes appliquées sur le chemin du Bourbonnais.

Nous avons dit plus haut que l'aménagement des quais est commandé par la nature des opérations auxquelles ils sont destinés. Ainsi, pour le chargement des équipages, on a souvent réservé dans les murs de fond du garage deux petites niches destinées à loger les tampons des wagons. Or ces niches sont très-souvent détériorées par les chocs des tampons dont l'écartement et la hauteur varient considérablement d'un type de matériel à l'autre. Il vaut mieux les supprimer et combler le vide existant entre le mur et le wagon par un pont volant, ou un trottoir fixe en bois.

S'agit-il de recevoir des bois de construction de grande longueur, on dispose le quai découvert en longueur, donnant à la distance *mn* (fig. 514, pl. XXXI) une étendue correspondante à celle des grands bois du pays. Le contraire aurait lieu pour des marchandises de manipulation plus facile et pouvant s'amonceler.

Quand la voie qui aboutit au terminus du quai découvert (fig. 514, pl. XXXI) sert à faire des manœuvres, il faut ménager dans la maçonnerie un heurtoir solide — 317 — qui la préserve des avaries causées par les chocs de tampons. Mais si la voie n'est accessible que par une plaque tournante (fig. 515 et 516, pl. XXXI), il suffit de loger dans la maçonnerie une pièce de bois qui reçoit la buttée des wagons.

Pour éviter les accidents de toute nature, on aura également soin de disposer, le long des voies de chargement, soit des anneaux accrochés aux murs pour arrêter les wagons, soit des taquets d'arrêt — 318 —.

Enfin on construira sur un point central du quai, ou sur plusieurs points judicieusement choisis, des escaliers (fig. 515 et 516, pl. XXXI) qui abrégent la circulation des hommes de service entre les différentes parties de la gare.

Le prix de revient des quais découverts dépend de la largeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du terre-plein compris entre les murs. Plus cette largeur est considérable, moindre est le coût d'établissement au mètre carré de quai.

En y comprenant la rampe d'accès, nous avons eu pour dépenses d'établissement d'un quai découvert de 20 mètres de large sur 36^{m},75 de long, avec terre-plein en gravier, la somme de 3 000 francs, soit 4 fr. 10 par mètre carré. Un autre de 10^{m},60 de largeur a coûté 6 fr. 60 le mètre carré. Enfin un troisième de 7^{m},50 de largeur moyenne, terre-plein pavé, est revenu à 14 francs.

361. Estacades. —Les prix de transport des marchandises en général se composent des dépenses de traction d'une part, et des frais de manutention, de l'autre. Certaines marchandises pondéreuses, telle que la houille, les minerais, les engrais et amendements, les matériaux de construction, etc., ne peuvent supporter les frais de transport sur de longs parcours qu'à la condition de voir réduire à leur minimum les dépenses de la seconde catégorie.

A l'exception de la houille et de ses dérivés, qui réclament certaines précautions contre le bris des morceaux, ces matières sont manipulées en employant les moyens les plus simples et les moins dispendieux.

Au départ, on les approche des voies de chargement à un niveau tel qu'elles tombent par leur propre poids dans les wagons.

A l'arrivée, les matières sont déchargées soit par des trappes pratiquées dans le fond des wagons, soit par des portes ménagées sur les côtés —LOCOMOTION : *Wagons à marchandises*—.

Dans l'un et l'autre cas, la manutention est grandement simplifiée par l'emploi d'*estacades* ou voies situées au-dessus du niveau du sol qui reçoit les matières.

La voie des estacades est généralement établie sur des piles et culées en maçonnerie, formant travées de 4 mètres d'ouverture environ, comme le représente la figure 517. Les rails sont supportés par des longuerines en chêne de 0^{m},25 sur 0^{m},30, reposant sur des corbeaux encastrés dans la maçonnerie. Le fond de la fosse doit être garni d'un pavage ou d'un plancher en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

madriers, faisant suite à un plan incliné destiné à amortir le choc des matières et leur détérioration.

L'importance des dépenses de construction des estacades dépend naturellement de la hauteur des piles, de la nature des matériaux, etc.

Voici le prix de revient, non compris la charpente de la voie, d'une fosse à houille de $1^{m},40$ de hauteur du sol à la surface du rail, sur 26 mètres de longueur totale entre culées, partagée en

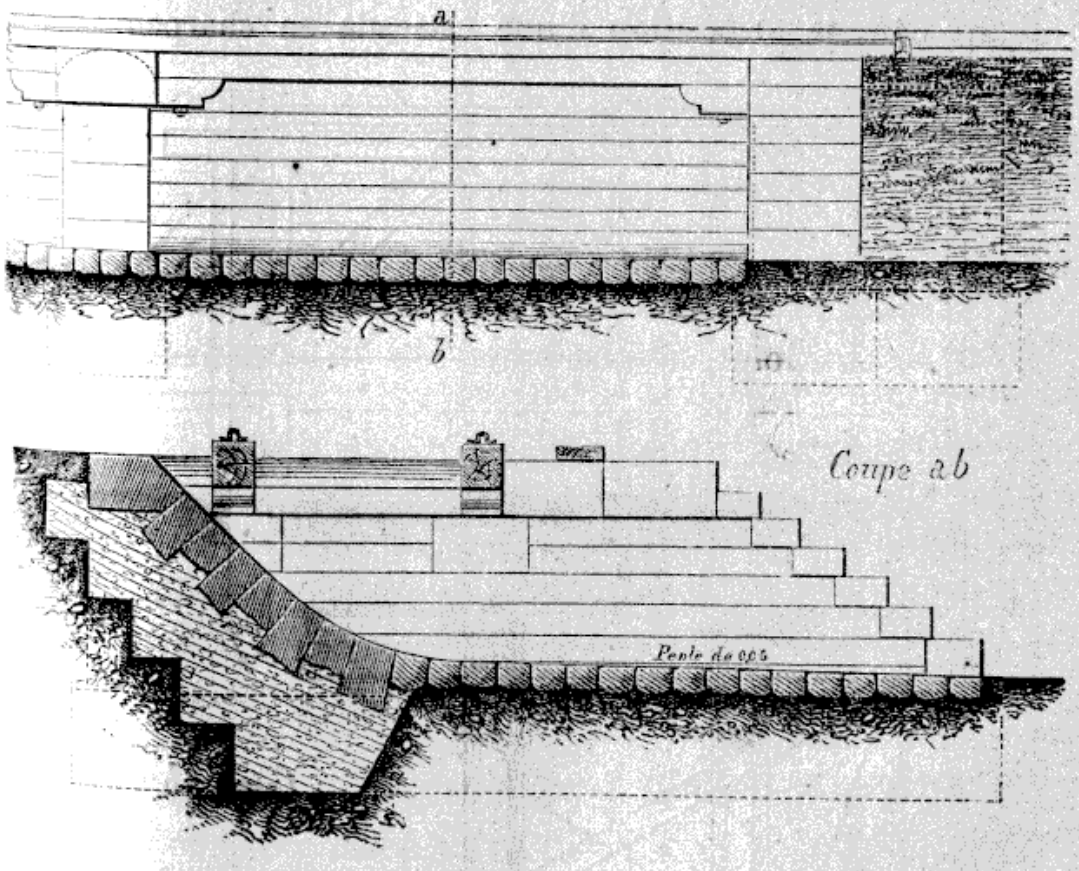


Fig. 517. Estacade ou fosse à houilles (Wissembourg). 15/1000.

six travées. La figure 517 représente en élévation et en coupe une des travées extrêmes.

Béton, $52^{m3},12$ à $13^{f},20$	$687^{f},98$
Maçonnerie de fondations, $12^{m3},23$ à $12^{f},65$	155 ,20
— pierre de taille, $12^{m3},24$ à $48^{f},86$	695 ,77
— moellons smillés, $18^{m3},22$ à $20^{f},74$	377 ,88
A reporter	$1916^{f},83$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Report.....	1916f,8
Taille,	54m2,39 à 4f,30 = 233f,88 3 ,48 à 9 ,43 = 32 ,82 Journées..... 13,05	.... 279 ,75
Pavage, 86m2,55 à 4f,44	.....	384 ,28
	Prix total	2 580f,86

soit, par mètre courant, 100 francs en nombre rond.

On voit, représentée en élévation et en coupe, par la figure 518, la disposition d'une estacade en charpente con-

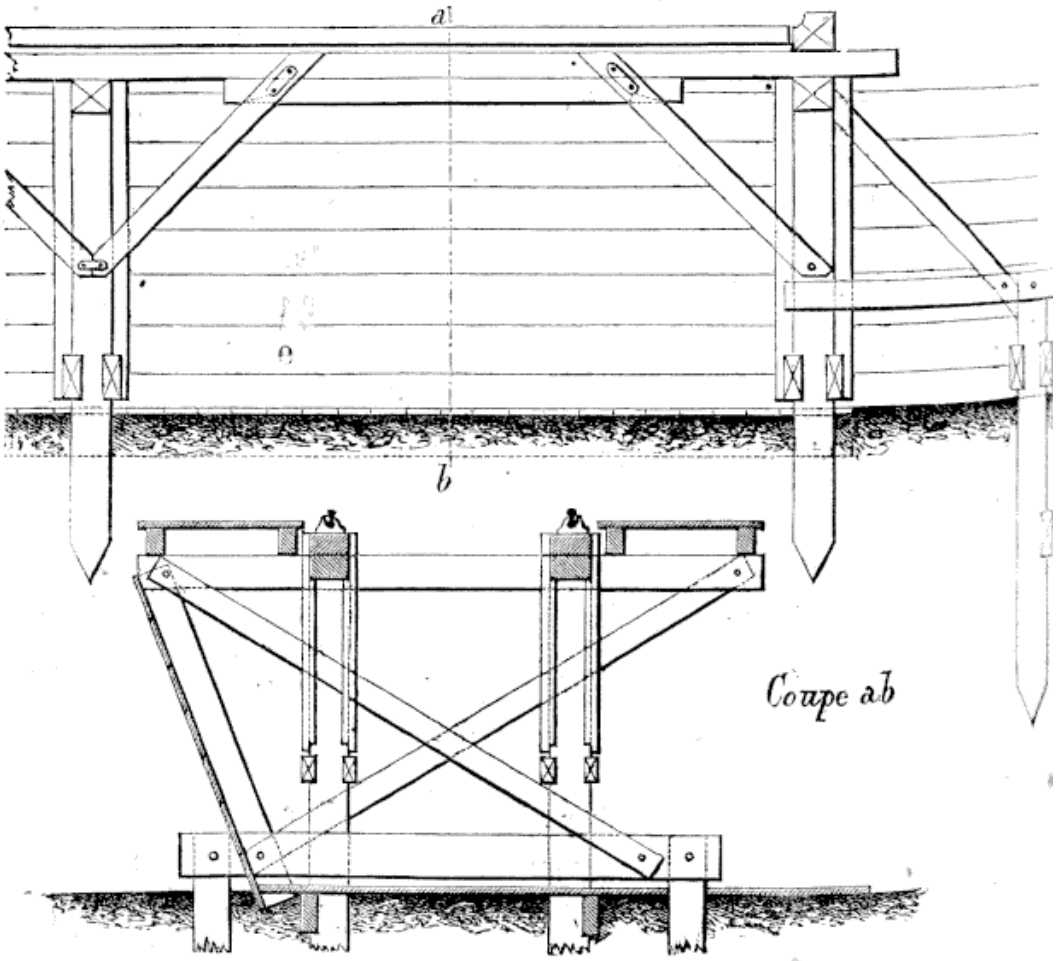


Fig. 518. Estacade en charpente. 15/1000.

struite pour le service des houilles d'un grand établissement, dans l'ancienne station de Dornach (Est).

Pour le service des estacades, il faut au moins deux voies réunies par une ou deux plaques tournantes, ou bien par un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

branchement, afin de faire circuler, sans fausse manœuvre, les wagons qui ont pris ou vidé leur chargement.

On ne doit pas omettre de ménager à côté des rails en claire-voie un passage sur plats-bords pour les hommes chargés de la manutention des wagons (fig. 518, coupe *ab*).

Quand les dispositions du terrain ne permettent pas d'établir des points de déchargement au-dessous du sol de la station, on élève les wagons à un niveau suffisant pour les faire rouler sur une estacade qui règne au-dessus du sol des voies. L'élévation des véhicules s'effectue soit à l'aide de voies en rampe, soit au moyen d'appareils analogues à ceux que nous avons décrits — 304 —.

Les relations des chemins de fer avec les voies navigables motivent encore d'autres installations qui ont pour objet d'opérer rapidement et sans déchet l'embarquement ou le débarquement des marchandises, notamment de la houille.

M. E. Moreau a décrit dans un travail très-intéressant — *Mémoires et compte rendu de la Société des ingénieurs civils*, 2e cahier, 1867 — les procédés employés à cet usage dans le pays de Galles et dans les ports du nord de l'Angleterre. Nous ne pouvons faire mieux que d'engager les ingénieurs à consulter ce mémoire.

362. Ecuries. — Généralement les voyageurs et les marchandises en provenance ou en destination du chemin de fer sont transportés par voitures particulières ou publiques. Il en est parmi ces dernières qui effectuent les transports en vertu d'arrangements spéciaux avec l'administration du chemin de fer, qui devient alors responsable envers le public de l'accomplissement du service — 3e partie. EXPLOITATION : *Trains, Correspondances* —.

Mais en certaines stations le mouvement local prend une importance telle que l'administration ne peut plus confier sûrement et économiquement les transports à l'industrie privée. Elle doit se résigner à organiser ces services à l'aide de ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

propres ressources, et entretenir par conséquent des véhicules et des chevaux.

Pour tirer le meilleur parti possible des animaux, il faut les tenir dans les conditions hygiéniques les plus convenables. Sans parler de la nourriture, les chevaux de travail ont besoin de repos et d'abri. Les écuries doivent donc présenter les dispositions les plus favorables à la conservation de la santé. On peut aussi avoir à loger temporairement des animaux ayant subi ou à subir le transport par chemin de fer. La question des écuries a donc encore ici quelque intérêt.

Précautions contre l'humidité. — Comme les hommes, tous les animaux contractent des maladies par le séjour dans un local humide. L'emplacement des écuries sera donc choisi de manière à pouvoir être assaini par canaux ou drainages, s'il n'est pas naturellement sec. L'aire des écuries elle-même reçoit, comme nous le verrons plus loin, des dispositions propres à l'écoulement rapide des liquides qui peuvent entretenir l'humidité dans l'atmosphère du local.

Exposition. — Autant que faire se peut, il faut aménager les ouvertures de manière à fournir de l'air et de la lumière, moyennant certaines précautions. La lumière est nécessaire, mais elle ne doit pas frapper directement les yeux. L'air est indispensable ; mais lorsqu'il touche immédiatement le corps des chevaux en sueur, il peut leur faire contracter des maladies, surtout quand il est froid.

On percera donc les ouvertures, si c'est possible, sur la face exposée au midi ou à l'est. Dans le cas où l'on n'a pas la liberté du choix, on prendra certaines précautions que nous indiquerons.

Ventilation. — On a évalué à 30 mètres cubes par heure la quantité d'air pur nécessaire à l'entretien de la santé d'un cheval séjournant dans une écurie. Comme ce volume considérable ne pourrait être fourni que par des locaux de dimensions énormes lorsque le nombre des chevaux abrités devient important, il faut, en adoptant des dimensions raisonnables, pourvoir au renouvellement de l'air vicié par la respiration des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

animaux, par la transpiration cutanée et les émanations des déjections de toute nature.

Le renouvellement de l'air ne présente pas moins d'intérêt pour la conservation des pièces de bois qui entrent dans la construction des écuries ou dans leur ameublement.

L'alimentation en air pur et l'évacuation de l'air vicié réclament des aménagements spéciaux. Il faut en effet que l'air frais, tout en balayant l'atmosphère, ne frappe pas directement les animaux. On le fait arriver par des ouvertures bien réparties, placées vers le haut des murs, et munies soit de châssis vitrés s'ouvrant de haut en bas, soit de treillis métalliques.

Les appels d'air vicié, aussi éloignés que possible des rentrées, sont ménagés dans le plafond et surmontés de tuyaux d'évent en poterie ou en plâtre, qui s'élèvent au-dessus de la toiture.

Eclairage. — Les fenêtres destinées à l'aérage servent à donner de la lumière en quantité suffisante pendant le jour. Pour la nuit, on doit, comme mesure de sécurité, s'abstenir d'employer les lanternes intérieures et éclairer au moyen de lumières placées dans des niches vitrées en saillie sur le mur intérieur, mais desservies par des ouvertures abordées de l'extérieur du bâtiment.

Surveillance. — La santé des hommes ne réclamant pas moins de soins que celle des animaux, il faut mettre les palefreniers chargés de surveiller les chevaux pendant la nuit à l'abri des émanations de l'écurie ; au lieu d'établir, comme d'habitude, le lit de ces agents dans l'écurie même, à côté des chevaux, on doit leur affecter un cabinet fermé et vitré, assez élevé au-dessus du sol pour que leur vue s'étende sur toute l'écurie.

Sellerie. — Les harnais sont souvent suspendus à des crochets fixés au mur en arrière des chevaux. C'est une coutume vicieuse tant pour la conservation des harnais que pour l'habitation dans l'écurie dont l'atmosphère est viciée par l'odeur des cuirs et de leurs apprêts. Il est préférable de tenir les harnais dans une sellerie séparée, où ils sont bien abrités, visités et réparés au besoin.

Aires. — Nous avons dit que le sol des écuries devait être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien asséché. Il réclame de plus un bon pavage pouvant résister aux chocs des sabots. Le pavé employé sera de grès, de granit, de schiste ou de briques posées sur champ, dans un bain de mortier hydraulique ou d'asphalte qui s'oppose aux infiltrations des urines.

La pente de l'aire, pour accélérer l'écoulement des liquides, est habituellement de $0^m,02$ à $0^m,03$ de la tête vers la queue des chevaux. Ces pentes aboutissent à une rigole qui conduit les liquides au dehors dans un puisard spécial. La pente de cette rigole ne doit pas être moindre de $0^m,02$.

Plafond. — Cette partie du bâtiment demande une étude attentive de la question. Pour conserver la température de l'écurie, le plafond doit être plein; de plus, comme il reçoit la buée émise par les animaux, si le plafond n'est pas bien étanche, le local supérieur ne se prête pas convenablement à l'emmagasinement des fourrages.

Enfin s'il est construit en bois, l'incendie peut facilement le détruire.

Après de nombreux essais et à la suite de graves incendies, la compagnie des omnibus de Paris a substitué le fer au bois dans la construction de ses plafonds [1]. Aujourd'hui elle établit les plafonds sur des poutres et solives en fer, réunies par de petites voûtes en briques creuses hourdées au ciment, le tout recouvert d'une aire en mortier sur laquelle s'étend une couche d'asphalte.

L'asphalte a l'avantage non-seulement de préserver l'avoine et les fourrages des émanations de l'écurie, mais encore d'arrêter la propagation de l'incendie.

On obtient un résultat analogue, quand on se sert de planchers en bois, en étendant sur le plancher une couche de terre à four de $0^m,025$ d'épaisseur recouverte d'une couche d'asphalte de $0^m,015$.

Mangeoires et râteliers. — Pour que les chevaux mangent à

[1] Note de MM. Eug. Flachat et Noisette. *Société des ingénieurs civils*, 2e cahier, 1868.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur aise et sans trouble, il faut que la portion de nourriture de chacun soit bien séparée de celle des voisins.

Les mangeoires les plus convenables s'exécutent en pierre creusée ou en fonte. Celles en bois s'altèrent vite et produisent des émanations fâcheuses.

La place qui convient le mieux dépend de la taille des animaux : 1 mètre à $1^m,10$ au-dessus du sol. La partie inférieure doit être arrondie pour que les chevaux ne se blessent pas lorsqu'ils ont la tête ou les membres engagés en dessous de la mangeoire. On leur donne généralement $0^m,20$ de profondeur sur $0^m,35$ à $0^m,40$ de largeur.

Les râteliers en fer sont les meilleurs : barreaux verticaux ou très-peu inclinés, espacés de $0^m,10$ environ; le fond en pente du haut vers le bas pour amener le fourrage à la partie inférieure.

Stalles. — Les chevaux prennent un repos plus complet lorsqu'ils sont isolés par des séparations que réunis dans une enceinte continue. On fait donc bien d'affecter une stalle à chaque cheval. La hauteur de la séparation va en décroissant de la tête, où on lui donne environ 2 mètres, vers la queue, où elle n'a plus que $1^m,50$, sur une longueur totale de $2^m,50$. La distance des séparations ou largeur des stalles varie de $1^m,50$ à 2 mètres selon la taille des chevaux.

Dispositions d'ensemble. — Les écuries peuvent être simples, à un rang, ou doubles, c'est-à-dire à deux rangs de chevaux. Généralement, pour la facilité du service et de la surveillance, on préfère placer les chevaux sur deux rangs lorsque le nombre de stalles dépasse dix à douze.

La hauteur varie avec l'importance de l'écurie : de $3^m,50$ pour une petite écurie, elle s'élève à 6 mètres pour une grande.

En largeur, il faut, dans une écurie simple :

Mangeoire et râtelier	$0^m,50$ à $0^m,60$
Stalle	2 ,50 à 2 ,75
Couloir	2 ,00 à 2 ,50
Largeur totale	$5^m,00$ à $5^m,85$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans une écurie double où les chevaux font face aux murs, il n'y a qu'un couloir médian. La largeur devient alors :

Mangeoires	$1^m,00$ à $1^m,20$
Stalles	3 ,00 à 3 ,50
Couloir	2 ,50 à 3 ,00
Largeur totale	$8^m,50$ à $9^m,70$

Il suit de ces dimensions que le volume attribué à chaque cheval varie entre $5^m,00 \times 1^m,50 \times 3^m,50 = 26^{m3},50$

et $\frac{9^m,70 \times 2^m,00 \times 6^m,00}{2} = 58^{m3},20$,

suivant l'ampleur de l'installation.

§ V.

CONSTRUCTION ET ENTRETIEN.

Quelle que soit la nature des matériaux employés, il faut que la construction d'un bâtiment de chemin de fer soit toujours solide, sans surcharge inutile. S'il est nécessaire de faire ressortir quelques détails d'ornementation, ces détails seront exécutés en matériaux résistants, faisant corps, partie intégrante dans l'ensemble et non point en pièces rapportées, ou en enduits ne présentant qu'une durée limitée et qui réclament d'ailleurs des soins d'entretien assidus et coûteux.

Il ne faut pas oublier que ces bâtiments sont presque toujours isolés, et que comme tels ils exigent des soins d'établissement tout spéciaux. Le voisinage des machines en feu expose ces édifices à de nombreuses chances d'incendie, qu'on s'efforcera de limiter en faisant choix de matériaux, autant que possible, incombustibles.

363. Fondations. — Les exemples sont nombreux de bâtiments, d'ailleurs bien exécutés, qui subissent des dégradations, des lézardes, et qui perdent même la position primitivement assignée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces avaries, très-graves quelquefois, n'ont le plus souvent d'autre cause qu'un défaut des fondations.

Pour qu'un édifice conserve sa position et sa forme, qu'il dure en un mot, il faut l'asseoir sur une base pouvant résister uniformément aux pressions qui s'exerceront pendant et après la construction. Avant d'arrêter les dispositions des fondations, on doit calculer toutes ces pressions, afin de les répartir convenablement et n'imposer à chaque élément superficiel de la base qu'un effort auquel il peut résister, pour arriver en fin de compte à un tassement uniforme de toutes les parties de l'édifice.

La base la plus sûre, c'est un sol incompressible comme la pierre dure, en bancs épais et inébranlables. Mais, pour atteindre le résultat désiré, il faut que le rocher sur lequel on veut fonder ne repose pas lui-même sur un sous-sol qui peut devenir glissant par suite des travaux voisins. Lorsque cet accident est à craindre, on doit drainer le périmètre de la fondation et empêcher par là la lubrification des bancs de glissement — chap. I —.

Le sable, l'argile et le gravier offrent un degré de compressibilité assez peu marqué lorsque les pressions sont convenablement réparties et que l'équilibre primitif n'est pas dérangé par des travaux ultérieurs.

Ainsi, ces mêmes terrains humides, suffisamment résistants à l'origine, subissent de très-sensibles affaissements lorsqu'on vient à les drainer, et par suite font éprouver aux bâtiments des tassements souvent considérables.

En principe, il faut donc rechercher le sol bien résistant; mais lorsque, pour l'atteindre, on doit fouiller à une profondeur trop considérable, il est préférable de recourir aux fondations artificielles, comme pour le cas où le bon sol n'est pas accessible aux moyens ordinaires.

Dans ces différents cas, on emploie tantôt la fondation sur massifs isolés réunis par des voûtes de décharge, tantôt la fondation sur pilotis soit isolés soit réunis par des chapeaux.

Indépendamment du coût élevé de cette constitution d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous-sol artificiel, ce système a l'inconvénient sérieux de ne pas toujours offrir une assiette uniformément résistante.

A moins d'avoir affaire à une vase liquide ou à un sol tourbeux, on préfère établir les fondations sur une couche de béton de très-bonne qualité suffisamment large pour bien répartir les pressions ultérieures et suffisamment épaisse pour ne pas se rompre sous ces mêmes pressions. Avant de couler le béton, et pour lui préparer un lit sec sur lequel il puisse faire bonne prise, il est convenable de garnir le fond de la fouille avec du sable ou du gravier.

364. Maçonneries. — *Murs en sous-sol.* — L'humidité détruit les murs; il faut donc les en préserver. Lorsque l'on a un mur adossé à un sol humide, il faut :

1° Drainer ce terrain;

2° Eloigner l'eau du mur en séparant le mur du sol à l'aide d'un contre-mur percé de barbacanes ou d'une tranchée remplie de blocailles, et ménager, dans le vide en dehors du mur, au niveau de la retraite des fondations, un caniveau à forte pente pour l'écoulement des eaux;

3° Construire le mur en pierres dures, à bain de mortier hydraulique;

4° Garnir la face *extérieure* du mur d'un enduit de ciment.

En employant ces divers moyens soit combinés, soit isolés, selon le cas, on parvient presque toujours à préserver les murs de la pourriture ou du salpêtre.

Les pierres dures, étant moins poreuses que les pierres tendres, sont aussi moins hygrométriques et moins sensibles aux effets de la capillarité. Offrant d'ailleurs une résistance plus grande aux pressions du bâtiment, elles demandent une moindre épaisseur que les pierres tendres.

On est quelquefois obligé de construire sur des sols tellement aquifères, que les drainages sont insuffisants pour assainir les sous-sols, surtout quand les sources ont une certaine hauteur au-dessus du sol des caves du bâtiment. On fait bien alors de ménager sous le sol un radier général en bon béton hydraulique ou une voûte renversée en matériaux durs hourdés au ciment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En construisant les murs du sous-sol, il ne faut pas omettre les jours pour la ventilation des locaux inférieurs, surtout si le sous-sol doit recevoir un calorifère.

Murs en élévation. — Si l'humidité est à craindre pour le sous-sol, elle devient plus redoutable encore pour les locaux en élévation. Elle développe en effet le champignon, le salpêtre, qui attaquent les boiseries, les peintures intérieures, etc. Lors donc que l'on suppose possible la venue de l'humidité par le sol, il faut construire le soubassement en matériaux durs, hourdés au mortier hydraulique. On a même soin de séparer les murs en élévation des murs en sous-sol par une couche de bitume, une lame de plomb ou de carton bitumé, un lit de schiste dur posé à plat à bain de ciment.

On choisit, pour former les soubassements, les matériaux les plus durs de la localité. Lorsque la pierre de taille est rare, on la réserve pour les revêtements extérieurs.

Avant d'arrêter le projet définitif des constructions, il faut toujours s'assurer des ressources de la localité et ne prendre un parti pour l'exécution qu'en le subordonnant à l'espèce de matériaux qu'elle fournit. Ainsi l'appareil des pierres de taille sera subordonné aux dimensions des bancs de carrière. La pierre de taille étant assez coûteuse en général, surtout par la main-d'œuvre, on évitera les refouillements, et on ne l'emploiera que pour les angles, les chaînes verticales auxquelles correspondent les poutres ou cloisons principales, les bandeaux qui relient les matériaux dans le sens horizontal, les chambranles qui reçoivent les scellements des baies.

On ne doit pas oublier que la pierre ne retient pas convenablement la peinture ni les tapisseries; par conséquent, on évitera de faire passer les pierres de taille d'outre en outre jusqu'à l'intérieur du bâtiment.

Dans un but d'économie, on a l'habitude d'élever les murs extérieurs en moellons et de leur appliquer un revêtement figurant quelquefois des assises de pierres de taille. C'est une erreur : les enduits extérieurs sur maçonnerie de moellons exigent un entretien continuel. Quand on le peut, il vaut mieux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire le revêtement en briques apparentes, qui, bien employées, sont d'un effet très-satisfaisant.

La maçonnerie exécutée en briques bien faites, avec de la bonne terre et convenablement cuites, présente de nombreux avantages : quand les joints sont soignés, les faces extérieures ne réclament aucun enduit; les murs s'élèvent rapidement; le prix de revient est relativement peu élevé, surtout si l'on imite les dispositions adoptées dans le Nord, celles des murs creux qui protégent l'intérieur contre les excès de température et l'humidité.

En général, il faut éviter les constructions en pans de bois, car elles sont promptement avariées par les intempéries. Lorsqu'on est obligé de les adopter, on doit avoir grand soin de prévenir les effets du retrait ou de la pourriture du bois.

On portera aussi une attention toute particulière sur l'exécution du couronnement des bâtiments, afin de préserver les murs contre les infiltrations. Lorsqu'on emploie à cet usage des pierres de taille de nature grenue, spongieuse, il faut les enduire de deux ou trois couches d'huile de lin chaude ou bien les poser sur un lit d'asphalte ou de goudron.

Observation. — La bonne qualité des mortiers est une des principales conditions à exiger dans l'exécution des bâtiments; on ne négligera donc rien pour se procurer les meilleures chaux et le sable le plus pur que le pays peut fournir. Quant à la fabrication du mortier, elle sera très-sévèrement surveillée.

365. Ouvrages en bois. — Le bois a de très-nombreuses et de très-importantes applications dans les édifices; il peut rendre de grands services à l'architecte s'il est employé judicieusement. Il ne suffit pas, en effet, de donner aux différents organes les dimensions indiquées par les lois de la stabilité pour en assurer la durée. Il faut de plus que ces organes soient placés dans des conditions telles que leurs parties constitutives ne subissent aucune altération par les conditions mêmes de leur emploi.

Ainsi on sait que le bois soumis à l'humidité pourrit rapidement; qu'il en advient de même du bois frais enduit sur toutes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses faces d'une matière qui ne lui permet pas d'exhaler son humidité constitutive, et à plus forte raison encore des bois renfermés sans aérage dans l'épaisseur des murs et des planchers.

On évitera donc, en général, d'employer les bois d'abatage et d'équarrissage trop récents, et surtout de les placer dans des conditions où l'air ne puisse pas les assainir. Aussi dans les rez-de-chaussée on prendra les plus minutieuses précautions contre l'humidité qui amène la pourriture, la formation des champignons.

Ainsi, pour arrêter les effets de la capillarité, on enduira les murs qui portent les solives de ciment, de mortier très-hydraulique ou d'asphalte.

Partout où les planchers recouvrent un terre-plein, on ménagera sous les lambourdes et dans toutes les parties du sous-sol des évents qui laissent à l'air une large circulation.

On a, depuis longtemps, adopté la pratique d'enfermer les poutres et poutrelles des planchers dans des coffres de revêtement qui masquent complétement les bois. Avec les hommes de l'art qui se rendent compte des conditions judicieuses de l'emploi des matériaux, nous croyons cette pratique extrêmement fâcheuse. Au lieu de former les plafonds à l'aide d'une couche de plâtre, étendue sur la face inférieure des pièces qui constituent les planchers, il serait beaucoup plus convenable, à tous les points de vue, de laisser les poutres apparentes en les arrangeant, au besoin, sous forme de caissons qui se prêtent à tous les genres de décoration. Quant à la sonorité des planchers, on peut y remédier facilement à l'aide de diverses dispositions d'entrevoux inutiles à rappeler ici.

Les bois, avons-nous dit, sont soumis à des effets de dilatation et de contraction qui proviennent plutôt de l'état hygrométrique de l'air que de la température. Pour des bois moyennement secs, la contraction, normalement à la longueur des fibres, peut être calculée sur un coefficient de 0,01.

Les défauts et les qualités des bois, ainsi que les procédés de conservation, ont été développés au chapitre II, § II, au chapitre V, § II, et au chapitre VI, § I, t. I.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Charpente. — Tenant la main à l'observation ponctuelle des plans d'ensemble et de détails, l'architecte doit veiller particulièrement à ce que la coupe des bois, le travail des assemblages, le rapprochement des surfaces en contact soient exécutés suivant toutes les règles de l'art. On aura soin de faire carboniser et enduire de peinture à l'huile ou au goudron les bois engagés dans la maçonnerie, à plus forte raison dans le sol.

Chaque ferme des combles sera complétement assemblée sur les chantiers, préalablement au montage.

Pendant le levage et la mise en place, on doit obliger les charpentiers à contre-venter soigneusement chaque ferme de manière à prévenir les accidents, trop fréquents lorsque cette précaution n'a pas été prise — chap. II, § II et § IV —.

Menuiserie. — Cette partie de la construction du bâtiment est généralement trop négligée. — Abandonnée aux soins d'entrepreneurs peu consciencieux et d'agents négligents ou inexpérimentés, la menuiserie, mal conçue et exécutée sans soins, occasionne des frais d'entretien journalier souvent très-élevés. On exigera donc de l'entrepreneur la justification de la libre disposition d'un approvisionnement suffisant de bois des essences prescrites, secs et enlevés dans des plateaux ayant au moins deux années de débit.

« Pour établir économiquement des ouvrages de menuiserie, dit M. Léonce Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées, professeur d'architecture à l'École polytechnique[1], il faut prendre en considération les dimensions, les épaisseurs surtout des planches qui se trouvent dans le commerce ; et si on veut les disposer convenablement, il est essentiel de ne pas perdre de vue que, sous l'influence des variations hygrométriques, toutes les planches sont exposées à des mouvements de contraction et de dilatation plus ou moins prononcés. C'est là un fait capital qui domine toute la théorie de l'art. Le problème à résoudre peut se poser en ces termes : exécuter des ouvrages de

[1] *Traité d'architecture*, t. I, p. 508, 2e édit., Paris, 1860.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dimensions sensiblement invariables avec des éléments dont les dimensions varient sans cesse. »

Les parquets s'exécutent en planches de chêne et de sapin. On réserve la première de ces essences pour les pièces du rez-de-chaussée, surtout celles à grande circulation. On donne la préférence aux planches étroites, afin de diminuer les effets du retrait. Les planches composant les frises de parquet doivent avoir toutes même longueur et même largeur. Les parquets ne doivent être posés qu'après l'achèvement des maçonneries, des enduits intérieurs et de la toiture.

Il faut exiger que les portes et fenêtres soient établies conformément aux plans, sans déviation aucune dans les dispositions arrêtées, à moins d'autorisation écrite. Elles seront examinées et reçues en blanc avant et après le ferrage. La première couche d'impression ne sera donnée qu'après ces réceptions préliminaires. Toutes les pièces composant une fenêtre ou une porte recevront un numéro de montage gravé dans le bois, afin d'éviter les erreurs de pose ou d'ajustage.

366. OUVRAGES EN FER. — Nous avons déjà étudié, dans leurs propriétés essentielles et dans leurs applications générales, la plupart des métaux employés dans les constructions. Il nous reste à résumer les recommandations spéciales à l'application de ces mêmes métaux aux bâtiments, en rappelant que nous avons résumé leurs propriétés physiques les plus intéressantes pour le constructeur, notamment les coefficients de dilatation et les chaleurs spécifiques, au chapitre I, § IV, de la deuxième partie.

Fonte. — Ce composé de fer et de carbone, avons-nous vu — chap. II, § II —, se prête à toutes les combinaisons de forme qu'on veut lui donner. Aussi en fait-on un usage fréquent en construction lorsqu'on ne réclame pas de la fonte un effort considérable et que l'on veut obtenir une pièce accompagnée d'ornements. La fonte est utilisée principalement pour les supports isolés, les consoles, balustrades, tuyaux, etc.

Elle résiste mieux que le fer aux actions atmosphériques et aux réactions chimiques des maçonneries.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les conditions de fabrication et de réception se trouvent au chapitre V, § IV, 160 et 161, t. I, et au chapitre VII, § IV, 273, t. II.

Fer. — Depuis quelques années les fers, et surtout les fers profilés, comme les fers à T et les fers cornières, entrent pour une large part dans la construction des bâtiments. La sécurité qu'offre ce métal, à plusieurs points de vue : durée, résistance, incombustibilité, etc., lui fait donner la préférence sur le bois quand la différence de prix entre ces deux matières n'est pas trop considérable.

Mais l'emploi du fer réclame certaines précautions. Ainsi, sous l'influence des variations de température, ce métal subit des contractions et des dilatations très-marquées.

Le fer en contact avec certains mortiers, mais principalement avec le plâtre, s'oxyde rapidement. La matière attaquée augmente de volume et fait éclater la pierre dans laquelle le fer est incrusté. Plus le scellement se trouve profondément engagé dans la maçonnerie, plus le phénomène de décomposition est prononcé. Aussi doit-on éviter le contact du fer et du mortier.

Afin d'éviter cette destruction, lorsqu'on emploie le fer noyé dans la maçonnerie pour chaîner les murs, il faut lui ménager dans la masse une rainure qui le préserve de l'action du mortier. Lorsque le métal est engagé dans la maçonnerie, la peinture ordinaire ne préserve pas le fer. Quand le prix de revient n'est pas excessif, il faut le galvaniser et le sceller au mastic gras ou au plomb.

Pour compléter le chaînage des murs, on a la mauvaise habitude de noyer les ancres dans l'épaisseur des murs. Cette pratique favorise l'oxydation des ancres et par suite fait manquer le but. Il vaut mieux mettre les ancres en dehors des murs, accuser franchement leur destination, et même s'en servir comme motifs de décoration. Ainsi exposés, ils peuvent être visités en tout temps et l'état du chaînage contrôlé.

On a quelquefois critiqué la méthode de construction des planchers formés de poutres en fer garnies de maçonnerie, en se basant sur la différence des coefficients de dilatation des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux matières. Nous croyons que cette critique n'est pas justifiée, car le fer noyé complétement dans le hourdis ne reçoit pas l'impression des différences de température au même degré que s'il est librement exposé aux variations thermométriques.

Nous avons traité assez longuement toutes les questions de fabrication, de réception et d'emploi du fer, dans les chapitres II, V et VII, pour n'avoir pas besoin de nous étendre davantage à ce sujet.

Quant à l'exécution des travaux de bâtiments, nous recommanderons ici, comme pour la charpente en bois, la surveillance du montage et de la pose.

367. PAVAGES INTÉRIEURS. — L'architecte doit attacher un grand intérêt à la confection des sols des locaux fréquentés par le public ou les gens de service. Mal exécutés, les pavages des sols réclament de fréquentes réparations, qui peuvent devenir des causes de gêne et même d'accidents.

Il faut donc choisir pour la confection de ces pavages des matériaux très-résistants, se prêtant aux réparations faciles et promptes, et supportant bien le nettoyage.

Selon les localités, on exécute ces pavages en béton plus ou moins orné, en carrelage, en asphalte ou en bois. Nous avons donné sur ces différentes constructions des détails suffisants pour rendre inutile toute nouvelle explication — chap. II, § II et chap. X, § II, § III —.

368. APPAREILS DE CHAUFFAGE. — Nous avons donné à la question du choix du système de chauffage des développements suffisants pour signaler à l'homme de l'art l'importance du sujet — 340 à 345 —. Son choix arrêté, il aura, en passant à l'exécution, à faire une étude spéciale de chaque cas particulier et tenir compte :

— Du volume des locaux à chauffer ;

— De leur situation dans le bâtiment ;

— Du degré de température à y maintenir ;

— Des moyens à employer pour obtenir une ventilation convenable.

Il se rappellera que le procédé de chauffage le plus avanta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

geux, à tous les points de vue, repose sur une abondante distribution d'air échauffé à une température modérée, préférable de beaucoup à un faible débit d'air élevé à une haute température.

Pour obtenir ce résultat, il faudra :

1° Amener aux appareils de chauffage, par de larges carnaux, l'air extérieur en ayant soin de veiller à ce que la source d'air ne soit pas empoisonnée de miasmes, émanations ou gaz pouvant offenser l'odorat ou la santé ;

2° Réserver dans les cloisons horizontales ou verticales des carnaux de grande section pour la conduite de l'air chaud, ménager des registres pour en opérer une régulière distribution ;

3° Limiter à 15 mètres au maximum la distance horizontale que l'air chaud devra parcourir ;

4° Donner aux carnaux rampants la plus forte inclinaison possible, éviter les coudes brusques et adoucir par des courbes de grand rayon les changements de direction ;

5° Eviter l'emploi des tuyaux à air en fonte ou en fer, et donner la préférence aux matières céramiques.

Cheminées. — La construction des cheminées doit être l'objet de soins tout particuliers ; on évitera l'emploi des tuyaux en métal et même en poterie, qui sont susceptibles de rupture à la suite de tassements dans les murs : on donnera la préférence aux briques façonnées ou à la pierre de taille.

Chaque foyer sera surmonté de son tuyau spécial, de dimensions appropriées au volume d'air à évacuer. Il reposera d'ailleurs sur une petite voûte en briques couvrant l'espace compris entre le mur, le chevêtre et les solives d'enchevêtrure.

Enfin, pour éviter toutes chances d'incendie, on établira les projets de planchers et de combles en bois, de façon que toute pièce de bois se trouve éloignée d'au moins $0^m,15$ de tout tuyau de cheminée et *à fortiori* de tout foyer.

Le couronnement de chaque cheminée devra être muni d'un appareil qui empêche la pluie et la neige de tomber dans le tuyau et qui mette le tirage du foyer à l'abri des changements de direction du vent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

369. Toiture. — Les matériaux constituant la charpente des combles sont le bois et le fer. Nous n'avons plus à en parler.

Inclinaison.—On donne aux toitures une inclinaison appropriée à la nature des matériaux employés et au climat de la localité. Quel que soit d'ailleurs le système appliqué, il ne faut pas omettre, surtout pour les halles ouvertes et exposées à l'action du vent, de garnir la face inférieure de la couverture au moyen d'un plafonnage en planches, en plâtre ou en mortier, afin de garantir le toit contre le soulèvement par les bourrasques.

370. Couverture.—Les matériaux employés dans la couverture sont : les tuiles, les ardoises, la tôle de fer, le zinc, le plomb et le cuivre.

Les poids comparatifs du mètre carré des diverses couvertures sont généralement compris dans les limites suivantes :

Toiture en tuiles plates.....	80ᵏ à 82ᵏ
— — à emboîtement.....	31 — 41
— ardoises.....	17 — 20
— fer ou cuivre	10 — 12
— zinc.....	7 — 9

Tuiles. — Les tuiles plates, creuses ou à rainures, doivent être fabriquées avec de l'argile aussi pure que possible, c'est-à-dire exempte de chaux, de pierres et de matières fusibles ou délitables. Le travail de trituration, de compression et la cuisson demandent des soins particuliers. On exige des bonnes tuiles une surface lisse, une teinte uniforme, et au choc un son clair. On refusera celles dont la cassure se présenterait sous une structure feuilletée, ou qui, après quelque temps d'emploi, se couvriraient de mousse ou de teinte verte.

L'inclinaison minima à donner aux toits en tuiles plates correspond à 2 de hauteur sur 3 de base, soit 0;66; autrement dit, pour une toiture à deux versants égaux, la hauteur du comble est le tiers de la profondeur. Les couvertures qui présentent une inclinaison moindre sont sujettes à de très-fréquentes réparations, principalement sur les bâtiments isolés, exposés aux coups de vent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La couverture en tuiles emboîtées ou en ardoises est préférable à la précédente, parce qu'elle exige une charpente de dimensions moindres, une inclinaison qui peut varier sans inconvénient entre 0,40 et 0,66, c'est-à-dire que la hauteur du comble peut n'être que le $\frac{1}{5}$ de la profondeur du bâtiment; enfin parce que les frais d'entretien sont de beaucoup inférieurs à ceux de la couverture en tuiles plates.

Sur plusieurs chemins français, on préfère, à juste titre, aux meilleures ardoises les tuiles à emboîtement bien fabriquées, et dont le prix, à Paris, ne dépasse pas 3 fr. 50 le mètre carré.

Ardoises. — Ce sont des fragments de schiste lamelleux provenant généralement des terrains de transition. On choisira les ardoises de qualité supérieure, c'est-à-dire celles qui sont fines, dures, d'un grain uniforme, et absolument indélayables. On rencontre quelquefois des ardoises épaisses, lourdes, qui se couvrent rapidement de mousse et de taches de rouille, se délitent et demandent un prompt remplacement. Malgré leur faible prix, ces matériaux sont à rejeter, car ils se détériorent rapidement.

En France, les ardoises d'Angers (Maine-et-Loire), de Fumay (Ardennes); en Angleterre, celles de Festiniog près Port-Madoc, Caernarvonshire (Northwales) sont les plus estimées.

On trouve encore des schistes ardoisiers en Bretagne, dans le Luxembourg belge, en Maurienne, sur la rivière de Gênes, en Tarentaise, dans l'Eifel, à Meschède en Westphalie, au Hartz, dans la Guadalajara en Espagne, en Moravie, en Silésie, en Suède, en Russie dans le pays des Cosaques du Don, district de Miousk, etc.

Quand les toitures sont exposées aux coups de vent par soulèvement, comme celles des halles ouvertes, on place les ardoises sur un voligeage jointif de $0^m,025$ à $0^m,027$ d'épaisseur, en ayant soin de ne pas donner aux voliges plus de $0^m,25$ à $0^m,28$ de largeur, afin de diminuer les effets du rétrécissement et du gauchissement.

Lorsqu'elles recouvrent des locaux fermés, dans lesquels le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vent ne peut pas s'engouffrer, les ardoises reposent sans inconvénient sur des lattes à vive arête, de $0^m,070$ sur $0^m,035$. Cette dernière disposition, plus économique que la précédente, permet en outre de mastiquer les joints par-dessous avec du ciment ou du mortier, de visiter facilement la toiture, et d'en reconnaître les points défectueux.

Les ardoises se recouvrent généralement sur $0^m,07$ à $0^m,12$ de largeur.

Quant aux dimensions, les ardoises de $0^m,300$ à $0^m,457$ offrent le plus de garantie en ce qu'elles sont moins fatiguées par les mouvements du voligeage et l'action du vent.

Les ardoises anglaises se débitent généralement en deux catégories :

Les grandes ont $0^m,609$ (24″) de longueur sur $0^m,355$ (14″) de largeur ;

Et les petites, $0^m,457$ (18″) sur $0^m,228$ (9″).

Celles des carrières de France se présentent sous quatre modèles :

	Longueur.	Largeur.	Epaisseur.	Poids du mille.	Nombre au m. q.	Poids du m. q.
Modèle anglais.	640mm	360mm	5mm	»	»	30 à 35k
Grande carrée.	300	217	3,5	612	46	29
Moyenne.....	271	189	3	485	»	»
Carlelette	217	162	2,5	284	85	24

Couvertures métalliques. — On se sert souvent, pour couvrir certains édifices à toit aplati, de cuivre, fer, tôle, plomb ou zinc. Dans tous les cas, le métal employé devra être de toute première qualité, tenace et flexible. Toute feuille présentant des pailles, fentes ou crevasses, devra être rigoureusement refusée. On s'assure par des mesurages et des pesées directes, des dimensions réelles des feuilles amenées sur le chantier.

Les voliges généralement employées sont en peuplier, de 2 mètres de longueur sur $0^m,015$ d'épaisseur et $0^m,15$ de largeur en moyenne.

Dans les locaux où l'on n'a pas à craindre les vapeurs et émanations corrosives, on pose les voliges horizontalement, à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

distance de $0^m,015$ l'une de l'autre, en les fixant sur les chevrons par des clous à *tête plate*.

Mais dans les halles où circulent les locomotives, dans les ateliers, les cabinets d'aisances, etc., là où les vapeurs attaqueraient le métal, on volige à *recouvrement* et en *diagonale*, pour faciliter les mouvements du bois.

On a essayé plusieurs systèmes de joints, dits *à rouleaux*, *à coulisseaux*, *à agrafe*, etc. Aucun de ces systèmes ne vaut celui dit *à tasseaux*, représenté par la figure 519; il laisse toute facilité aux mouvements que subit le métal sous l'influence de la température, sans que la pluie trouve une fissure amenant quelque infiltration dans l'intérieur.

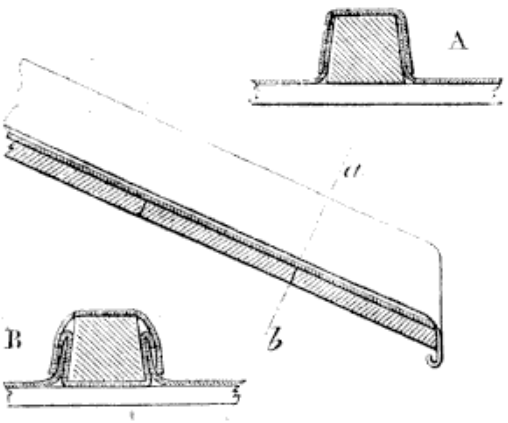


Fig. 519. Couverture en zinc; joints à tasseaux.

La section A indique la disposition courante du tasseau en bois et du couvre-joint.

La section B représente en coupe l'une des pattes en zinc fort qui, espacées de mètre en mètre, clouées sur le toit en même temps que le tasseau et repliées en agrafe, maintiennent les feuilles de zinc recourbées le long du tasseau.

Le zinc *cannelé* s'applique aussi à la couverture des édifices. — Sous cette forme, il permet la suppression des chevrons; mais les raccords des feuilles sont difficiles à exécuter. Celles qui présentent le plus de commodité à l'emploi sont les feuilles ayant neuf cannelures pour $0^m,80$ de largeur, du poids de 7 kilogrammes par mètre carré.

Ces feuilles se recouvrent de $0^m,12$ dans la partie supérieure et de la largeur d'une cannelure dans le sens de la pente du toit.

On peut voir, dans les tableaux ci-contre, les numéros, dimensions et poids des feuilles de zinc employées le plus généralement pour les travaux de couverture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les numéros 12 et 13 sont employés pour fabriquer certains objets d'usage journalier, et pour exécuter : les descentes d'eau dans les petites constructions, les couvertures de hangars ou ateliers provisoires, les recouvrements de saillies, corniches, etc.

Le numéro 14 est spécial aux toitures ; c'est celui qui doit être appliqué le plus généralement.

Les numéros 15 et 16 en grande dimension sont employés pour couvertures de monuments, chéneaux, réservoirs.

DÉSIGNATION.	DIMENSIONS DES FEUILLES.			Anciennes dimensions.
	Longueur.	Largeur.	Surface.	
	m.	m.	m²	
A	2,00	0,50	1,00	18/72
B	2,00	0,65	1,30	24/72
C	2,00	0,80	1,60	30/72

Numéros	ÉPAISSEUR des FEUILLES.	POIDS du MÈTRE CARRÉ.	POIDS DES FEUILLES.		
			A.	B.	C.
	mm.	k.	k.	k.	k.
12	0,69	4,65	4,65	6,10	7,50
13	0,78	5,30	5,30	6,90	8,50
14	0,87	5,95	5,95	7,70	9,50
15	0,96	6,55	6,55	8,55	10,50
16	1,10	7,50	7,50	9,75	12,00

Le fer et le cuivre sont peints à l'huile, le premier à deux couches, le second à une couche seulement avant l'emploi.

L'application de ces couches et du vernis sera telle que la flexion des feuilles métalliques, jusqu'au doublement, ne produira point d'écailles sur la peinture.

On fait aussi des toitures en feutre qui s'appliquent avec avantage aux constructions provisoires. L'inclinaison du toit peut être de 0,10 à 0,20. — Le voligeage étant fait, on étend soigneusement le feutre soit en long, soit en large, les lisières se recouvrant de $0^m,05$ au moins. — Il se fixe sur le bois par des clous distants de $0^m,03$ à $0^m,04$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les gouttières se font en deux feuilles de feutre superposées et cimentées par l'enduit.

Le feutre étant cloué, le toit entier reçoit une couche de goudron de gaz mélangé de chaux par moitié, appliquée à chaud avec une brosse et saupoudrée de gros sable.

Cette couche doit être renouvelée tous les deux à cinq ans, selon le climat.—Quand on pose le feutre, ou qu'on le recouvre de la couche protectrice, il est indispensable que l'opération se fasse par un temps sec et que le feutre ne soit pas humide.

Le feutre se trouve en fabrique, sous forme de rouleaux de $0^m,80$ de large sur 25 mètres de longueur, au prix de 1 fr. 10 le mètre courant.

On trouve aussi dans le commerce un produit analogue, vendu sous le nom de *carton-cuir*, qui se livre en rouleaux de $0^m,70$ de largeur sur 12 mètres de longueur, au prix de $0^f,70$ le mètre de longueur. On l'applique par bandes horizontales se recouvrant de $0^m,07$ à $0^m,08$, en le fixant à l'aide de clous à tête et de tringles descendant suivant la pente du toit à $0^m,40$ les unes des autres.

Ce genre de toiture est très-économique, mais il réclame beaucoup de soins lors de la construction, et de fréquents travaux d'entretien, surtout pour combattre l'action du vent, qui tend à soulever les bandes et à les arracher.

Les convertures achevées, il faut en vérifier très-scrupuleusement l'exécution, et n'en faire la réception que lorsqu'on a constaté le parfait accomplissement de toutes les clauses du contrat et l'observation de toutes les règles de l'art. C'est à ce prix seulement, que tout édifice peut être conservé en bon état.

Paratonnerres. — Il est prudent d'établir un paratonnerre sur tout bâtiment important situé dans une localité élevée, et qui n'est pas protégé par de grands arbres.

Voici le mode de construction de cet appareil : la *tige*, en fer rond ou carré, est amincie depuis la base dont la dimension est donnée par la formule $0^m,045 + 0,002\ h$, jusqu'au som-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

met que l'on termine par une pointe de $0^m,05$ de long en fer solidement doré ou en cuivre rouge, ou en argent, et non en platine, soudée dans une olive en fer fixée à la barre. A $0^m,08$ du toit, on fixe sur la tige une embase métallique destinée à rejeter l'eau de pluie. — La tige est attachée au faîtage ou à l'une des fermes, autant que possible, au moyen d'un prolongement qui lui donne de la stabilité.

Le *conducteur* met la tige en communication avec le sol. — Il se compose soit d'une série de barres assemblées, soit d'une corde métallique en fer de $0^m,02$ ou en cuivre de $0^m,01$ de diamètre, attachée par un collier au-dessus ou pénétrant dans un trou pratiqué en dessous de l'embase de la tige et se rendant dans un puits ou un trou creusé à une profondeur suffisante pour rencontrer une couche constamment humide. — Dans son parcours, le conducteur est soutenu tous les 2 mètres par des crampons à fourche, ou des anneaux qui le maintiennent à $0^m,12$ ou $0^m,15$ de l'édifice. — Pour conserver le métal enfoui dans la terre, on l'entoure de braise de boulanger, corps bon conducteur de l'électricité.

L'expérience semble indiquer qu'une tige de paratonnerre protége efficacement contre la foudre un cercle décrit par un rayon double de sa hauteur; mais on préfère deux paratonnerres de hauteur moyenne à un seul paratonnerre de grande hauteur.

371. Ecoulement des eaux. — La conservation des bâtiments dépend en très-grande partie des soins apportés à la construction de la couverture. L'écoulement des eaux constitue la plus importante des questions qui s'y rattachent; les chéneaux et les conduites demandent donc une étude toute spéciale.

Il faut se débarrasser des eaux le plus rapidement possible et par le chemin le plus direct, mais en même temps ne pas chercher à atteindre ce but par des moyens vicieux. Aussi on évitera l'emploi de tuyaux de descente recoupant brutalement les corniches et bandeaux des façades, ce qui produit un effet fâcheux. Encore bien moins noiera-t-on ces tuyaux dans l'épaisseur des murs, où, par l'effet des tassements et des fuites, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eaux cherchant une issue filtrent à travers les maçonneries et ne décèlent leur présence que par l'humidité qui envahit les murs et les planchers. On doit, en élaborant le projet de construction, se préoccuper dès le commencement des moyens d'écoulement à fournir aux eaux, et les disposer de manière que la visite ou les réparations soient toujours possibles sans trouble pour l'intérieur de l'habitation.

Quand on n'emploie pas les tuyaux de descente pour l'écoulement des eaux, il faut se servir de gargouilles ayant une saillie très-prononcée et qui rejettent les eaux loin du pied du bâtiment, dont le pourtour doit absolument être protégé par une aire dallée, pavée ou bitumée.

Les chéneaux et les noues qui servent d'égout aux versants doivent avoir une pente minima de $0^{m},01$ par mètre. La longueur du chéneau sera donc partagée en une série de pentes et contre-pentes qui déverseront leurs eaux dans des cuvettes surmontant les tuyaux de descente qu'il est prudent de faire en fonte, en leur donnant un diamètre assez grand pour déverser toutes les eaux qui pourraient provenir d'un dégel subit.

Ces tuyaux, assemblés à emboîtement, ont 1 mètre à $1^{m},05$ de longueur. Ils présentent les diamètres et poids suivants :

Diamètre intérieur.	Poids.
27^{mm}	4^{k} à $4^{k},50$
54	5 — 7 ,00
81	9 — 10 ,00
108	13 — 14 ,00
135	16 — 18 ,00
162	20 — 24 ,00

Ce sont également les dimensions généralement appliquées aux tuyaux de conduite des réservoirs et colonnes alimentaires du service des locomotives.

372. PEINTURE ET VITRERIE. — *Peinture.* — Toutes les pièces métalliques ou autres engagées dans la maçonnerie seront recouvertes d'une couche d'impression avant la pose. Les parties

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

visibles des boiseries sont peintes à trois couches au ton convenable.

Nous ajouterons quelques mots aux renseignements que nous avons donnés sur ce sujet — 57 —, t. I, pour rappeler aux ingénieurs que le choix des matières a une importance très-grande sur la durée des peintures.

La céruse et le blanc de zinc, qui constituent la base de la majorité des couleurs employées dans les bâtiments, sont l'objet de fraudes très-préjudiciables à la qualité du travail.

La falsification de la céruse se fait généralement avec la craie, le sulfate de plomb, le plâtre et surtout avec le sulfate de baryte ou spath pesant. Les proportions de cette dernière matière que l'on rencontre souvent dans le commerce sont indiquées dans le tableau suivant :

Dans les céruses surfines		16 %
—	N^os 1	30
—	2	40
—	3	de 50 à 60

On reconnaît facilement le mélange en attaquant la matière calcinée par l'acide azotique étendu de 2 à 3 parties d'eau distillée. S'il se produit une effervescence, on est averti que la couleur contient de la craie ; si la liqueur laisse un dépôt, il y a indice de la falsification.

Le sulfate de chaux se trouve en calcinant la céruse dans un creuset avec de l'huile et de la résine. Le culot de plomb qui se forme est recouvert d'une poudre blanche qui provient du plâtre.

Le blanc de zinc se falsifie également avec la céruse, la craie, le plâtre et le sulfate de baryte. Pour le reconnaître, on fait calciner la couleur et l'on en dissout le produit dans l'eau à laquelle on ajoute une petite proportion d'acide sulfurique. Le blanc de zinc pur se dissout totalement, et donne une liqueur parfaitement limpide. Le sulfate de baryte laisse un dépôt.

S'il y a falsification par la craie ou le sulfate de chaux, elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se reconnaît en traitant la solution dans l'acide nitrique par l'acide oxalique ou par le nitrate de baryte qui donnent des dépôts blancs.

En outre, si le blanc de zinc est mélangé de céruse, on décèle la présence du sel de plomb en versant du sulfhydrate d'ammoniaque dans la liqueur, qui vire au noir.

Les peintures au blanc de zinc conservent leur ton beaucoup plus longtemps que celles au blanc de plomb. On devra donc de préférence employer les premières, principalement dans les locaux exposés aux émanations.

La qualité de l'huile et des siccatifs employés a également une grande influence sur la durée des ouvrages de peinture. L'ingénieur devra donc porter son attention sur la provenance des matières entrant dans la composition des teintes employées.

Vitrerie. — Pour garnir les baies destinées à donner la lumière, on choisit des vitres ordinaires bien recuites, unies, sans *gauche*, exemptes de bulles ou de stries. Pour les parties verticales, on emploie le verre simple, en feuilles de $0^m,002$ d'épaisseur. Pour les parties inclinées et exposées au vent et à la grêle, on prend du verre double. Afin d'éviter l'action du soleil dans le local abrité par ces vitrages, on donne à la surface des verres un cannelage qui renvoie à l'extérieur une partie des rayons de chaleur. Dans les grandes halles, on emploie généralement des plaques de verre coulé sur des tables en fonte disposées à cet effet. L'épaisseur de ces plaques peut varier de $0^m,0035$ à $0^m,005$. On a soin de placer les vitres à bain de mortier assez épais et de laisser un jeu suffisant pour que le verre ne soit pas trop serré dans son encadrement.

Afin d'éviter une perte dans l'emploi des vitres ou un surcroît de prix, on fait bien de régler les dimensions des carreaux des baies d'après celles des feuilles que l'on trouve dans le commerce, et qui sont données en centimètres par la série suivante : $\frac{69 \text{ et } 75}{54}, \frac{81}{51}, \frac{84}{48}, \frac{90}{45}, \frac{96}{42}, \frac{}{39}$; aux prix de 4, 8 et 10 francs le mètre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carré, selon la position du vitrage, le *choix* du verre et son épaisseur.

Les verres de fabrication spéciale, rayés ou à losanges, de $0^m,0035$ d'épaisseur, employés pour vitrage et couvertures de gares, halles, etc., ont ordinairement les dimensions suivantes : $\frac{101}{77}$, $\frac{126}{76}$, $\frac{126}{50}$, $\frac{177}{50}$ aux prix de 8 à 10 francs le mètre carré pour verre rayé, et de 11 à 15 francs le mètre carré pour verre à losanges ; ils sont expédiés en caisses contenant environ 12 mètres carrés.

Enfin le verre cannelé se fabrique couramment aux dimensions de $\frac{108}{81}$, et se paye 5 fr. 25 ou 6 fr. 50 le mètre carré, suivant que son épaisseur est de $0^m,002$ ou $0^m,003$.

373. ENTRETIEN DES BATIMENTS. — La durée d'un bâtiment bien construit et l'importance des frais d'entretien dépendent des soins apportés aux réparations courantes, et qui peuvent se résumer ainsi :

— Donner un écoulement continu aux eaux du sol et du sous-sol en contact avec le bâtiment, afin de le préserver de l'humidité.

— Prendre les mêmes précautions pour les cours et voies d'accès.

— Débarrasser les toits de la neige trop abondante ; en hiver, nettoyer les noues, chéneaux, tuyaux et conduites d'eau qui pourraient être obstrués par la gelée ou toute autre cause.

— Réparer ou remplacer sans retard toute pièce avariée, afin d'empêcher l'effet du mauvais état de cette pièce sur le reste de l'édifice, effet qui pourrait arriver à compromettre l'usage du bâtiment ou la sécurité des personnes.

— A l'extérieur, renouveler les peintures dès que les anciennes couches commencent à s'écailler. Avant d'appliquer la nouvelle peinture, on doit enlever presque entièrement l'ancienne par un lavage à la lessive ou à *l'eau seconde*. Cette opération, qui se fait tous les trois ou quatre ans environ, sera combinée de manière à ne pas gêner le service. En entrete-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nant convenablement les peintures sur les bois apparents, on peut conserver ces derniers pendant de longues années en parfait état.

— A l'intérieur, et surtout dans les parties fréquentées par le public, entretenir constamment les surfaces visibles dans un grand état de propreté.

— Renouveler tous les ans les surfaces simplement enduites de peinture à la colle, lorsqu'elles font partie de locaux très-fréquentés par le personnel de service, tels que : lampisterie, corps de garde, magasins, etc.

— Entretenir en parfait état le sol de tous les locaux fréquentés soit par le public, soit par les hommes de service, de manière à empêcher les accidents ou les embarras qui pourraient se produire à la suite d'entraves apportées à la circulation par des trous ou solution de continuité. Il faut donc avoir en réserve quelques matériaux nécessaires à ces réparations, tels que : des carreaux en poterie ou en pierre, des lames de parquet en chêne ou en sapin, de l'asphalte, etc.

— Donner une attention toute spéciale aux serrures et ferrements des parties mobiles, et dès qu'une pièce, quelle qu'elle soit, vient à faire défaut, y porter remède immédiatement pour que l'avarie ne s'aggrave pas. Il faut toujours avoir, à cet effet, quelques serrures et ferrements en approvisionnement.

— Effectuer d'une manière régulière et périodique le ramonage des cheminées, afin de conserver aux foyers un tirage convenable et de préserver les bâtiments contre les chances d'incendies.

— Nettoyer souvent les vitrages qui donnent la lumière à l'intérieur des bâtiments. S'il y a des taches de peinture, on les enlève à *l'eau seconde* ou avec une spatule en bois et on achève avec une bouillie de blanc d'Espagne. Les autres taches s'enlèvent en frottant le verre avec du blanc de craie délayé dans l'eau et en essuyant avant la dessiccation du blanc. On conserve toujours en magasin des vitres aux dimensions.

— Maintenir constamment dans le plus parfait état de propreté les water-closet et les urinoirs. A cet effet, les fosses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'aisances seront vidées à des époques bien réglées, et les urinoirs largement pourvus d'eau courante. Lorsque les installations de la gare ne permettront pas d'y appliquer ce mode de nettoyage, les urinoirs et water-closet seront lavés et balayés plusieurs fois par jour, notamment avant et après le passage des trains — 346, 347 —.

Nous avons parlé précédemment — chap. I, t. I — de la construction des égouts dans les stations. Les tuyaux qui conduisent les eaux dans ces collecteurs doivent être soigneusement surveillés, et ces collecteurs eux-mêmes périodiquement nettoyés et débarrassés de toutes les matières qui pourraient mettre obstacle à l'écoulement des eaux.

Nous renvoyons également aux détails que nous avons donnés sur l'entretien des charpentes en bois, des maçonneries, des pavages, des cours et voies d'accès et des plantations, notamment des plantations d'ornement, qui réclament des soins tout particuliers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XI.

ORGANISATION DU SERVICE DE LA VOIE.

374. Division du service. — Le personnel subordonné à l'ingénieur en chef du service de la voie forme généralement quatre subdivisions : — 1° *Travaux et surveillance ;* — 2° *Etudes techniques ;* — 3° *Comptabilité ;* — 4° *Affaires générales.*

Dans la première se groupent les agents chargés des travaux de construction, de l'entretien et du maintien des règlements de police.

Les attributions du personnel de la deuxième subdivision comprennent toutes les opérations concernant la rédaction des projets, les recherches relatives à la construction, à l'amélioration et au renouvellement du chemin.

A la troisième est confié le soin de rendre compte du mouvement des matières et des fonds.

Enfin la quatrième subdivision centralise tous les rapports de la Direction du service avec le personnel sous ses ordres, toutes les relations que la Direction entretient avec les autres services, avec les constructeurs ou fournisseurs et avec les riverains.

§ I.

TRAVAUX ET SURVEILLANCE.

375. Attributions. — Le chemin de fer établi et livré à l'exploitation, les fonctions normales du personnel chargé de l'entretien et de la surveillance peuvent se définir ainsi :

— Entretenir l'infrastructure, la voie et toutes les dépendances du chemin ;

— Assurer aux trains la libre circulation ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Appliquer les règlements de police ;

— Conserver le domaine du chemin de fer.

Quant aux travaux d'agrandissement ou d'extension, on peut sans inconvénient les confier au même personnel complété au besoin par l'adjonction de quelques agents temporaires.

Indépendamment des soins exigés par l'entretien courant, il faut, surtout pour une ligne nouvellement ouverte à l'exploitation, se prémunir contre deux genres de difficultés spéciales :

1° Interruption subite de la voie résultant : de tassements anormaux ; d'effondrements provoqués par les gelées, les dégels et par les inondations ; de ruptures inopinées ; de dégâts imprévus ; d'incendie, etc.

2° Insubordination des populations riveraines et infractions contre les règlements de police du chemin de fer.

Préoccupées à juste titre des dangers qui menacent sans cesse les trains en marche, et afin de parer aux nécessités créées par ces éventualités, la plupart des administrations ont mis leurs lignes en exploitation en installant un double personnel : d'une part, personnel ayant à effectuer les *travaux d'entretien* proprement dits ; d'autre part, personnel spécial chargé de la *police* et de la *surveillance* de la ligne ; ce double personnel fonctionnant d'ailleurs sous les ordres d'un seul et même état-major de chefs-gardes, de chefs-poseurs, piqueurs, chefs de section et ingénieurs.

Comme cette organisation existe encore sur certaines lignes importantes, il est utile de l'étudier.

Personnel de l'entretien. — La ligne est divisée en *cantons* dont l'étendue varie selon les circonstances et les localités. Comme limites, on peut compter un homme pour 900 à 1500 mètres de voie simple selon les conditions de trafic et de pentes, les lignes à voie unique employant, en général, les $\frac{2}{3}$ du nombre d'hommes nécessaires aux lignes à deux voies.

Chaque canton est confié à un groupe d'ouvriers : *Equipe de poseurs*, *brigade de cantonniers*, *atelier de piocheurs*, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le service de ces ouvriers consiste à :

— Nettoyer, affermir et redresser les voies ;

— Remplacer les rails, les supports et les attaches avariés ;

— Curer les fossés, rigoles et aqueducs ;

— Entretenir les talus, plantations, routes et chemins d'accès ;

— Exécuter, en un mot, tous les travaux nécessaires au maintien en parfait état du chemin de fer et de ses dépendances.

Pour effectuer ces travaux, ces ouvriers doivent se conformer rigoureusement aux prescriptions réglementaires et techniques traitées dans les chapitres précédents et suivre rigoureusement celles qui nous restent à indiquer dans le présent chapitre, savoir :

— Instructions sur la manière de procéder aux divers travaux ;

— Emploi des signaux ;

— Secours aux trains en détresse ;

— Concours dans l'exercice de la police du chemin de fer.

Chaque matin, les chefs d'équipe, après avoir mis leurs hommes à l'œuvre, font une tournée complète sur tout leur canton, l'examinent avec soin et marquent les parties à réparer dans la journée. Le soir, avant de quitter la ligne, ils font une seconde tournée à l'effet de s'assurer que tout est en état pour la nuit et qu'il n'y a aucune mesure particulière à prendre dans l'intérêt de la marche des trains jusqu'au lendemain.

Personnel de la surveillance. — La surveillance et la police sont exercées par des *gardes-voie*, *gardes-ligne*, *gardes-barrières*, dont la mission, pour une certaine longueur variable selon les circonstances et la localité, comprend les obligations suivantes :

— Parcourir incessamment la ligne dans toute l'étendue du *triage* assigné à chaque garde et réparer les légères avaries de la voie ;

— Enlever de la voie tout ce qui pourrait entraver la marche des trains ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Donner ou transmettre les signaux;

— Ouvrir et fermer les barrières des passages à niveau;

— Empêcher le stationnement ou la circulation dans l'enceinte du chemin de fer, des personnes non autorisées ou des animaux mal gardés.

Les gardes sont assermentés et dressent procès-verbal des délits et contraventions qu'ils constatent. Ils requièrent au besoin le concours des cantonniers dans tous les cas où il faut assistance.

Ce résumé démontre que le partage des attributions de surveillance, sauf la question du gardiennage des barrières, sur laquelle nous allons revenir, produit, en quelque sorte, un double emploi. Cet état de choses peut même amener un résultat fâcheux en ce que les mêmes obligations, incombant à deux catégories d'agents chargés d'attributions en apparence différentes, mais qui en définitive rentrent les unes dans les autres, peuvent n'être remplies convenablement par aucune d'elles. La responsabilité ainsi partagée disparaît.

Aussi quelques-unes des plus anciennes compagnies de chemins de fer, trouvant dans cette organisation un excès de précaution plus nuisible qu'utile et espérant ne rien sacrifier des conditions de sécurité, groupent en une seule catégorie le personnel attaché à la voie, laissant toute la responsabilité du service dans un canton ou triage à l'équipe ou atelier chargé de l'entretien de la voie, et réalisent par cette disposition une très-notable réduction sur les frais d'exploitation.

Le service s'organise alors de la manière suivante:

— La manœuvre des barrières de passages à niveau très-fréquentés est faite de jour et de nuit par des gardes-poseurs logés dans la maison établie à proximité et qui n'ont la surveillance que des abords de leur passage, sans cantonnement;

— La manœuvre des barrières des passages à niveau moins importants est confiée le jour à des femmes de poseurs, et la nuit, pendant le temps que dure la circulation des trains, au mari et à sa femme s'il y a une maison à proximité du passage,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou à un garde-poseur détaché d'une équipe voisine dans le cas contraire ;

— Le jour la surveillance est exercée dans chaque canton par le chef d'équipe, dont les tournées sont multipliées, ou par l'un des ouvriers qu'il a spécialement désigné pour cela et sous sa responsabilité.

— Le même service est fait de nuit par des gardes-poseurs provenant des équipes et dont les cantons, en raison de ce qu'ils n'ont point à s'occuper de la garde des barrières, varient de 4 à 5 kilomètres ; ces derniers agents, au nombre de deux par poste, alternent entre eux hebdomadairement.

Sur certaines lignes où le service de jour est organisé comme dans le cas précédent, il n'y a pas de gardes de nuit, mais seulement une surveillance générale.

En Allemagne enfin, sur quelques lignes où la circulation est très-peu active, on a quelquefois divisé la partie de la ligne confiée au piqueur en petits cantons surveillés et entretenus par un seul garde. L'étendue de chaque canton varie suivant l'importance des travaux à effectuer et la fréquentation des passages à niveau ; elle est en moyenne de 1 kilomètre. Les gardes se réunissent en équipes lorsque se présentent sur un canton des travaux qu'un seul homme ne peut exécuter, tels qu'un relevage en grand, un ballastage, une grande réparation, etc.

Ce dernier système fait exception. Le troisième suffit pour le service de jour, mais sur les lignes à grand trafic il est trop réduit pour la nuit. Le second nous semble préférable aux deux autres, en ce qu'il permet de diminuer notablement le personnel des gardes, sans compromettre la sécurité.

Le premier système peut d'ailleurs s'appliquer aux lignes nouvelles et faire place au second lorsque les populations se sont familiarisées avec les exigences de l'exploitation.

376. Exemples d'organisation. — Le classement des divers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

agents du service de l'entretien et de la surveillance de la ligne est à peu près le même sur tous les chemins, mais l'importance du nombre des agents varie, comme le montrent les exemples suivants, d'après la fréquence des trains :

NORD. — L'*ingénieur en chef* pour l'entretien, la surveillance et les travaux neufs sur tout le réseau a sous sa direction :

— Les *ingénieurs ordinaires* pour l'entretien et la surveillance des lignes en exploitation ;

— Les ingénieurs ordinaires pour les lignes en construction.

L'*ingénieur ordinaire* pour l'entretien et la surveillance a sous ses ordres des *chefs de section*.

Chaque *section*, d'une longueur moyenne de 200 kilomètres, est divisée en quatre *arrondissements* d'environ 50 kilomètres de longueur.

A la tête de chaque arrondissement se trouve un *conducteur*.

Les arrondissements se partagent en subdivisions de 15 à 18 kilomètres, dont l'entretien et la surveillance sont confiés à un *piqueur*.

Enfin, au-dessous du piqueur, viennent les *cantonniers* et les *gardes*.

Les cantonniers sont répartis par brigades de quatre à cinq hommes, dont un chef cantonnier, chargés de l'entretien de 4 kilomètres de voie.

Les gardes préposés à la surveillance de jour et de nuit comprennent les *gardes-ligne* et les *gardes-barrières*. Pendant le jour ce sont des femmes, en général, qui surveillent les passages à niveau et manœuvrent les barrières.

Le service de nuit est entièrement confié à des hommes, sous l'inspection d'un seul *surveillant* pour chaque arrondissement.

PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE. — L'*ingénieur en chef* dirige le service de l'entretien et de la surveillance de toutes les lignes en exploitation.

L'*ingénieur* est chargé des lignes ou parties de lignes comprises dans un *arrondissement ;*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le *chef de section*, d'une partie d'arrondissement ou *section*.

Viennent ensuite :

1° Pour la surveillance :

Le *piqueur de jour*, dont le service s'étend sur une partie de section appelée *subdivision ;*

Le *piqueur de nuit :* mêmes fonctions ; il y en a généralement un par section, dans les parties où le service de nuit est organisé ;

Le *piqueur sans subdivision :* il y en a généralement un par section. Il remplace les piqueurs de jour et de nuit malades ou en congé, et tient les écritures du chef de section ;

Les *gardes-ligne* de jour et de nuit ;

Les *gardes-barrières* de jour et de nuit ;

Les *gardes auxiliaires ;*

Les *gardes-barrières femmes.*

2° Pour l'entretien :

Le *chef-poseur :* un par section, ordinairement sous les ordres du chef de section ;

Les *brigadiers-poseurs*, chargés de maintenir les voies en bon état dans l'étendue d'un canton ;

Les *ouvriers-poseurs* sous les ordres des brigadiers ; dans les parties où les gardes-ligne n'existent pas, les poseurs en font le service.

Ajoutons encore différents ouvriers, tels que : serrurier, forgeron, frappeur, charpentier, menuisier, plaqueur, balayeur, etc.

Ouest. — Le service de la voie est confié à l'*ingénieur chef du service de l'entretien et de la surveillance.*

La ligne comprend plusieurs *divisions* de 350 à 400 kilomètres environ, à la tête de chacune desquelles se trouve un *ingénieur chef de division* [1].

La division est partagée en *sections* de 60 à 80 kilomètres,

[1] Il a sous ses ordres immédiats un bureau composé de la manière suivante : un chef de bureau, un régisseur, un comptable, un piqueur, deux dessinateurs, un garçon de bureau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont le personnel comprend un *conducteur chef de section,* son comptable ou garde-magasin et un *piqueur de nuit*, chargé de surveiller le service de nuit dans toute l'étendue de la section. Sous les ordres directs du conducteur : une *équipe volante* composée d'un chef d'équipe, un menuisier, un charpentier, un ajusteur et un forgeron. Cette équipe est affectée aux petits travaux d'entretien qui ne demandent pas le concours d'un entrepreneur.

La section se subdivise en *districts* de 15 à 20 kilomètres, ayant chacun à leur tête un *piqueur de jour*.

Le district comprend un certain nombre de *cantons* de 3 à 4 kilomètres de longueur.

Un *chef d'équipe* avec trois *poseurs* à poste fixe entretient un canton.

Il n'y a point de *gardes-ligne* proprement dits. Le service de gardiennage de la voie est fait le jour par les poseurs. La voie n'est gardée la nuit que par les *surveillants*, qui inspectent une longueur de ligne d'environ 10 kilomètres, soit 20 kilomètres de parcours. — Le surveillant doit s'assurer pendant son trajet que tout est en ordre sur la ligne ; régler l'espacement des trains ; recueillir les objets tombés sur la voie ; découvrir les ruptures de rails ; déjouer les tentatives de malveillance, etc. — Mais ce service laisse à désirer ; il est dangereux pour les surveillants, fréquemment heurtés par des trains inattendus. On se propose de supprimer ces employés et de les remplacer par un certain nombre de gardes spéciaux installés à poste fixe entre les stations trop espacées, points où la surveillance de nuit est confiée au personnel de l'exploitation.

Les barrières sont desservies généralement par les femmes de poseurs logés aux passages à niveau. Il n'y a d'exception que sur certains points importants tels que passages très-fréquentés, tunnels, points dangereux, qui sont confiés à des *gardes spéciaux* chargés en même temps de la manœuvre des barrières voisines.

La surveillance générale est exercée dans chaque section par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le *piqueur de nuit*, qui effectue partie de son parcours dans les trains, partie à pied.

Est. — L'ingénieur en chef de la voie *directeur des travaux* a sous ses ordres : des *ingénieurs en chef* et *ordinaires* pour le service de la construction, des *ingénieurs principaux* chargés chacun de l'entretien et de la surveillance d'une *division* de 400 kilomètres en moyenne.

Chaque division, ayant d'ailleurs à sa disposition un chef-poseur, un surveillant du télégraphe et un surveillant des plantations, est partagée en *sections* d'environ 60 kilomètres, confiées à des *chefs de section*.

La section comprend trois *subdivisions* de 20 kilomètres ; à la tête de chacune d'elles est un *piqueur*. La section est comme à l'Ouest pourvue d'un petit atelier muni d'outils. Un *garde-chef* par section est chargé de surveiller les gardes pendant la nuit.

Le jour, le *chef d'équipe* ou l'un de ses ouvriers surveille chaque *canton ;* le service des barrières est effectué par des *gardes-poseurs* à poste fixe pour les passages importants et par des femmes de poseurs pour les autres passages.

La nuit un garde-poseur surveille un canton de 4 à 5 kilomètres ; les barrières sont manœuvrées par des gardes-poseurs et leurs femmes, logés près du passage.

Chemins d'Alsace. — Ces chemins, compris en 1853 dans le grand réseau de l'Est français, se composaient, avant la fusion, de la ligne de Strasbourg à Bâle, à deux voies — 140^{k},300 —, et de l'embranchement de Lutterbach à Thann, à une voie — 13^{k},700 — ; ensemble 154 kilomètres.

Sous la direction de l'ingénieur en chef de la compagnie, le chef de service de la voie avait sous ses ordres :

— Trois conducteurs, un pour 51 kilomètres environ ;

— Onze surveillants, un pour 14 kilomètres ;

— Cent quarante-neuf gardes-ligne, dont quatre aiguilleurs, soit un garde pour 1000 à 1200 mètres de ligne ;

— Trente ateliers de cantonniers composés chacun d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chef et trois ou quatre ouvriers, soit sur la ligne à deux voies un ouvrier pour 1 125 mètres de ligne, et sur l'embranchement un ouvrier pour 1 500 mètres.

La circulation des trains, au nombre de cinq réguliers dans chaque sens, commençait vers cinq heures du matin et se terminait à neuf ou dix heures du soir ; par conséquent point de service de nuit proprement dit.

Les 250 passages à niveau de la ligne principale étaient desservis par 139 gardes répartis comme suit :

Nombre de gardes.	Nombre de passages desservis par un garde.
57	1
57	2
22	3
2	4
1	5

Jusqu'en 1857, la ligne était en quelque sorte dépourvue de maisons de gardes ; la compagnie de l'Est a, depuis, comblé cette lacune et diminué par là le nombre des gardes, en adoptant d'ailleurs la manœuvre à distance appliquée à un certain nombre de barrières — 99 —.

Chemins badois. — Dépendant de la *Direction générale des voies de communication*, le service de l'entretien et de la surveillance se partage entre plusieurs divisions de chemin de fer — *Eisenbahn-Æmter* —, qui s'étendent sur 12 ou 15 lieues de longueur. Ces divisions sont administrées par un chef — *Vorstand* — et un sous-chef, l'un de ces fonctionnaires s'occupant de la partie technique en sa qualité d'ingénieur, l'autre de la partie administrative, et leurs attributions embrassant tout ce qui concerne la voie, la locomotion, l'exploitation, le télégraphe et le service de la poste.

Sous les ordres du vorstand, l'ingénieur de district — *Bezirks-Ingénieur* — dirige les piqueurs — *Bahnmeister* —, chargés de suivre l'entretien et la surveillance sur une subdivision de 4 à 5 lieues de longueur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin le personnel inférieur dans la hiérarchie des agents permanents se compose des gardes-ligne — *Bahnwærter* —, qui surveillent chacun 1200 mètres de ligne. Ces gardes ont sous leurs ordres des ouvriers auxiliaires en nombre variable selon l'importance des travaux d'entretien. A tour de rôle, chaque garde aidé d'un ouvrier auxiliaire surveille pendant la nuit deux cantons contigus.

Nous reviendrons sur ces divers mode d'organisation en traitant de l'administration en général ; remarquons seulement ici que l'on retrouve, dans ces exemples, l'empreinte des systèmes administratifs propres aux pays où se trouvent les chemins en question : En France, la centralisation à outrance ; en Allemagne, l'autonomie locale ; chacune avec ses avantages et ses inconvénients.

Passons maintenant aux détails des fonctions du personnel de la voie.

377. MESURES DE SÉCURITÉ [1]. — Pour éviter les répétitions, rappelons que toutes les prescriptions des règlements de signaux qui concernent les trains s'appliquent également aux machines circulant isolément ; autrement dit, toute machine en mouvement, attelée ou non, doit être assimilée à un train en marche.

En ce qui intéresse la circulation, la voie se présente sous trois états ; elle peut être :

— Absolument libre, offrant aux trains toute sécurité ;

— Incomplétement libre, c'est-à-dire n'admettant le parcours des trains qu'avec précaution ;

— Impraticable, dangereuse.

A l'aide de signaux convenus, le personnel de la voie est chargé d'indiquer au personnel des trains l'un de ces trois états.

[1] L'étude complète des moyens employés pour assurer la circulation des trains trouvant sa place naturelle dans la 3e partie — EXPLOITATION, chap. II, § I —, nous nous bornons à indiquer ici ceux de ces moyens — les signaux — qui intéressent plus spécialement le personnel de la voie. Enfin on trouvera aux annexes E et D des instructions spéciales relatives à l'emploi des signaux.— Voir aussi chap. VIII, § I.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autre part, les trains ont à transmettre au personnel de la voie certaines indications relatives soit à la voie et au télégraphe, soit aux trains eux-mêmes, soit enfin au mouvement général.

Nous diviserons donc les signaux, dont nous nous occupons ici, en deux catégories :

Signaux du service de la voie ;

Signaux du service de l'exploitation.

L'organisation des signaux est exposée à deux écueils : surabondance de précautions, exagération de moyens — c'est le système allemand[1] —; ou bien excès de simplification, caractéristique du système longtemps suivi en France, mais qui tend à se modifier.

Comme exemples de solutions différentes d'un même problème, citons les deux cas suivants :

Faut-il établir entre les agents de la voie une correspondance permanente, et à l'aide de cette correspondance est-il nécessaire d'annoncer au loin l'approche d'un train ?

Faut-il indiquer au mécanicien en marche que la voie est libre et qu'il peut avancer en toute sécurité ?

Sur la première question, l'école allemande s'est longtemps prononcée pour l'affirmative, et dans ce but elle a employé de nombreux appareils, des moyens très-compliqués dont le dispendieux usage peut même faire défaut, par suite d'accidents inévitables, précisément au moment le plus inopportun.

A la même question, l'école française répond par la négative. Elle repousse avec raison tout système de signaux destinés à informer le personnel de la voie de l'approche d'un train, car UN TRAIN DOIT TOUJOURS ÊTRE ATTENDU.

Sur la seconde question, les écoles anglaise et allemande disent *oui*. A tort, l'école française dit *non*, sous prétexte que l'attention du mécanicien doit s'émousser par la monotonie.

[1] *Das Telegraphen und Signalwesen der Eisenbahnen. Geschichte und Technik desselben*, von M. M. Freih, von Weber. Weimar, 1867.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Elle considère donc comme plus nuisible qu'utile le signal de la voie libre donné au mécanicien. Mais ce raisonnement repose sur une subtilité ou plutôt sur une naïveté. La présence seule des gardes et des feux fixes ne remplit-elle pas l'office de signaux, en donnant au mécanicien la garantie d'une surveillance permanente? Supprimez de la ligne les gardes et les feux blancs ou colorés et essayez de faire marcher, même à vitesse modérée, un mécanicien sur une voie déserte.

Si, d'après les conventions — car tout est convention en fait de signaux —, les gardes et les feux blancs sur la voie ne commandent ni le ralentissement ni l'arrêt, ils indiquent du moins que la voi eest gardée et libre par conséquent; on ne peut donc pas dire que l'absence de signaux est un indice de liberté de la voie, car il n'y a jamais absence de signaux. D'ailleurs le signal de la voie libre oblige le personnel de la voie à se tenir sur ses gardes, et à ce titre doit être maintenu.

Le système que nous allons indiquer évite les deux écueils signalés plus haut, et n'en atteint pas moins complétement le but proposé.

1° SIGNAUX DU SERVICE DE LA VOIE.— Chaque agent en service porte les objets suivants qu'il emploie à la transmission des signaux :

— Une corne d'appel, un drapeau rouge, un drapeau vert ou jaune [1], un étui pour recevoir ces drapeaux enroulés, quelques pétards — *Knall-signal* — renfermés dans une boîte, une lanterne à trois feux : rouge, vert ou jaune et blanc.

La ligne est, en outre, protégée par les signaux fixes étudiés précédemment [2].

[1] Au chemin de Lyon, ces drapeaux sont montés sur deux tringles réunies à leurs extrémités par deux platines. Chaque tringle est munie d'une petite roue dentée.

[2] Chap. VIII, § I.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dès que la lumière est obscurcie par une cause quelconque ou que le jour baisse, les lanternes des signaux doivent être maintenues allumées jusqu'au grand jour.

Voici l'usage de ces différents objets pour indiquer aux trains l'état de viabilité de la voie :

A. LA VOIE EST LIBRE.

Signaux négatifs. — L'agent chargé de transmettre les signaux prend la position du repos ou tient le jour son étui



Fig. 520. Garde-ligne signalant la voie libre.



Fig. 521. Garde-barrière signalant la voie libre.

ou ses drapeaux enroulés dans une position convenue, horizontale ou verticale (fig. 520 et 521); la nuit il soulève sa lan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terne allumée, le feu blanc faisant face aux trains qui approchent (fig. 522).



Fig. 522. Garde-ligne faisant le signal de nuit.



Fig. 523. Garde-ligne faisant le geste de *voie libre* (Grande-Bretagne).

— Si l'agent ne porte aucun objet spécial, il élève le bras dans une position horizontale (fig. 523).

— Si la voie est munie de sémaphores, les deux ailettes sont abaissées dans la position verticale (fig. 524), et la lanterne démasque son feu blanc.

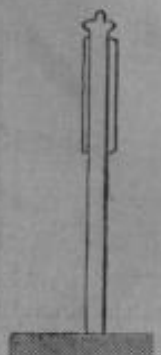


Fig. 524. Sémaphore indiquant la voie libre.

— Enfin les disques d'arrêt offrent à la vue des trains leur face blanche ou la lumière blanche de leur feu — chap. VIII, §I —.

— L'agent porteur d'une trompe annonce l'approche d'un train par deux sons prolongés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. LA VOIE DOIT ÊTRE PARCOURUE AVEC PRÉCAUTION.

Signaux de ralentissement.—Pour indiquer à un train qu'il y



Fig. 525. Garde-ligne présentant le drapeau. **Vert**, *ralentissement* ; **Rouge**, *arrêt.*



Fig. 526. Garde-ligne faisant le geste de *ralentissement.*

a lieu de ralentir sa vitesse et d'avancer avec précaution, l'agent présente son drapeau (fig. 525) **vert** ou la lumière **verte** de sa lanterne (fig. 522). A défaut de drapeau il élève la main au-dessus de la tête (fig. 526).

— Le sémaphore soulève à 45 degrés l'ailette qui correspond à la voie parcourue par le train (fig. 527), et présente en même temps sa lumière verte, si le signal est fait dans l'obscurité — ANNEXE D — .



Fig. 527. Sémaphore commandant le *ralentissement.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— L'agent préposé à la surveillance place sur les rails qui doivent être parcourus par les trains attendus, des pétards ou boîtes détonantes dont le bruit commande aux mécaniciens d'arrêter le train, puis d'avancer avec précaution, si après avoir marqué l'arrêt, il ne voit devant lui aucun obstacle à sa marche.

C. LA VOIE EST IMPRATICABLE, DANGEREUSE.

Signaux d'arrêt. — Lorsque la voie présente quelque danger par suite de rupture ou d'encombrement, l'agent doit commander l'**arrêt** à tout train qui s'approche.

Le drapeau **rouge** déployé (fig. 525) ou la lumière **rouge** d'un disque ou de la lanterne (fig. 522) commande l'arrêt immédiat.

— A défaut de drapeau rouge ou de lanterne à feu rouge, **l'arrêt est obligatoire** pour le mécanicien lorsqu'il voit, sur la ligne, un objet quelconque vivement agité ou les deux bras levés par une personne quelconque (fig. 528).



Fig. 528. Garde-ligne faisant le signal d'*arrêt*.

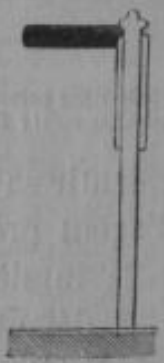


Fig. 529. Sémaphore commandant l'*arrêt*.

— Le bras du sémaphore placé **horizontalement**, ou sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lumière **rouge**, commande l'arrêt (fig. 529) — ANNEXE D —.

— L'arrêt est encore commandé par la détonation d'un ou plusieurs pétards placés sur les rails.

— Plusieurs sons de trompe successivement répétés demandent du secours.

2° SIGNAUX DU SERVICE DE L'EXPLOITATION [1]. — Quand il n'y a point de modifications à la circulation régulière établie par le tableau de marche, les trains ne portent, le jour, aucun signal.

— La nuit, tout train doit porter *au moins* **un feu blanc** à l'avant et **un feu rouge** à l'arrière.

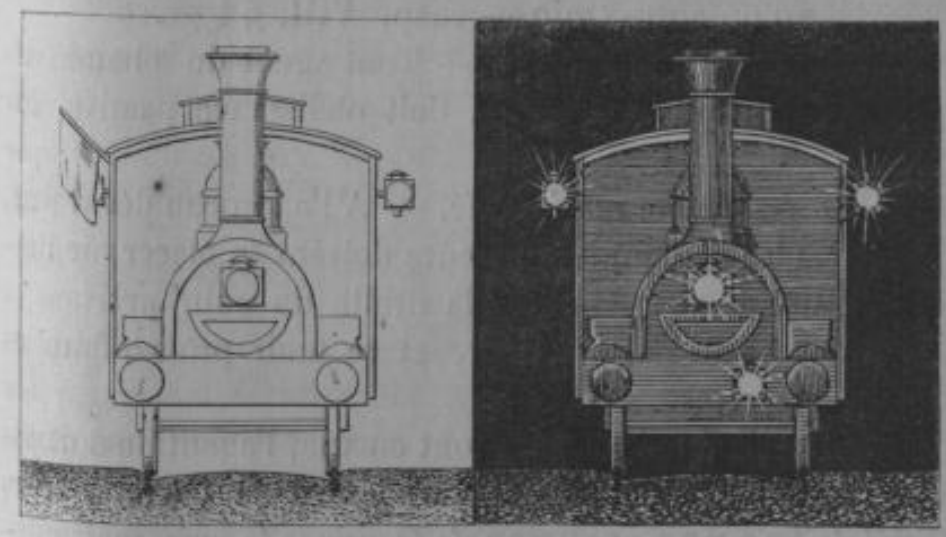


Fig. 530 Signal de jour. Fig. 531. Signal de nuit.

— Lorsqu'un train en précède un autre qui n'est pas régulier — train spécial, extraordinaire ou facultatif —, il porte le jour **un drapeau vert** (fig. 530), et la nuit **une lanterne verte** (fig. 531). — Les gardes sont ainsi prévenus que le train porteur de ce signal est suivi d'un train irrégulier.

— Un coup de sifflet **prolongé** de la locomotive appelle l'*attention*.

— Plusieurs coups de sifflet **saccadés** commandent de *serrer les freins*.

[1] 3e partie, EXPLOITATION, chap. II.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Un coup de sifflet **bref** commande de *desserrer les freins.*

— A l'approche des voies de garage ou de bifurcation, le mécanicien annonce ainsi qu'il suit à l'aiguilleur la direction à donner au train — 247 — :

Par un seul coup de sifflet prolongé, s'il veut aller *à gauche ;*

Par trois coups de sifflet prolongés, s'il veut aller *à droite ;*

— A l'approche d'un train et pendant le croisement, chaque mécanicien doit faire retentir son sifflet pour prévenir les agents de la voie.

— Quand un train stationne sur une voie de circulation, il doit être couvert par des signaux avancés qui le protégent contre l'arrivée d'un autre train — chap. VIII, § I —.

377 *bis*. EMPLOI DES SIGNAUX. — Tout agent du chemin de fer, quel que soit son grade, doit obéissance passive aux signaux.

Position des agents sur la voie. — A l'approche des trains, les gardes et les cantonniers poseurs doivent se placer sur l'accotement, autant que possible à la droite du train arrivant, à $1^{m},50$ au moins du rail extérieur, et se tenir prêts à faire les signaux nécessaires.

Quand deux trains croiseurs sont en vue, l'agent de doit pas changer de place. S'il s'aperçoit trop tard de l'arrivée d'un train, *il doit* **ne pas essayer** *de traverser la voie*, mais **rester** au point où il se trouve.

Observation des heures. — Les agents munis des tableaux de marche doivent observer les heures de passage des trains. Ils arrêtent par un signal approprié — 377 — :

1° Tout train qui en suit un autre, lorsque le premier n'a pas sur le second une avance de dix minutes au moins et si la vitesse du second est égale ou supérieure à celle du premier ; l'intervalle pourra être réduit à cinq minutes si la vitesse du premier est supérieure à celle du second et même à deux minutes, si la distance à parcourir sur la même voie par les deux trains n'excède pas 3 kilomètres ;

2° Tout train suivant un autre train, même à l'intervalle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réglementaire, lorsque la marche ralentie du premier fait craindre que le second n'atteigne le train qui le précède.

Trains en passage. — Dès qu'un train est en vue les agents doivent l'observer avec la plus grande attention, afin de faire aux mécaniciens les signaux transmis par les conducteurs ou ceux qu'ils reconnaissent nécessaires de leur propre observation sur l'état du train.

Trains arrêtés. — Tout train arrêté sur la voie de circulation devant être couvert, en station par un signal ou un disque à distance, en pleine voie par un garde, l'agent de la voie après s'être entendu avec le personnel du train arrêté se porte au pas de course, pour faire les signaux d'arrêt, à l'arrière du train, à une distance qui varie avec la déclivité de la ligne, entre 600 et 1800 mètres, comme il est indiqué ci-après [1] :

Sections en pente au-dessus de....	0,005	vers le train :	1800m	à 1500m
— — au-dessous de...	0,005	—	1200	à 1000
— en rampe au-dessus de...	0,005	—	800	à 600

Travaux sur la voie. — On ne doit entreprendre aucun travail pouvant intercepter la voie, sans qu'*au préalable* le point interrompu soit **couvert** par un signal d'arrêt placé du côté par lequel un train peut survenir aux distances indiquées au tableau qui précède.

Tout wagon de service ou lorry employé sur la voie de circulation doit être protégé par un agent posté à la distance réglementaire et disparaître des voies quinze minutes au moins avant le passage des trains. L'emploi en est interdit en temps de brouillard et pendant la nuit, à moins de nécessité absolue et sous réserve des précautions indiquées précédemment.

Circulation en sens inverse. — Tout train circulant sur une ligne à deux voies en sens inverse de la marche régulière *doit être arrêté* par l'agent chargé de la surveillance. Celui-ci ne laisse s'établir de circulation régulière dans ce sens anormal

[1] 3e partie, chap. II.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que lorsqu'il est avisé par le premier mécanicien des causes de perturbation dans le service.

Dérangements sur la ligne. — Dès qu'un agent remarque un dérangement ou un obstacle quelconque de nature à compromettre la sûreté de la circulation et qu'*il ne peut faire disparaître à l'instant*, il envoie toute personne de confiance qu'il rencontre faire le signal d'arrêt à la distance réglementaire du point à défendre et dans la ou les directions des trains attendus, en commençant par le côté d'où doit venir le premier train : s'il est seul il se porte de sa personne avec toute la rapidité possible vers le train dont l'arrivée est imminente, place trois pétards espacés de 25 mètres et alternés sur les rails, revient au pas de course du côté opposé si un train est attendu de l'autre direction et place également les pétards à la distance réglementaire.

La protection du point assurée par les signaux, l'agent fait les réparations en requérant au besoin les hommes des équipes voisines ou ceux qui sont à sa portée sans toutefois quitter le point dangereux.

Si l'avarie s'étend sur plusieurs cantons les agents de ces cantons s'y maintiennent pour faire les signaux.

Ils font passer de garde en garde ou par tout autre moyen l'avis de l'interruption de la voie jusqu'au chef de la station la plus voisine qui transmet la nouvelle aux piqueurs et chefs de section.

Les stations voisines sont également avisées sans perte de temps de l'achèvement de la réparation.

Tel est dans son ensemble le règlement général des signaux pour le service de la voie suivi par les administrations qui n'emploient ce mode de télégraphie que pour la transmission des ordres d'arrêt ou de ralentissement, et l'indication du mouvement des trains.

Ce règlement peut se résumer par le tableau suivant :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NATURE DES OBJETS employés pour EFFECTUER LES SIGNAUX.	MODE D'APPARITION ou DE PRODUCTION DES SIGNAUX.	PRESCRIPTIONS OU SIGNIFICATIONS des signaux.
Drapeau rouge	sur la voie	Arrêt.
	sur un train	Arrêt.
	sur la voie avec sons de trompe répétés	Demande de secours.
Disque, ailette ou ballon rouge	disque ou voyant élevé	Arrêt.
Feu rouge	sur la voie	Arrêt.
	sur un signal à distance	Arrêt.
	agité sur un train	Arrêt.
	sur la voie avec sons de trompe répétés	Demande de secours.
	à l'arrière d'un véhicule	Train qui s'éloigne.
Drapeau vert ou feu vert.	sur la voie	Ralentissement ; attention.
	agité par un conducteur de train	Ralentissement.
	arboré à la droite, vers l'arrière du train	Annonce d'un train supplémentaire.
	arboré à la droite du tender	Annonce de retour de la locomotive.
Pétard	détonation	Arrêt et ralentissement.
Trompette ou cornet	deux sons prolongés	Approche d'un train.
	plusieurs coups répétés	Demande de secours.
Sifflet à vapeur	un coup bref	Annonce de départ.
	un coup prolongé	Demande de marche à gauche.
	trois coups prolongés	Demande de marche à droite.
	un coup très-prolongé	Attention.
	plusieurs coups brefs	Serrer les freins.

Nous donnons à l'Annexe E un exemple de règlement des signaux dans le cas où la transmission de certains ordres ne pouvant s'effectuer par le télégraphe électrique, on les fait passer de poste en poste au moyen des signaux optiques ou acoustiques.

378. SERVICE DES PASSAGES A NIVEAU. — Ce service peut se présenter sous deux formes, suivant que l'on adopte le mode de *fermeture permanente* ou *intermittente* des barrières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fermeture permanente. — Sous cette dénomination nous comprenons la disposition en vertu de laquelle le plus grand nombre des barrières restant habituellement fermées, ne sont ouvertes dans l'intervalle des trains que sur la demande du public.

L'application de ce système est nécessaire sur les lignes où les trains marchent à grande vitesse et se suivent à de faibles distances ou a des intervalles irréguliers non prévus par le *tableau de marche des trains —Fahrplan —.*

Dans ce cas, un train étant en principe *toujours attendu,* il est évident que le public ne peut traverser le chemin de fer avec sécurité que sous la surveillance d'un agent parfaitement au courant des nécessités du service. De là, nécessité d'une organisation toute spéciale pour le gardiennage des barrières.

Cette organisation peut différer d'une ligne à l'autre suivant les convenances locales. — Nous nous bornerons à citer en extrait le règlement de la compagnie de Paris-Méditerranée, approuvé par arrêté ministériel du 31 décembre 1866.

Les passages à niveau sont classés en cinq catégories :

1° Traversées des routes de grande circulation exigeant plus de cent manœuvres de barrières pour voitures par vingt-quatre heures. — Durant le jour ces barrières sont habituellement ouvertes, mais le passage est gardé par un agent, homme ou femme, qui, spécialement affecté à ce service, doit fermer les barrières cinq minutes avant le passage de chaque train en vue ou attendu. — Pendant la nuit les barrières habituellement fermées ne s'ouvrent qu'à la demande du public.

2° Traversées des routes de circulation moyenne demandant de cinquante à cent manœuvres de barrières pour voitures par vingt-quatre heures. — Sur les lignes à grande circulation les barrières en sont habituellement fermées; on ne les ouvre dans l'intervalle des trains qu'à la demande du public et lorsque la traversée ne présente aucun danger. Sur les autres lignes les barrières sont habituellement ouvertes.

3° Traversées des routes de faible circulation exigeant moins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cinquante manœuvres de barrières par vingt-quatre heures. — Les barrières restent fermées jour et nuit. L'agent logé doit ouvrir à toute réquisition quand il n'y a pas danger.

4° Traversées de chemins particuliers. — Ces passages sont tenus constamment fermés. Les concessionnaires seuls ont la faculté de les ouvrir pour leur usage et sous leur propre responsabilité.

5° Traversées de sentiers ou chemins de piétons isolés ou accolés aux passages pour voitures. — L'ouverture des guichets ou portillons est faite par les passants à leurs risques et périls.

Sur les lignes n'ayant pas de trains de nuit, les barrières des trois premières catégories restent ouvertes, sauf les nécessités de service, entre les heures de passage du dernier train du soir et du premier train du matin.

Pendant toute la partie de la nuit où il y a mouvement de trains et tant que les barrières sont maintenues fermées, les passages à niveau de première catégorie sont éclairés par deux feux. — Ceux de deuxième catégorie par un seul feu. — Les autres passages ne sont pas éclairés, à moins de prescriptions spéciales.

Pendant longtemps le service des barrières à fermeture permanente a été fait par les gardes-barrières et les gardes-ligne chargés en même temps de la surveillance d'un canton ; mais comme nous l'avons vu plus haut, on a successivement réduit le personnel spécial de la surveillance, depuis que l'exploitation des lignes a pris un régime plus sûr et plus régulier.

Voici comment on y dessert les passages à niveau :

Les barrières de la première catégorie sont ouvertes et fermées, le jour et la nuit, par des gardes-ligne ou gardes-poseurs spécialement affectés à ce service. Ces gardes peuvent exécuter quelques menus travaux sur un parcours d'une étendue assez restreinte pour qu'ils puissent toujours arriver à leur poste avant le passage des trains ou sur la réquisition du public.

Pendant le jour le service de ces barrières peut aussi être confié à une femme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le service des barrières de la seconde catégorie est fait, le jour par la femme de l'un des ouvriers de la voie logé dans la maison attenante au passage; la nuit par la femme ou son mari, qui doit se lever à toute réquisition du public.

Dans la troisième catégorie le service de jour et de nuit est fait par le garde-poseur et sa femme quand il y a une maison de garde à proximité du passage, et par le garde-poseur du canton dans le cas contraire. Ces passages pouvant être interdits pendant toute ou partie de la nuit, l'éclairage n'en est obligatoire que pendant les heures où la circulation est autorisée. Suivant leur importance, ces passages peuvent être réunis soit entre eux, soit à l'un des passages très-rapprochés d'une autre catégorie.

Quant aux passages des deux autres catégories, ils ne sont ni gardés ni éclairés. Dans certains cas spéciaux seulement, les gardes les tiennent fermés à clef quand il peut y avoir danger pour les piétons à traverser les voies.

Le classement des passages suivant ces diverses catégories est réglé par l'administration supérieure, gardienne des intérêts des populations riveraines et du chemin de fer.

Fermeture intermittente. — En Allemagne, en Belgique et sur les lignes françaises à faible circulation, toutes les barrières, à quelques exceptions près, restent habituellement ouvertes. On ne les ferme que cinq ou dix minutes avant le passage des trains. Ce service est fait en France par la femme de l'agent logé dans la maison à proximité du passage. La nuit, les barrières restent fermées quand il y a circulation sur la voie de fer; on les ouvre à toute réquisition. Quand il n'y a pas mouvement de trains pendant la nuit, elles restent ouvertes durant l'interruption du service.

L'ouverture permanente des barrières permet aux voitures de toujours traverser la voie entre le passage des trains. Mais si les gardes du passage ne peuvent apercevoir qu'à une faible distance les trains arrivants, tantôt ils ferment les barrières trop longtemps avant le moment du passage et le public peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se trouver gêné, tantôt ils interceptent le passage trop tard ; de là, nombreuses chances de graves accidents. Pour éviter ces deux difficultés qui se présentent en cas de retard des trains, on met à la disposition de l'agent le levier de manœuvre d'un disque-signal à distance — chap. VIII, § I —, au moyen duquel il arrête les trains survenant pendant que la circulation est permise sur le passage à niveau. Ce signal à distance peut encore s'employer lorsqu'il s'agit d'ouvrir une barrière habituellement fermée sur un passage d'où l'on ne peut pas voir venir les trains. Dans ce cas l'agent, deux ou trois minutes avant d'ouvrir les barrières, met le disque à l'arrêt, laissant ainsi à tout train marchant entre le disque et la barrière le temps de passer ; cependant il ne faut user de ce moyen qu'avec discrétion, car la multiplicité des disques d'arrêt peut devenir une source de gêne dans la circulation et même une cause de danger.

Certains passages à niveau voisins de points d'arrêt des trains sont souvent interceptés par la présence de ces trains sur la traversée des routes ou par la manœuvre de véhicules. — Dans ces différents cas, quand l'interception de passage durerait trop longtemps, on coupe le train ou bien on suspend les manœuvres pendant quelques minutes pour livrer passage à la circulation transversale.

Il est difficile d'établir une règle pour faire un choix entre les deux systèmes de service des barrières, parce que l'étude de cette question est liée aux données suivantes, dont nous n'avons pas besoin de faire ressortir la variabilité :

— Degré de fréquentation de la route de terre ;

— Importance de la circulation du chemin de fer ;

— Possibilité de combiner le gardiennage des barrières avec celui de la ligne, ou avec l'entretien de la voie ; questions de sécurité et de dépenses dont l'appréciation doit être laissée à l'administration de chaque ligne. Mais on peut, en appliquant au service des barrières les femmes d'agents attachés à la voie et la manœuvre à distance, satisfaire dans une juste mesure aux exigences du public sans grever notablement l'exploitation.

On discutait encore il y a quelques années sur l'opportunité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et les frais de construction des maisons de gardes. — Pour alléger le capital de premier établissement, on croyait avantageux de limiter le nombre des maisons de gardes aux passages à niveau les plus importants, sauf à grever les frais annuels d'exploitation d'une augmentation des dépenses de gardiennage. Mais on a reconnu depuis que, sans tenir compte des avantages évidents de conserver le personnel sur la ligne, les frais de construction des maisons de gardes sont amortis en un petit nombre d'années, si on applique à cet amortissement l'économie réalisée dans les dépenses d'entretien et de surveillance. Aussi construit-on aujourd'hui des maisons de gardes partout où le service des barrières, des signaux et des billets peut être effectué par les femmes d'agents attachés à l'exploitation.

Emploi des femmes à la manœuvre des barrières.— La question de l'emploi des femmes d'agents est, à tous les points de vue, de grande importance.

La femme associée aux travaux du mari dans la limite de ses forces et contribuant par son salaire à l'entretien du ménage, sort de l'état d'infériorité dans lequel on l'a trop longtemps maintenue. Le travail assigné ne l'empêche jamais de vaquer aux soins du ménage ou à l'exercice d'un état à domicile, tandis qu'il met obstacle aux tentations du dehors.

Le ménage attaché par un double lien au service du chemin de fer prend racine dans la localité. L'ouvrier encouragé par l'exemple de sa femme prend goût à son travail, s'habitue au service, s'attache à sa demeure et résiste aux tentations fatales d'émigration qui s'emparent des ouvriers des campagnes.

D'un autre côté, la femme exercée à suivre un règlement rigoureux prend des habitudes d'ordre et de propreté indispensables à un ménage pour prospérer et même subsister honorablement.

On a quelquefois objecté contre l'emploi des femmes dans la surveillance l'interruption de service qu'elles subissent forcément pendant les couches. Semblable objection est faite à leur admission à la caisse de secours. Ces deux objections sont aussi injustes que mal fondées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'interruption de service n'a qu'une durée très-limitée et l'administration peut y pourvoir par une suppléance, indispensable même quand le chemin de fer n'emploie que des hommes.

La privation du bénéfice de la caisse de secours est une injustice ; car du moment que les femmes remplissent les fonctions qui leur sont assignées et qu'elles contribuent à la charge imposée à tous les agents, il n'y a pas de raison pour les en exclure ; et si on leur reproche d'en avoir plus besoin que les hommes, les lois de l'humanité exigent qu'on leur vienne en aide avec plus d'empressement encore [1].

379. CANTONNIERS, POSEURS, GARDES. — Le service des barrières étant organisé comme nous venons de le voir, on a confié la surveillance et la police de la voie aux équipes chargées de l'entretien de la ligne et voici comment sont définies aujourd'hui les fonctions de ces agents :

Les ouvriers désignés sous les noms de *poseurs*, *cantonniers*, etc., sont répartis sur la ligne par brigades ou équipes de trois ou quatre hommes, suivant le besoin, ayant à maintenir en bon état une longueur comprise entre 3 et 4 kilomètres de double voie et entre 5 et 6 kilomètres de simple voie —376—.

Durée du travail. — La durée du travail est de dix heures en moyenne. Elle se fixe généralement comme suit :

Epoque de l'année.	Journée.	Repos.
Du 1er nov. au 1er mars.	De 7h du m. à 5h du s.	De 11h à 12h.
Du 1er mars au 1er mai. / Du 1er sept. au 1er nov.	De 6h — à 6h —	De 9h à 10h et de 2h à 3h.
Du 1er mai au 1er sept.	De 5h — à 7h —	De 9h à 10h et de 2h à 3h.

En cas de nécessité absolue et de péril en la demeure — par exemple : encombrements de neige, orages, etc. — le service peut être prolongé au delà des limites fixées, les ouvriers devant tout leur temps à l'administration.

[1] La question de l'admission des femmes à divers emplois dans les chemins de fer et les lignes télégraphiques a fait des progrès depuis la publication de notre première édition *. Nous y reviendrons en parlant de l'*Exploitation*.

* Renseignements du bureau de la télégraphie internationale. 1870.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque brigade ou équipe est commandée par un chef, personnellement responsable des faits qui peuvent se présenter dans son canton et auquel les hommes de l'équipe doivent obéissance absolue en ce qui concerne le service.

Le chef d'équipe, en arrivant le matin et avant de quitter le service le soir, doit parcourir tout son canton, examiner avec soin l'état des rails, de leurs supports, du ballast, des talus et des ouvrages d'art. Il signale sur son parcours les points qui demandent une réparation urgente et y applique immédiatement les ouvriers de son équipe.

Quand la voie est en bon état, solide, relevée et bien dressée, les ouvriers travaillent à l'entretien de la plate-forme, des talus, des fossés, des ouvrages d'art, des clôtures et enfin des abords des passages à niveau.

Les gardes-ligne étant supprimés, la surveillance et la police incombent au chef d'équipe ; celui-ci doit surveiller la marche des trains, observer et transmettre les signaux conformément aux règlements.

Présence obligée sur la ligne. — Les équipes doivent tout leur temps au service. La pluie, la neige ou toute autre intempérie ne peuvent être un prétexte d'absence. Le jour, pendant la durée du service, les ouvriers doivent prendre leur repas sur la ligne, et la nuit, accourir à toute réquisition sur un point quelconque du chemin où leur présence serait nécessaire.

Autant que possible, ces hommes logent dans des bâtiments appartenant à l'administration. En cas contraire, leur demeure, qui doit être peu éloignée de la ligne, sera parfaitement connue et indiquée sur un tableau exposé soit dans une maison de garde, soit dans une salle de la station comprise dans leur canton. On peut de cette manière les convoquer facilement à domicile.

Mesures de précautions pendant la nuit. — Les équipes n'abandonneront leur canton qu'après s'être assurées que la voie est en parfait état. Cependant, si à la fin de la journée une équipe est obligée de laisser la voie dans un état qui ne permette pas aux trains de prendre leur vitesse réglementaire, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chef d'équipe y installera un homme sûr pour faire les signaux de ralentissement ou d'arrêt. Avant de se retirer il aura soin de signaler les points défectueux aux gardes voisins et même aux chefs des stations les plus rapprochées, pour que ceux-ci invitent les mécaniciens à redoubler d'attention en approchant des points signalés.

Dépôts de matériaux. — Les équipes veillent à ce que les dépôts de matériaux et d'outils ne dépassent pas les limites de tolérance indiquées précédemment — chap. V, § I —.

Service des dimanches et fêtes. — Les cantonniers ont un jour de repos sur deux à quatre dimanches ou fêtes ; les jours de congé, la ligne est alors entretenue par une partie seulement des ouvriers, ceux autorisés à s'absenter étant chaque fois désignés par le piqueur ou le conducteur de la section. A moins d'urgence absolue, les poseurs en service les jours fériés ne travaillent qu'au petit entretien — serrage de boulons, calage des coins, nettoyage des passages à niveau — et à la transmission des signaux.

Tournées sur le canton. — Autant que possible le chef d'équipe doit faire une tournée sur le canton après le passage de chaque train. Empêché, il se fait remplacer par un cantonnier désigné d'avance, lequel dirige aussi le travail de l'équipe pendant l'absence du chef.

Outils et instruments. — Chaque équipe est pourvue d'une série d'outils appropriés au mode de construction de la voie et désignés sur la liste insérée dans un livret que porte toujours le chef d'équipe — ANNEXE O, t. I —.

Ces outils et objets doivent être représentés à première réquisition. En cas de perte ou d'avarie par négligence les chefs d'équipe en sont responsables.

Ce livret a la disposition suivante — ANNEXE L — :

— A la première page, le nom du chef d'équipe et les limites de son canton ;

— A la seconde page, les nom, prénoms, numéro et domicile de chacun des ouvriers composant l'équipe ;

— Viennent ensuite les listes de l'outillage ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Enfin l'inscription des notes des piqueurs et surveillants sur l'état de la voie dans le canton, l'outillage, l'habillement, etc.

Responsabilité. — Les gardes et cantonniers étant chargés de la sécurité, de la surveillance, de la garde de la voie et de toutes ses dépendances dans l'étendue du canton qui leur est confié, sont responsables de tous les accidents résultant de leur négligence. Ils sont passibles des peines portées par les lois, ordonnances et règlements émis et à émettre.

En vue de cette responsabilité, ils reçoivent un exemplaire de chaque disposition émanant de l'autorité supérieure ou de l'administration qui concerne leur service.

Gardiennage en Allemagne du Nord. — L'entretien et la surveillance sur la plupart des chemins allemands sont effectués par une catégorie d'agents nommés gardes-voie — *Bahnwærter* — sous les ordres directs du piqueur — *Bahnmeister* —.

Le garde-voie est obligé d'avoir une parfaite connaissance des devoirs inhérents à ses fonctions et de s'y conformer avec la plus stricte exactitude.

Ses devoirs de service comprennent :

— L'entretien et la garde du chemin de fer et de la ligne télégraphique ;

— La surveillance du chemin et la transmission des signaux.

Voici le résumé de ses instructions :

Ayant sous ses ordres un certain nombre d'ouvriers chargés du travail d'entretien, le garde les dirige en leur indiquant les travaux à opérer dans l'infrastructure, la voie, les maisons de gardes et guérites, les barrières, etc., tout en faisant lui-même les petites réparations courantes dont il constate la nécessité pendant ses tournées.

S'il survient des avaries sérieuses que le garde *seul* ne peut réparer sur-le-champ, il doit en informer son chef immédiat et donner aux trains le signal de ralentissement ou d'arrêt selon le cas.

Le garde est assermenté et verbalise sur tout crime ou délit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commis contre la propriété du chemin de fer ou les mesures de police édictées pour assurer la marche des trains.

Sous peine de punition, il ne tolère aucune infraction aux règlements commise par les ouvriers sous ses ordres ou sous ceux des autres agents du chemin de fer, et n'autorise le parcours sur la voie par les ouvriers que là seulement où l'extérieur de la ligne n'offre aucun chemin de communication.

Le garde, également préposé à la conservation du domaine du chemin, indique à son chef tous les dommages ou les envahissements commis par les riverains.

En cas de péril en la demeure, il requiert l'aide des autorités locales.

Dans la traversée des forêts, son attention se porte principalement sur la direction prise par les matières en ignition échappées des locomotives. Dès qu'un commencement d'incendie se déclare, le garde en avisera ses voisins, son chef et demandera du secours.

Les zones d'essartement et les fossés destinés à arrêter les progrès du feu doivent être soigneusement purgés d'herbes ou de feuilles sèches — 129 —.

Le garde préposé à la surveillance d'un canton sur lequel se trouve un pont en bois doit visiter cet ouvrage après chaque passage de train — 68, t. I —, éteindre les objets en ignition, et tenir toujours pleins d'eau les seaux fournis à cet effet.

Relativement aux chances d'incendie, le garde-ligne veille à l'application rigoureuse des règlements de police concernant l'amoncellement à découvert de matières inflammables, telles que grains, pailles, foin, chanvre, tourbe, etc., et la construction de bâtiments couverts en chaume, joncs ou bardeaux dans le voisinage du chemin de fer — 380 —.

Les trains ne doivent pas, en règle générale, stationner sur les passages à niveau. En cas de nécessité absolue, le temps de stationnement sera réduit au minimum possible. Le garde rappellera cette prescription au personnel des trains. En cas d'infraction, il en donnera connaissance au piqueur.

Sur les lignes du nord de l'Allemagne, comme contrôle de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'exécution ponctuelle des parcours qu'il doit effectuer sur son canton, le garde-ligne est astreint à placer et à enlever alternativement aux limites de son parcours des plaquettes portant les numéros correspondants aux trains en circulation — *Controltafeln* —.

Une heure au plus avant le passage d'un train régulier, le garde prend dans un cadre (fig. 532, A) accroché à l'extérieur de sa maisonnette une plaquette portant le numéro de contrôle, qu'il suspend à un poteau (fig. 532, B) placé aux limites de son district. Il doit avoir eu le temps de faire la révision du canton une demi-heure avant l'arrivée du train, de manière à pouvoir signaler à temps l'état de la voie. L'aller et le retour sont également utilisés pour cette révision. Pendant l'obscurité le garde se sert de la lanterne.

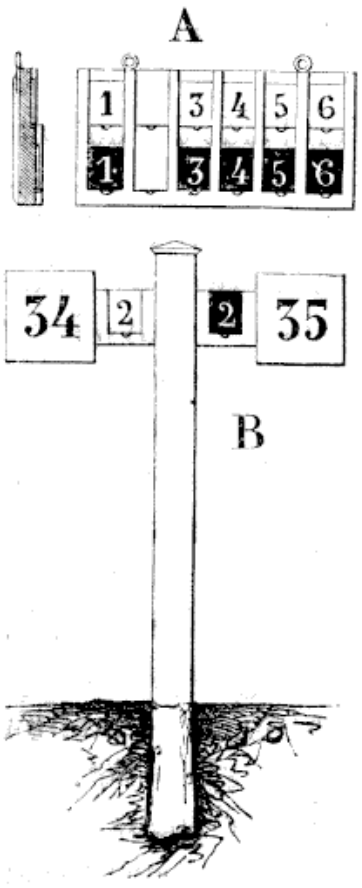


Fig. 532. Tablettes et poteau de contrôle.

Après le passage d'un train, si le train suivant n'est pas trop rapproché, le garde effectue son parcours et ouvre les barrières des passages à niveau. S'il atteint les limites de son canton dans un délai tel qu'il s'écoule moins d'une heure jusqu'au passage du train suivant, il peut enlever le numéro du train passé, et accrocher le numéro du train suivant, qu'il est, à cet effet, autorisé à enlever de son poste. Mais s'il arrive au poteau de contrôle une heure ou plus avant le passage du train attendu, il n'a le droit que d'enlever le numéro correspondant au train passé. Il est plus tard obligé de revenir vers le poteau pour y accrocher la plaquette correspondant au train attendu.

Cet échange de numéros de contrôle doit être effectué avec intelligence, de manière à laisser au garde le temps de faire ses parcours, les réparations aux voies et les signaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les numéros du dernier train régulier de jour sont rapportés dans la nuit par le garde qui relève le garde de jour et replacés par lui dans le tableau à ce destiné contre la maison du garde. Ces numéros doivent se trouver à la maison de garde entre minuit et une heure, et avant ce temps au poteau de contrôle.

Gardiennage en Suisse. — Cette organisation du contrôle de parcours est trop compliquée et sujette à de fâcheuses erreurs. En tant que contrôle de parcours, nous préférons celui du chemin du Nord-Est suisse ; en voici le résumé :

— Deux plaquettes, l'une carrée, l'autre ovale, portent le numéro de la loge du garde. On s'assure du parcours du garde par la forme de la plaquette qui se trouve soit à la loge, soit au poteau placé à la limite du canton.

— Le contrôle de cet échange est fait par les mécaniciens et chefs de trains, qui signalent les infractions dans leur rapport.

Pendant le passage des trains, le garde examine attentivement chaque wagon, et s'il aperçoit quelque chose d'anormal, il fait le signal d'arrêt de manière à être vu du personnel du train.

Si un ou plusieurs trains suivent de près un premier train pour lequel les barrières ont été fermées, le garde ne doit ouvrir ces barrières qu'après le passage du ou des trains signalés.

S'il y a interruption dans la transmission des télégrammes, le train qui signale ce dérangement porte deux drapeaux blancs à l'arrière. Le garde averti par ce signal examine scrupuleusement les fils télégraphiques et fait les réparations nécessaires s'il y a lieu.

Le garde-ligne est muni d'un livret dans lequel il inscrit chaque jour, à l'encre :

— Les travaux qu'il a effectués pour la voie et le télégraphe;

— Les noms des ouvriers qui ont travaillé sur son district, la nature, l'importance et la durée du travail effectué ; ses observations sur les infractions commises par les ouvriers;

— Les faits extraordinaires qui se sont passés sur sa section ;

— Les ordres à lui donnés par ses chefs.

Les gardes-ligne attachés aux haltes peuvent aussi être char-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gés de la vente des billets et de tous autres travaux concernant l'exploitation. Mais, dussent-ils même rester en souffrance, ces travaux ne peuvent en aucune façon mettre obstacle à l'accomplissement des devoirs relatifs à la sécurité de la marche des trains.

Quand se présente un travail d'entretien autre que celui d'enfoncer les crampons ou de resserrer les écrous, les gardes se réunissent pour l'exécuter.

La longueur moyenne du triage est de 6 à 700 mètres. Les gardes n'ont qu'un dimanche de repos sur quatre, le travail courant ne les fatiguant pas.

Chaque garde est astreint en règle générale à consacrer une nuit sur quatre au gardiennage de nuit. Le chef prescrit l'ordre d'alternance et les limites du canton à surveiller.

Gardiennage en Allemagne du Sud. — Dans l'Allemagne du Sud, sur les chemins badois notamment, le garde-ligne est débarrassé de la manœuvre et de la transmission des signaux télégraphiques. Comme sur les chemins du Nord, il dirige les travaux des ouvriers supplémentaires qu'il a requis en cas d'urgence ou qui lui ont été accordés par son chef. Il veille en même temps à l'exécution des travaux et au respect scrupuleux des mesures d'ordre et de police.

Le transport des matériaux, avec grands ou petits wagons roulant sur les voies principales, ne peut avoir lieu que sous la direction du garde et seulement lorsque l'intervalle des trains le permet en toute sécurité. Pendant la nuit, ces wagons doivent être éclairés par des torches ou des pots à feu.

Ces transports sont strictement interdits sur un canton où doit passer un train supplémentaire signalé.

Les wagons stationnant sur une partie de ligne inclinée doivent être soigneusement calés.

Quand un train est arrêté dans sa marche, le garde-voie doit prêter main-forte au personnel du train, empêcher les voyageurs de quitter ce train, et en tout cas de descendre des voitures du côté de l'entre-voie.

Dans le pays de Bade le garde-ligne est généralement logé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Jamais sa femme ne fait le service des barrières, mais elle peut l'aider dans le service d'une halte — 321 —.

La longueur du canton d'un garde est généralement de 1 200 mètres en moyenne. La surveillance de nuit est exercée à la fois sur deux districts voisins par chaque garde titulaire assisté d'un auxiliaire choisi parmi les plus intelligents des ouvriers de la voie.

Chaque garde est aussi obligé de veiller une nuit sur trois pour faire la patrouille et préserver la ligne de toute atteinte de la malveillance.

La nuit les passages à niveau très-fréquentés sont seuls gardés ; les barrières des petits chemins restent fermées.

La ligne du nord du Tyrol, tête de ligne du passage des Alpes par le Brenner, était gardée en 1863, comme pendant l'exploitation par l'Etat, au moyen de 73 gardes, soit 1 garde par kilomètre environ, ce qui est considérable pour une voie unique ; mais 15 de ces gardes étaient uniquement chargés de la transmission des signaux télégraphiques.

Par contre, les gardes-ligne étaient chargés de l'entretien de la voie, sans ouvriers auxiliaires pour l'entretien courant.

Quand les travaux exigeaient le concours d'un certain nombre d'hommes, le piqueur réunissait en un seul point les gardes des cantons voisins, même ceux éloignés de 12 et 15 kilomètres. Pendant ce temps les femmes des gardes déplacés faisaient gratis le service des signaux et des barrières, à moins que le passage à desservir ne fût éloigné et ne présentât une circulation active, auquel cas chaque femme garde-barrière recevait un traitement de 5 florins par mois.

380. Attributions spéciales des gardes. — Certains points réclament une surveillance et des dispositions spéciales. Lorsqu'ils sont très-fréquentés ou situés sur de fortes pentes le long desquelles les moyens ordinaires d'arrêt ou de ralentissement sont incomplétement efficaces, on munit généralement ces postes d'appareils télégraphiques — 377 —.

Les hommes attachés à ces postes importants sont choisis parmi les plus vigilants, les plus intelligents et les plus sobres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de tout le personnel, car la moindre négligence, la plus légère inadvertance peut avoir les plus terribles conséquences.

Garde-pontonnier. — Un pont mobile, sur chemin de fer, constitue la ligne en danger permanent. Le garde-pontonnier doit visiter le pont dans toutes ses parties et le manœuvrer au moins une fois dans la journée, quand bien même la navigation n'en réclamerait pas l'ouverture ; nettoyer soigneusement toutes les pièces du mécanisme sans exception, faire jouer les appareils de calage, en écarter tous les corps qui pourraient gêner le jeu des pièces, graisser toutes les parties frottantes, etc.

Pour prévenir les accidents qui pourraient résulter de l'arrivée inopinée d'un train, le garde doit mettre les signaux avancés *à l'arrêt deux ou trois minutes* avant de décaler les verrous de sûreté et d'ouvrir le pont — 288 —.

Pendant tout le temps de l'ouverture du pont, les disques sont maintenus à l'arrêt et ne doivent être effacés que lorsque les rails du pont correspondent exactement aux rails de la voie fixe et que le pont est parfaitement calé.

Les heures d'ouverture et de fermeture des ponts mobiles se règlent conformément à un ordre de service établi de commun accord entre l'exploitation du chemin de fer et l'administration de la navigation, et affiché aux abords du pont.

Les gardes-pontonniers veillent à ce que les bateaux passent lentement le long du pont, et n'y causent aucune avarie. En cas contraire, ils dressent procès-verbal du fait constaté.

Garde-tunnel. — Pour diminuer les chances d'accidents qui peuvent résulter de la présence simultanée de plusieurs trains dans un souterrain, on place aux têtes des tunnels des signaux — chap. VIII, § I — qui, par leurs indications, autorisent ou interdisent l'accès dans les souterrains. Un garde spécial est placé tantôt à l'une, tantôt à chacune des têtes lorsque le tunnel est en courbe ou lorsqu'il a une longueur excédant 1 000 mètres en ligne droite.

Ce garde a pour mission d'arrêter au moyen du signal fixe tout train qui se présenterait à l'entrée du souterrain avant que le train qui le précède ait franchi la tête opposée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dès qu'un train a pénétré dans le tunnel, le garde couvre le train par le disque. Il ne doit effacer le signal que lorsqu'il est sûr que la voie sous le tunnel est libre.

Lorsque le souterrain a une grande longueur, les gardes-tunnel se transmettent les avis d'entrée et de sortie de chaque train au moyen d'appareils télégraphiques.

En cas d'absence de réponse à l'annonce de l'entrée d'un train dans le tunnel, le garde arrête tout nouveau train qui demande le passage et signale le fait par écrit au mécanicien et au chef de train ; au bout d'un certain laps de temps, qui varie avec la longueur du souterrain, le train est autorisé à pénétrer, mais avec une marche assez lente pour permettre de l'arrêter à volonté.

A la tête du tunnel de Rosenheim, du côté de Stuttgard, se trouve une manœuvre automotrice qui annonce au garde placé à l'ouverture opposée, vers Canstadt, par un certain nombre de coups de cloche transmis au moyen de courants électriques, la sortie des trains. Quand la cloche n'a pas commencé ou n'a pas cessé de retentir, le garde arrête tout train qui se présente. Si le train demande le passage moins d'une minute après la cessation des coups de cloche, le garde fait le signal de ralentissement.

Le garde est chargé de surveiller la transmission des signaux télégraphiques.

Le tunnel de Prag, près Feuerbach, entre Stuttgard et Ludwigsburg, est défendu par deux gardes. Chacun d'eux hisse un pavillon dès qu'un train pénètre dans le souterrain et le maintient dans cette position jusqu'à ce qu'il entende trois coups de cloche produits par un fil de tirage à la disposition du garde opposé. Le garde indique à son collègue qu'il a entendu le signal en faisant frapper un coup à la cloche voisine de ce dernier et il baisse son pavillon. La nuit, une lanterne à feu vert remplace le pavillon.

On trouvera ailleurs — EXPLOITATION. *Mesures de sécurité* — la description des appareils employés dans ces différents cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aiguilleurs. — Ces agents — *Weichenwœrter* — sont chargés de la manœuvre et de l'entretien des changements de voie et, dans certains cas, de l'entretien d'une partie de voie dont l'étendue dépend du temps disponible qui reste entre les manœuvres d'aiguilles — Annexe E —.

L'aiguilleur veille sur l'état des changements et croisements dans leur ensemble et dans leurs détails. Il s'assure notamment: — Que les traverses et longuerines conservent leur position ; qu'elles ne pourrissent et ne se fendent pas ; — Que les rails ne quittent pas la place assignée, ne sont ni cassés, ni fendus, ni courbés vers leurs extrémités ; que les joints sont parfaitement rigides ; que les abouts se correspondent exactement, etc. — 260 —.

L'aiguilleur fait fonctionner la manœuvre des changements dans l'intervalle des passages de trains, graisse toutes les parties frottantes, répare immédiatement les avaries qu'il constate ou les signale au piqueur ou surveillant, s'il n'est pas lui-même en mesure de parer au mal.

Comme une fausse position des aiguilles peut exposer les trains aux plus grands dangers, l'aiguilleur qui a la responsabilité des manœuvres de changements est obligé d'y apporter tous les soins et toutes les précautions désirables ; ainsi : — ménager et entretenir tous les organes de l'appareil ; — les examiner soigneusement avant le passage de chaque train ; — s'assurer que les pièces mobiles effectuent leur mouvement sans difficulté et prennent exactement la place assignée, — que les espacements exigés sont rigoureusement conservés avant et après la manœuvre, pendant le passage des véhicules, — que tous les assemblages sont parfaitement maintenus par les boulons, écrous ou clavettes ; enfin que les signaux et tous les accessoires fonctionnent très-exactement.

Lorsqu'un train ne doit pas être aiguillé et qu'il aborde par la pointe des aiguilles qui ne sont pas habituellement fermées et cadenassées, l'aiguilleur tient en main le levier de ces aiguilles et assure leur position pendant tout le temps du passage du train.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La transmission des signaux rentre également dans les fonctions de l'aiguilleur ainsi que l'exercice de la police du chemin de fer dans les limites de son triage — 377, 377 *bis*, 379 —.

Pour toutes les questions relatives à l'entretien des appareils de la voie, l'aiguilleur exécute les ordres immédiats du piqueur. — En ce qui concerne la manœuvre des aiguilles et la direction à leur donner, les aiguilleurs obéissent aux ordres des agents attachés au service de l'exploitation — 3e partie, chap. III —. Les manœuvres de chaque changement sont prescrites par ces agents et les aiguilleurs doivent s'y conformer rigoureusement. — Certaines aiguilles sont maintenues dans une position déterminée par une fermeture cadenassée. La clef du cadenas se trouve généralement entre les mains d'un agent supérieur dans la station ; pour manœuvrer ces changements, l'aiguilleur en demande la clef et la rend à cet agent aussitôt que la manœuvre voulue a été effectuée.

Comme tous les gardes et chefs d'équipe, les aiguilleurs portent constamment sur eux les instructions réglementaires, le tableau de marche des trains, une bonne montre réglée sur l'heure du chemin de fer, enfin leur livret de service avec indication de l'outillage et dans lequel les piqueurs inscrivent leurs ordres et notent le moment de leur visite.

Dans les petites stations où le nombre des changements de voie est petit, il n'y a pas d'aiguilleur ; la visite et la manœuvre des appareils sont faites par un agent du service de la voie, ou par le chef de station lui-même en suivant toutes les indications que nous venons de donner.

Manœuvre et entretien des signaux. — Ce que nous avons dit au sujet des soins que les gardes doivent donner à la manœuvre des signaux à distance, s'adresse plus particulièrement aux aiguilleurs chargés de la manœuvre des appareils et signaux de bifurcations.

Pour ces cas spéciaux on observera en outre les prescriptions qui suivent :

Un train étant arrêté près d'une bifurcation sur l'injonction d'un disque, l'avant de sa machine devra, au repos, se trou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ver au delà du disque par rapport à la bifurcation. Les aiguilleurs feront reculer tout train qui dépasserait le disque d'arrêt et signaleront l'infraction au piqueur — 281 à 287 —.

Le système de contrôle électrique des signaux à distance est disposé de façon que la sonnerie fonctionne aussitôt que le disque commande l'arrêt et pendant tout le temps qu'on le maintient dans cette position. Si les choses ne se passent pas ainsi la manœuvre n'a pas été complète ou bien il s'est produit quelque dérangement dans l'appareil — 288 —.

Le garde doit alors recommencer la manœuvre. Si la sonnerie est muette il se porte immédiatement vers le disque, avec ses signaux à la main et recherche la cause du dérangement. Si elle provient du disque, il doit tout de suite remettre l'appareil en état et s'assurer de son bon fonctionnement après la réparation — 295 —.

Si un garde n'a pu relever lui-même le dérangement de la transmission électrique d'un appareil de disque, il fera prévenir par la voie la plus prompte l'agent du service télégraphique de la circonscription.

Tant que le système ne sera pas complétement rétabli, le garde devra après chaque manœuvre se porter en avant jusqu'à ce qu'il voie le disque, pour s'assurer que la mise à l'arrêt a été complète. En cas d'impossibilité il requerra l'assistance d'un aide qui répétera les signaux à la main à la distance voulue.

Surveillance des lignes télégraphiques. — Les lignes télégraphiques sont entretenues par un personnel spécial. Cependant les agents de la voie doivent en tournées porter leur attention sur l'état des fils et supports.

La transmission ne peut être convenablement assurée que lorsque les fils métalliques ne présentent aucune rupture, et que dans l'intervalle des supports ils n'ont entre eux ou avec les objets voisins aucun point de contact pouvant produire quelque dérivation de courants.

En cas de dérangements les piqueurs et agents sous leurs ordres suivront les indications suivantes :

S'il s'agit d'une rupture de fil, les gardes, munis d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

morceau de fil de cuivre, de deux pinces, et d'une longue tringle en bois, réunissent les deux extrémités du fil de ligne par le morceau de fil de cuivre, en opérant des ligatures provisoires au moyen des pinces. A cet effet, on enlève avec la lame d'un couteau ou au moyen d'une pierre dure la surface des bouts de fil à réunir et on les enroule l'un sur l'autre aussi solidement que possible.

Lorsque la rupture a lieu près d'un poteau il faut, avec la tringle de bois, détacher le fil de son isolateur et le replacer sur un isolateur supplémentaire ou, à défaut, sur un morceau de bois *sec*, si l'agent ne peut atteindre l'isolateur quand on a rétabli la continuité du fil. Cette continuité peut être obtenue quelquefois par une ligature des bouts de fil sans addition du bout de fil en provision.

Si un ou plusieurs poteaux sont courbés, dérangés ou renversés, l'agent les remet en place et les consolide.

Si l'accident a détruit le fil sur une grande longueur ou rompu un ou plusieurs poteaux, l'agent doit en aviser le chef de la première station du côté de la gare principale la plus voisine, en transmettant l'avis de garde en garde.

Lorsque le fil est intact il faut le détacher des poteaux rompus et déposer ceux-ci au bord du chemin. Si un ou plusieurs poteaux sont simplement courbés ou hors d'aplomb, l'agent doit les redresser ou les contreventer aussi bien que possible. Si le fil de suspension ne touche aucun objet entre les deux isolateurs qui le soutiennent, on peut le laisser en cet état jusqu'à l'arrivée des agents spéciaux.

Si le fil est en contact avec les plantations voisines, cas fréquent pendant la première moitié de l'été, il faut couper les branchages à 1 mètre au moins des fils.

Lorsque par suite d'allongement les fils prennent une disposition qui peut les mettre en contact par leurs oscillations sous l'action du vent, le garde doit en prévenir la station la plus voisine. Si les fils se touchent, on les sépare au moyen d'une tige en bois enduite de résine.

En hiver les gardes doivent enlever avec soin le givre, la neige

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou les glaçons qui pourraient établir une communication entre les fils et produire une dérivation de courant.

Service dans les petites stations. — Dans les haltes et les petites stations où le service de l'exploitation ne comporte pas de personnel spécial, les agents de la voie doivent prêter leur concours aux chefs de ces petites gares pour la surveillance des trains arrêtés, le contrôle et le retrait des billets, la manutention des colis ou wagons, la manœuvre des aiguilles et le nettoyage des lieux d'aisance, mais s'abstenir de tout office personnel.

Dans cette circonstance, comme dans toutes celles où l'intérêt général est en jeu, les divers services se doivent assistance mutuelle; si le budget de l'un d'eux subit par ce concours un accroissement de charges, il reste la faculté de répartir la dépense à l'aide d'attachements et de factures portées au débit du service en cause.

Retenues. — Amendes. — Punitions. — Les fautes qu'un garde commet donnent lieu à des punitions plus ou moins fortes, qui peuvent aller jusqu'à la révocation, savoir[1]:

1°	Etre resté dans sa maison ou sa guérite en dehors des heures fixées	2 fr. d'amende.
2°	Avoir laissé du ballast sur les rails	2 —
3°	Ne pas avoir fait de signal à un train	3 —
4°	Ne pas avoir nettoyé la lanterne	3 —
5°	Ne pas l'avoir allumée au soleil couché	3 —
6°	Mauvaise tenue ou malpropreté de sa maison ou de sa guérite	3 —
7°	Perte de règlement ou de livret	3 —
8°	Ne pas s'être levé la nuit afin d'ouvrir la barrière aux voitures ou aux bestiaux qui se sont présentés	5 —
9°	Ne pas avoir éclairé pendant la nuit la barrière des passages dont l'éclairage est prescrit	5 —
10°	Outils laissés sur le ballast	5 —
11°	Avoir laissé circuler sur la voie une personne non autorisée	5 —
12°	Barrière laissée ouverte lors du passage d'un train.	10 —

[1] Chemin de fer d'Orléans, 1856.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

13° Ne pas avoir fait arrêter un train qui en suivait un autre à moins de dix minutes d'intervalle..	10 fr. d'amende.
14° Objet trouvé sur la voie non rapporté.....	10 —
	Ou renvoi selon le cas.
15° Absence non autorisée du canton pendant les heures de présence exigées : première fois.....	10 fr. d'amende.
Récidive	Renvoi.
16° Réponse ou observations insolentes à un chef...	Renvoi.
17° Ivresse (en service ou non).....	Renvoi immédiat.

En cas de récidive de la même faute dans un délai de trois mois, l'amende est doublée.

L'habitude d'une faute, même légère, peut entraîner la révocation.

381. PIQUEURS, CHEFS-POSEURS, SURVEILLANTS. — Le piqueur — *Bahnmeister* — a pour subordonnés : les gardes, les aiguilleurs, les chefs d'équipe, les cantonniers, etc. La longueur du district sur lequel il exerce son autorité varie avec l'importance du district lui-même. Ainsi les gares de tête, les grandes stations exigent la présence d'un piqueur spécial à poste fixe, tandis que certaines portions de ligne sur lesquelles se trouvent des stations à faible trafic ou très-éloignées les unes des autres sont surveillées par des piqueurs dont le parcours atteint jusqu'à 20 et 22 kilomètres.

Le piqueur peut donc avoir sous ses ordres de douze à vingt-cinq gardes et cantonniers à poste fixe, sans compter les ouvriers attachés temporairement aux travaux.

Ses fonctions se résument ainsi :

— Faire exécuter par le personnel sous ses ordres les instructions relatives aux travaux de construction et d'entretien, à la conservation du domaine, au maintien des règlements de police ;

— Veiller à ce que ses subordonnés connaissent parfaitement et comprennent, dans tous leurs détails, les devoirs qu'ils ont à remplir ;

— Tenir son chef immédiat au courant par un rapport journalier — Annexe M — de tous les faits intéressant le service : état de la voie, réparations en cours, — travaux proposés,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— évaluation des frais, — conduite du personnel, — emploi des matériaux, etc., etc.

Gardes et ouvriers. — Comme nous l'avons vu plus haut, chaque district est divisé en cantons à chacun desquels est attaché soit un garde-ligne dirigeant une brigade d'ouvriers, soit une équipe de cantonniers.

Indépendamment de ce personnel à poste fixe, certaines circonstances peuvent motiver une augmentation temporaire du nombre de bras affectés à l'entretien. Le piqueur doit en demander l'autorisation au chef de section, à moins qu'il ne s'agisse d'un cas imprévu, de péril en la demeure. Alors il peut réunir spontanément tout le personnel nécessaire, même en dehors de celui qui est habituellement placé sous ses ordres ; mais en même temps il en donne avis à son chef.

Le parcours journalier à pied de toute l'étendue de son district constitue le premier devoir du piqueur. Pendant sa tournée il visite chaque garde et chaque équipe, écoute toutes les observations, contrôle les renseignements de toute sorte qu'on lui communique, inspecte minutieusement la voie dans tous ses détails, transcrit sur le livret dont chaque chef d'équipe ou chaque garde est porteur les ordres qu'il donne et note le moment de son passage ; enfin il vérifie et corrige au besoin l'heure marquée par la montre de chaque agent.

Le piqueur s'assure par de fréquents examens que tous les agents peuvent comprendre et exécuter les ordres verbaux et écrits.

Les examens porteront notamment sur les Instructions pour les signaux et sur les Règlements de service que chaque agent doit parfaitement connaître. Ces instructions et règlements sont réunis en un livret que chaque agent en exercice doit constamment porter [1].

[1] Les règlements des compagnies anglaises stipulent à ce sujet :

« That every person in the service do make himself thorougly acquainted with these regulations, and keep a copy of them on his person when on duty under a penalty of 5 shillings for neglect of this order. » (*London and South-Western railway Company.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Travaux d'entretien. — Le piqueur veille au parfait entretien de la voie, de l'infrastructure et des dépendances du chemin de fer. Dans son parcours journalier il s'assure, au moyen du niveau, des règles de surélèvement et d'écartement, que les rails occupent la position assignée en ligne droite et en alignement courbe — chap. VI, § IV —.

Il vérifie l'écartement des joints, la solidité des attaches, le bourrage des traverses, etc. Il veille notamment à ce que l'épaisseur du ballast compris entre les maçonneries et les traverses sur les ponts et viaducs, soit aussi grande que possible afin d'éviter la destruction de la maçonnerie, effet qui ne manque pas de se produire sous le passage des trains quand cette épaisseur est trop faible. Il conserve à cette couche une épaisseur minima de $0^m,40$ à $0^m,60$.

En hiver il fait enlever la glace qui s'attache aux parois des tunnels, des ponts et ponceaux, aux rives des cours d'eau et fossés dont elle pourrait obstruer le débouché, aux rainures de passages à niveau ; la neige qui charge les toitures ou qui encombre les passages à niveau et gêne la manœuvre des barrières, la circulation des chariots, etc.

Il porte son attention sur tous les appareils de la voie, sur l'état des pièces visibles ou cachées dans les changements et croisements, y fait exécuter les réparations urgentes et signale au chef de section les pièces défectueuses : examine l'état et la position des bornes limitant le domaine, les clôtures, plantations, barrières, indicateurs de toute nature, en un mot, tous les objets qui constituent la propriété de l'administration. On munira donc cet agent d'un extrait du registre terrier du domaine qui le mettra à même de connaître les limites exactes des terrains appartenant au chemin de fer, et tant par lui-même que par ses subordonnés, de prévenir et au besoin redresser les empiétements des voisins.

Les réparations courantes telles que : dressement, bourrage de la voie, restaurations partielles des talus et ouvrages d'art, etc., s'exécutent sous les ordres et sous la responsabilité du piqueur. Mais s'agit-il de réparations importantes, de rele-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vages en grand, de remplacement de matériaux d'un certain développement, de restaurations anormales à effectuer dans l'infrastructure, le piqueur doit en référer à son chef immédiat, à moins de péril en la demeure. Dans le cas contraire il n'entreprend aucun travail sans crédit spécial ; et si la dépense effectuée dépasse les prévisions il est tenu d'en aviser le chef de section.

Les travaux extraordinaires sont généralement dirigés et surveillés par le chef poseur de la division.

Les attributions du piqueur s'étendent aussi à la surveillance des locaux occupés par le personnel. Il veille à ce que ces locaux soient tenus avec la plus grande propreté ; qu'il ne se fasse nulle part ni travail ni amoncellement de matières pouvant nuire à la conservation ou à l'aspect de la construction.

Le piqueur assiste le chef de section pour dresser le procès-verbal d'entrée en jouissance et de sortie de logement.

Exécution des travaux dangereux. — L'exécution de ces travaux réclame une surveillance très-active.

S'il s'agit d'échafaudages ou d'étais protecteurs contre les éboulements, le piqueur doit en étudier les dispositions et en surveiller l'état pendant toute la durée de l'opération afin d'éviter les accidents.

Lorsqu'il fait effectuer des transports de matériaux à bras d'homme sur le chemin de fer, le piqueur veille à ce que les wagons ou lorrys ne soient jamais tirés, mais toujours poussés par les côtés et mieux par l'arrière. Si le transport exige l'emploi de plusieurs wagons, on séparera les véhicules autant que possible les uns des autres. La nécessité d'employer simultanément plusieurs wagons se présente-t-elle, on les accouplera et l'impulsion leur sera donnée par l'arrière ou par les longs côtés du dernier wagon. Enfin le piqueur veille à ce que les ouvriers ne se tiennent sous aucun prétexte entre les wagons.

Autant que possible on évite les travaux de nuit : augmentation de dépense, aggravation des difficultés et des imperfections, multiplication des chances d'accident, telles sont les conséquences des travaux effectués dans l'obscurité. Quand ils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deviennent inévitables, l'exécution en est suivie par le piqueur, qui redouble de vigilance et de soins, surtout si les travaux touchent aux voies de circulation.

Entre autres précautions à prendre, citons les suivantes :

— Faire arborer les signaux de ralentissement ou d'arrêt des deux côtés du point en travail aux distances réglementaires — 377 *bis* —;

— Tenir les outils, engins et matériaux à une distance des rails suffisante pour que les trains ne les heurtent pas.

— Pendant l'obscurité munir les wagons des lanternes prescrites en pareil cas par l'instruction des signaux ;

— Débarrasser des wagons de service la voie où doit passer un train, une demi-heure avant ce passage ;

— N'entreprendre de travaux de nuit qu'après avoir prévenu les chefs des stations voisines, qui en avisent les chefs de trains et les machinistes afin que ceux-ci portent la plus grande attention aux approches des points dangereux ;

— A moins de nécessité absolue, ne point entreprendre de travaux importants par un temps brumeux qui ne permet point d'apercevoir les signaux à une distance convenable.

Une discipline sévère régit tout chantier sur une ligne en exploitation. Le piqueur, responsable des faits qui se présentent dans son service, a le droit d'exiger de ses subordonnés la plus rigoureuse obéissance aux ordres qu'il donne concernant les mesures de sécurité. A la moindre infraction, son devoir lui commande de renvoyer sur-le-champ tout ouvrier ou agent non commissionné qui aurait contrevenu à ses ordres, et de suspendre tout agent commissionné en faute, sauf à en référer immédiatement à son chef de section.

Exécution des travaux neufs. — Le piqueur ou surveillant chargé de suivre l'exécution des travaux neufs doit posséder les connaissances requises concernant la qualité et l'emploi des matériaux qui composent l'objet à construire.

Il obéit ponctuellement aux ordres verbaux ou écrits. Dans ce dernier cas, l'ordre s'inscrit dans le livret de service dont l'employé doit être porteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, pour éviter les oublis et ne pas engager sa responsabilité par défaut de mémoire, l'employé fera bien de noter dans un carnet spécial tous les ordres ou faits intéressant le service. Ces deux livrets sont tenus avec soin et mis à la disposition des chefs de service sur leur demande.

L'agent apportera la plus grande prudence dans le choix des ouvriers, afin de n'introduire autant que possible dans les chantiers que des personnes sûres, de toute moralité et aptes aux travaux à effectuer. Avant de les engager, il prendra les ordres du chef de section relativement aux prix à donner soit pour travaux à la journée, soit pour travaux à la tâche.

Il s'assurera par de fréquentes vérifications que les ouvriers engagés méritent les salaires fixés. Dans le cas contraire, il les renverra du chantier en suivant les usages locaux.

L'agent doit s'enquérir des moyens de subsistance que les ouvriers trouvent dans la localité. Si des faits anormaux viennent à sa connaissance, il tentera de ramener les choses dans leur cours régulier. S'il échoue, il en avisera son chef immédiat et lui fera toute proposition ayant pour but d'améliorer les conditions économiques et hygiéniques des ouvriers si elles laissent à désirer.

En cours de travaux, le piqueur s'assure par des visites répétées que tous les apparaux, engins et outils présentent toutes garanties de solidité et de résistance ; que les dispositions les plus convenables sont prises en vue de préserver l'atelier des chances d'accident qu'il est possible de prévoir ; enfin que la plus stricte économie règne sur les chantiers, comme emploi de matériaux et utilisation de main-d'œuvre.

Les wagons de service roulant sur les voies de circulation amènent de fréquents accidents. Ce moyen de transport exige beaucoup de prudence dans la conduite des wagons. A ce que nous avons dit plus haut, ajoutons que sur les chantiers il faut que les hommes qui conduisent les wagons aient constamment sous la main un frein ou une pièce de bois pouvant servir à l'enrayage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des précautions minutieuses sont nécessaires pour préserver le public contre les accidents qui pourraient résulter de l'existence d'un chantier, et réciproquement pour éviter les accidents que le public pourrait causer aux ateliers.

Il est bon dans ces divers cas que l'agent de surveillance soit assermenté et reconnu comme tel par l'autorité — Annexe K —.

En cas d'accident, l'agent doit procéder conformément aux instructions spéciales. Si l'accident est grave, ayant entraîné blessures dangereuses ou mort d'homme, l'agent s'empresse d'en faire un rapport à son chef immédiat et d'avertir en même temps le représentant de l'autorité dans la localité où l'accident a eu lieu.

En cas de recherches et d'enquêtes faites par ce fonctionnaire, l'agent du chemin de fer le seconde dans sa mission par tous les moyens en son pouvoir.

Le piqueur ou surveillant prend note, dans le carnet d'attachements ou journal dont nous avons parlé — 40, t. I —, des faits généraux et particuliers. Il tient par ordre de dates :

1° La liste des ouvriers, le temps passé à chaque espèce de travail, séparant le travail à la journée du travail à la tâche ;

2° L'état des transports effectués, et la désignation des moyens y appliqués ;

3° L'état des matériaux livrés sur le chantier en vertu de marchés spéciaux ;

4° L'état des matériaux dont il a été autorisé à faire l'acquisition.

Ces listes et états formant la base des situations que dresse le chef de section doivent être tenus avec la plus rigoureuse exactitude et transmis à jour fixe, ordinairement fin de chaque quinzaine, pour n'en pas retarder le règlement au delà du temps strictement nécessaire à la vérification des pièces, etc.

Le piqueur n'effectue pas la paye des ouvriers qu'il dirige, mais il est bon que le payement ait lieu en sa présence, afin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il reçoive toute réclamation, l'examine pour y donner suite et garantisse l'administration contre tout payement erroné.

Le piqueur ou surveillant doit connaître l'étendue des terrains affectés à l'établissement des chantiers et veiller à ce que les limites n'en soient point franchies, afin d'éviter les réclamations en indemnités ou les difficultés soulevées par les propriétaires lésés dans leurs droits.

Si une extension de chantier rend nécessaire l'occupation de tout ou partie des propriétés riveraines, cette occupation ne peut se faire sans l'autorisation préalable et écrite du chef de section et l'agrément du propriétaire ou du moins un avertissement, toutes les formalité requises étant d'ailleurs accomplies.

S'il s'agit d'un simple dommage aux récoltes, le piqueur s'efforce de prendre avec la partie lésée, et dans les limites de ses attributions, les arrangements propres à éviter toutes difficultés ultérieures, en donnant satisfaction immédiate aux réclamations raisonnables. En tous cas, rapport au chef de section.

Matériaux et outils. — Le piqueur ou surveillant est responsable du bon emploi des matériaux et des outils affectés aux chantiers. Ses devoirs et son intérêt l'obligent donc à établir un inventaire régulier. Il tient note des outils livrés à chaque garde ou à chaque équipe, en surveille l'emploi et en vérifie l'existence par des inspections périodiques espacées de trois mois au maximum.

Le piqueur s'assure qu'un outil mis hors d'usage a été judicieusement employé. Dans le cas contraire il avise le chef de section, qui poursuit à charge de la partie en défaut la retenue de la valeur de l'outil.

Le piqueur, avant de proposer le remplacement de matériaux et outils vieux par des neufs, s'assure par lui-même de la nécessité du remplacement, de manière à éviter les dépenses inutiles. Il veille à ce que les objets hors de service rentrent très-régulièrement au dépôt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le piqueur s'occupera sans cesse de la situation des approvisionnements de matériaux nécessaires à l'entretien de son district. Il accompagnera l'envoi de l'inventaire trimestriel au chef de section d'un état de prévisions qui comprendra les besoins pour les six mois suivants, savoir :

— Ballast, supports et rails ;

— Pièces de rechange pour les changements, croisements, plaques tournantes et autres appareils ;

— Outils et ustensiles pour les équipes ;

— Graines, plants et autres matériaux pour l'entretien des talus et clôtures [1] ;

— Matériaux divers destinés à l'entretien de toutes les dépendances.

Police et surveillance. — Les agents chargés de la police et de la surveillance ont le droit, dans l'exercice de leurs fonctions et quand ils ont rempli la formalité de l'*assermentation*, de dresser des procès-verbaux sur toute la ligne — Annexe K —.

Le piqueur est tenu de donner suite, sans délai, aux constatations de crimes ou délits signalés par les agents sous ses ordres, en mettant à la disposition des représentants de l'autorité dans la localité les procès-verbaux dressés ou les personnes arrêtées et en transmettant à son chef immédiat copie des procès-verbaux avec rapport à l'appui.

La chasse à l'aide d'armes ou d'engins quelconques est absolument interdite aux agents du chemin de fer, dans les limites du domaine de l'administration. Cette interdiction s'applique aussi bien à la pose des collets dans les clôtures qu'à tout autre moyen destructeur des animaux dont la conservation intéresse les riverains. — On ne doit pas oublier, par exemple, que les

[1] Le choix des essences de plants appliqués aux clôtures n'est pas indifférent ; ainsi l'expérience a indiqué que l'*épine-vinette* — *berberis vulgaris* — propage la *rouille* du blé — *uredo rubigo vera.* — Chemin de fer de Lyon : expériences dans la commune de Genlis en 1868, 1869.

On évitera donc l'emploi de l'épine-vinette dans les terres à céréales. (*Revue des cours scientifiques*, 14 mai 1870, n° 24.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

oiseaux sont les seuls défenseurs des végétaux contre les chenilles.

Le contrôle du service des barrières des passages à niveau appartient au piqueur ou surveillant. Cet agent tient la main à ce que les barrières soient fermées avant le passage des trains et qu'elles ne restent en cet état que le temps rigoureusement nécessaire à la sécurité de la circulation ; à ce qu'elles ne soient ouvertes que lorsque la traversée du chemin de fer est praticable, sans danger ; à ce qu'en ouvrant les barrières le garde commence d'abord par la barrière de sortie quand le passage est demandé ; à ce que les gardes soient toujours prêts à faire le signal d'arrêt.

Les dimanches, les jours de fête et de grande affluence, la surveillance des passages à niveau et de leurs abords demande un surcroît de vigilance. Le piqueur peut dans certaines circonstances, et lorsque l'état de la voie le permet, détacher des équipes une partie des cantonniers et les adjoindre comme auxiliaires à la manœuvre des barrières ou à la surveillance des passages les plus fréquentés et des points dangereux. Si le besoin d'ouvriers supplémentaires se fait sentir, le piqueur en réfère à son chef immédiat.

Afin de ne pas compromettre la sécurité de la circulation, l'agent du chemin de fer veille à ce qu'il ne soit pratiqué aucune excavation le long de la ligne, dans une zone de largeur égale à la hauteur verticale des remblais, qu'il ne soit bâti aucune construction autre qu'un mur de clôture à une distance inférieure à 2 mètres, mesurée soit de l'arête supérieure du déblai, soit de l'arête inférieure des remblais, soit du bord extérieur des fossés, et, à défaut de ligne tracée, à $2^{m},50$ à partir du rail extérieur.

Il doit empêcher tout amoncellement de matières non inflammables à moins de 5 mètres du chemin de fer.

Les administrations de chemins de fer sont civilement responsables du préjudice qu'elles causent à autrui, de quelque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière que ce soit. L'incendie des matières inflammables résultant de la projection du feu des machines se présente fréquemment, surtout au moment des récoltes et pendant les grandes sécheresses. Aussi le piqueur doit-il à cette époque redoubler de vigilance et prendre toutes les mesures nécessaires à la rapide extinction des incendies.

Il veille strictement à ce que les amoncellements de paille, foin, tourbe, matières textiles, bois, charbon, etc., n'empiètent pas sur la distance réglementaire [1].

[1] Cette distance n'est pas uniforme pour tous les chemins de fer, ainsi que le démontrent les renseignements qui suivent :

— 1. L'ordonnance royale du 2 octobre 1845, en Wurtemberg, fix cette distance — à notre avis beaucoup trop réduite — à 8m,60 de l'axe du corps de la route :

« § 9. Getreide, Stroh, Heu, Œhmd, Flachs, Werg, Holz, Reisach, Spähne, und sonstige leicht Feuer fangende Gegenstande innerhalb *dreisig Fuss von der mitte der Bahndammes* an gerechnet, auf offener Strasse oder im freien Felde aufzubewahren, ist untersagt. »

— 2. Le règlement des chemins rhénans porte cette zone de servitude à 10 ruthen (37m,65) mesurée à partir du rail extérieur. Il tolère les amas de matières inflammables dans l'intérieur de cette zone, sous la condition qu'elles seront abritées par une couverture incombustible.

— 3. D'après le paragraphe 7 du titre I de la loi française du 15 juillet 1845 « Il est défendu d'établir, à une distance de moins de 20 mètres d'un chemin de fer desservi par des machines à feu, des couvertures en chaume, des meules de paille, de foin, ou tout autre dépôt de matières inflammables. Cette prohibition ne s'étend pas aux dépôts de récoltes faits seulement pour le temps de la moisson. » (Conseil d'Etat, 18 juin 1860, 31 janvier 1866.)

— 4. La loi belge du 15 avril 1843 est plus explicite, et plus rationnelle en même temps. Voici ce qu'elle stipule à cet égard :

« Il est défendu d'établir dans la distance de 20 mètres du *franc-bord* du chemin de fer des toitures en chaume ou autre matière combustible, ainsi que des meules de grains ou dépôts de matières inflammables. » (Les termes de cet article comportent une prohibition absolue et ne permettent pas d'accorder une tolérance même momentanée. — Décision judiciaire.

Le *franc-bord* des chemins de fer s'étend jusqu'à la ligne qui sépare la propriété du chemin de fer des propriétés riveraines — Incendie d'une meule de lin à côté du chemin de fer de Courtrai à Bruges. (Cour de cassation de Belgique, 30 décembre 1858.)

— 5. D'après les règlements des chemins de fer du Hanovre, la distance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'entretien des toitures en chaume ou en bardeaux existant dans cette zone antérieurement à la création du chemin n'est pas plus toléré que les constructions neuves en pareilles matières.

Objets trouvés. — Les gardes ou cantonniers recueillent soigneusement tous les objets trouvés sur la voie et les remettent au piqueur ou surveillant. Celui-ci les délivre au chef de la station la plus voisine en annexant à la remise un bulletin qui mentionne la description de l'objet, le point où il a été trouvé et autant que possible le numéro du train qui paraît l'avoir perdu. Mention de cette remise doit être faite au rapport journalier du piqueur.

Garde-chef ou surveillant de nuit. — Sur les sections où les trains circulent jour et nuit, la surveillance de nuit est exercée par un agent dont les attributions s'étendent quelquefois sur deux ou trois districts de piqueur. Cet agent s'assure que la voie et le télégraphe sont en bon état, les barrières convenablement desservies. Pendant ses tournées il porte une arme défensive.

En cas d'accident ou d'embarras il éveille le chef d'équipe le plus rapproché et prend toutes mesures propres à assurer la marche des trains — 376 —.

Devoirs en général.—La confiance accordée à l'agent chargé de la surveillance doit l'encourager à s'en montrer digne par l'accomplissement de ses devoirs et par une probité à toute épreuve. Il conservera une complète liberté d'action vis-à-vis des ouvriers et des entrepreneurs ou tâcherons en s'abstenant scrupuleusement de toute participation directe ou indirecte dans les entreprises, fournitures et travaux du chemin de fer ; en refusant toute rémunération pour services rendus qui ne serait pas accordée par l'administration même.

Dans ses rapports avec les ouvriers, l'agent dirigeant les ateliers évitera la trop grande familiarité et les rapports trop intimes. Il doit par sa tenue et sa conduite servir d'exemple à ses

à observer, de la *limite d'expropriation*, est de 9m,50 pour les matières inflammables, et de 45 mètres pour les bâtiments couverts en chaume, joncs ou bardeaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

subordonnés et exercer par là une grande influence sur leur moral.

Il est interdit à tout agent du chemin de fer, quel que soit son grade, d'employer ou laisser sans autorisation écrite détourner de leur destination les matières ou la main-d'œuvre mises à sa disposition. Le piqueur veille strictement à l'exécution ponctuelle de cette prescription.

Le piqueur ou surveillant est tenu de donner tout son temps au service. A toute heure du jour ou de la nuit, et quelles que soient les circonstances atmosphériques, sa présence est obligatoire là où il s'agit d'effectuer une réparation, un travail urgent, de porter secours à un train en détresse, etc.

En dehors de ses fonctions, l'exercice de tout métier ou commerce lui est interdit.

Il doit d'ailleurs être doué d'un caractère ferme et souple à la fois, réunir en un mot les conditions essentielles pour se plier lui-même et faire plier ses subordonnés à la discipline rigoureuse exigée par le service.

Les fonctions du piqueur demandent enfin que, tout en se montrant scrupuleusement soumis aux ordres de ses supérieurs, il puisse prendre en cas de péril en la demeure, sous l'impulsion d'une initiative intelligente et avec le sentiment de la responsabilité bien comprise, toutes les mesures propres à sauvegarder les intérêts solidaires de l'administration et du public, la sécurité de la circulation.

Le piqueur doit observer très-rigoureusement les limites de ses attributions afin de ne les franchir qu'après autorisation spéciale et écrite. Cependant, si de son propre jugement il voit la possibilité d'une amélioration, d'un perfectionnement, il est tenu d'en faire part à son chef immédiat qui statue.

Mais qu'il s'abstienne d'un excès de démonstration de zèle. Ses chefs sauront bien discerner le vrai mérite et reconnaître les services rendus, sans qu'il y ait nécessité de provoquer leur attention par une ostentation de dévouement qui cache souvent trop de négligence dans le strict accomplissement des devoirs.

Pour bien faire son service, le piqueur doit connaître le des-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sin géométrique, le lever des plans et des nivellements, de manière à bien comprendre et à pouvoir fournir au besoin des plans et des profils en long et en travers.

Il est à désirer que le piqueur soit assez exercé dans le maniement de tous les outils qui se trouvent entre les mains de ses ouvriers, pour qu'il puisse au besoin expliquer par la pratique même les ordres relatifs aux travaux de construction et d'entretien.

Le piqueur ne peut abandonner son district sans autorisation. Il lui est également interdit de s'éloigner de son domicile, sans indiquer le point où il se rend.

382. Chefs de section. — Le chef de section, sous les ordres de l'ingénieur, est chargé de faire appliquer et observer dans sa section les instructions et règlements.

Son autorité s'étend donc sur tout le personnel de sa section : piqueurs ou surveillants, chefs d'équipe, gardes-poseurs, gardes-barrières et ouvriers de tout genre.

Ses fonctions comprennent :

— L'entretien de la voie, des lignes télégraphiques et des dépendances; les réparations, l'établissement des projets et l'exécution des travaux neufs;

— Les mesures à prendre pour mettre la ligne à l'abri des inondations, de l'encombrement des neiges;

— La surveillance du personnel préposé à la transmission des signaux et à la police;

— L'étude des améliorations à introduire dans le service;

— L'établissement des prévisions de dépenses en main-d'œuvre et matières;

— L'établissement des comptes de dépenses effectuées;

— La rédaction des notes sur le personnel;

— La rédaction du rapport périodique sur l'état de la ligne.

Personnel adjoint au chef de section. — D'après cette nomenclature, le chef de section a besoin d'aides pour exécuter tous ces travaux, si, comme on doit l'exiger, cet agent est astreint à de fréquentes tournées sur sa section.

Pour une longueur de ligne de 60 à 80 kilomètres, le per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sonnel placé à la tête d'une section uniquement occupée d'entretien courant peut être composé comme suit :

1° Un *chef de section ;* 2° un *comptable* ou *garde-magasin ;* 3° un *piqueur de nuit.*

Dans une section fréquentée par des trains nombreux, dont l'entretien est laborieux ou qui comprend l'exécution de travaux neufs ou extraordinaires, on compte :

1° Un *chef de section ;* 2° un *piqueur de première classe* faisant fonction de chef de bureau ; 3° un *piqueur aux écritures* de deuxième classe ; 4° un *dessinateur ;* 5° un *garde-magasin ;* 6° un *piqueur spécial* ou *chef-poseur ;* 7° un *garde-chef* ou *surveillant de nuit.*

— Le piqueur aux écritures tient les comptes de dépenses en vérifiant et groupant les états remis par les piqueurs de district.

— Le garde-magasin est plus particutièrement affecté à la tenue des livres d'entrée et de sortie des matériaux.

— Quant au piqueur spécial, il suit les travaux de grande réparation ou de construction.

— Le garde-chef surveille les gardes-ligne et les gardes-barrières pendant la nuit.

Chaque section doit être pourvue d'un petit atelier muni d'un certain nombre d'outils simples, employés par une *équipe volante* composée comme suit :

Un *chef d'équipe ;* un *menuisier ;* un *ajusteur* ou *serrurier,* un *forgeron ;* un *charpentier.*

Cette équipe est affectée aux petits travaux d'entretien qui ne demandent pas le concours d'un entrepreneur. Lorsque les travaux peuvent faire l'objet d'un travail sur série de prix, tel qu'une réparation de couverture ou de maçonnerie, un relevage de pavés de passage à niveau, etc., on cherche à le faire exécuter en marchandage par un entrepreneur de la localité.

Inspection. — Le chef de section doit connaître exactement et constamment l'état de la ligne. A cet effet une visite minutieuse de toute sa section est *indispensable* chaque semaine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'inspection doit porter aussi bien sur le chemin proprement dit que sur ses dépendances, télégraphe, bâtiments, voies d'accès, sans omettre aucun détail.

Dans chacune de ses visites il se fait accompagner par le piqueur du district et lui signale tous les points réclamant une réparation ou une modification.

Il s'assure que tous les agents sous ses ordres sont parfaitement au courant de leur service. Si l'un d'eux, par défaut d'intelligence, par indolence, paresse, penchant à l'ivrognerie ou manque de probité, lui paraît inhabile à remplir les fonctions assignées, le chef de section est tenu sous sa responsabilité d'en provoquer le renvoi lorsque les avertissements n'ont pas fait disparaître les causes d'incapacité.

Le chef de section tient au courant le livre terrier. Il veille à ce que les limites soient scrupuleusement respectées par les riverains et s'assure *de visu* que ses subordonnés prennent toutes les mesures propres à empêcher les empiétements, déplacements de bornes, de clôtures, etc.

Cet agent doit redoubler de soin et de vigilance à l'époque des changements de saison et surtout à l'apparition des brouillards, pluies abondantes, grandes eaux, débâcles, chutes et tourmentes de neige. Par des parcours incessants sur la ligne, il s'assure que la circulation ne court aucun danger; dirige toutes les forces disponibles sur les points menacés et met judicieusement en œuvre tous ses moyens d'action pour assurer aux trains une marche régulière. Lorsque ses efforts deviennent impuissants pour maintenir la circulation, il en avise sans délai l'ingénieur de la voie et les chefs de station les plus voisins, qui à leur tour annoncent la suspension du mouvement à leurs supérieurs.

Le chef de section étudie avec la plus grande attention les phénomènes météorologiques; il prend note de la direction des vents, des courants anormaux accompagnant les tourmentes de neige. A l'aide de ces documents, il pourra les années suivantes prendre les précautions nécessaires avec toutes chances de réussite — 29, t. I —.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chef de section est responsable de l'application des instructions relatives à l'emploi régulier et économique des matériaux et outils.

Il veille donc à ce que le garde-magagin de la section opère la livraison des objets neufs et la rentrée des objets hors d'usage suivant les prescriptions réglementaires ; à ce qu'il tienne au courant les écritures du magasin ; en un mot à ce qu'il observe avec soin toutes les conditions d'une bonne gestion.

Le contrôle et la vérification des comptes dressés par les piqueurs rentrent aussi dans les attributions du chef de section ; son attention se portera principalement sur les points suivants :

— Restreindre le nombre des ouvriers et agents de toute catégorie à la limite rigoureusement nécessaire.

— Constater à cet effet que chaque ouvrier ou agent est chargé d'un travail suffisant pour occuper tout son temps, sans toutefois excéder ses forces ; qu'il prend le repos nécessaire, surtout s'il est de service pendant la nuit ;

— Restreindre les dépenses de toute nature aux besoins véritablement constatés ; chercher par tous les moyens compatibles avec la bonne exécution à réduire les dépenses prévues et autorisées ; veiller notamment à ce que le taux des salaires autorisés ne dépasse pas la limite en usage dans la localité et qu'une fois fixé il n'y soit apporté aucune modification sans autorisation spéciale et écrite.

— N'entreprendre que les travaux autorisés et portés au budget, sauf le cas de force majeure ou d'urgence ; recourir dans ce cas à l'ingénieur, exposer la cause de l'excédant des dépenses et en demander l'approbation.

Le chef de section doit s'assurer par une comparaison constante que tous ses districts sont également bien surveillés et entretenus.

Il établit entre tous les piqueurs de sa section une émulation qui se traduit en dernière analyse par une réduction de dépenses et une amélioration dans l'ensemble.

D'après les indications du piqueur, le chef de section signale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'ingénieur de la voie les chefs d'équipe dont les districts sont entretenus le mieux avec la moindre somme de frais en main-d'œuvre et en matières ; enfin il propose les encouragements et récompenses comme les punitions.

Le chef de section poursuit la vente des récoltes provenant du domaine. Il doit donc préparer en temps voulu toutes les propositions relatives à cette question et veiller à l'application des mesures spéciales y relatives — 76 à 80, t. I —.

Le matériel de la voie étant ordinairement soumis au délai de garantie pendant lequel le fournisseur est responsable des avaries constatées, le chef de section tient note des dates de pose et de dépose de chaque appareil ou de chaque partie de fourniture, relevant très-exactement les marques de chaque pièce et de chaque appareil. En portant son attention sur l'état du matériel neuf, surtout pendant le délai de garantie, il n'exposera pas l'administration à perdre son recours contre le fournisseur en cas d'avarie constatée tardivement. Il indiquera ces avaries dans le rapport périodique — 392 —.

Les *ruptures de rails* sont mentionnées dans un rapport spécial et immédiat avec plan coté du rail et indications de toutes les circonstances relatives à la rupture, l'âge du rail, sa provenance, sa position dans la voie, le numéro du train qui paraît avoir provoqué la rupture, etc.; tous renseignements qui peuvent guider l'ingénieur dans la recherche des causes de la rupture et des moyens d'en prévenir le retour.

Les délais de garantie expirés, le chef de section, assisté des agents du matériel, dresse les procès-verbaux de *réception définitive* — 386, et Annexe P —.

Devoirs en général. — Comme nous l'avons dit, une visite fréquente de la ligne est obligatoire. — Dans ces courses répétées aussi souvent que possible, le chef de section peut utiliser avec profit le wagonnet à manivelles ou *draisine* (fig. 533), mû par deux hommes d'équipe qui se relayent alternativement. — Le chef de section, placé près de la voie, peut en examiner toutes les parties et parcourir en peu de temps une étendue de la ligne assez considérable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Très-fréquemment utilisé en Allemagne, ce véhicule ne s'est pas encore introduit en France. Pourquoi?

Pour bien remplir ses fonctions, le chef de section doit déployer une très-grande activité, toutes les propositions de travaux à exécuter émanent de lui. Il est obligé d'en réclamer l'autorisation, puis d'en suivre l'application.

S'il s'agit de travaux importants, il doit s'assurer par lui-même que toutes les règles de l'art, les prescriptions réglementaires, les précautions indiquées par l'expérience ou la prudence sont rigoureusement observées. La somme des services

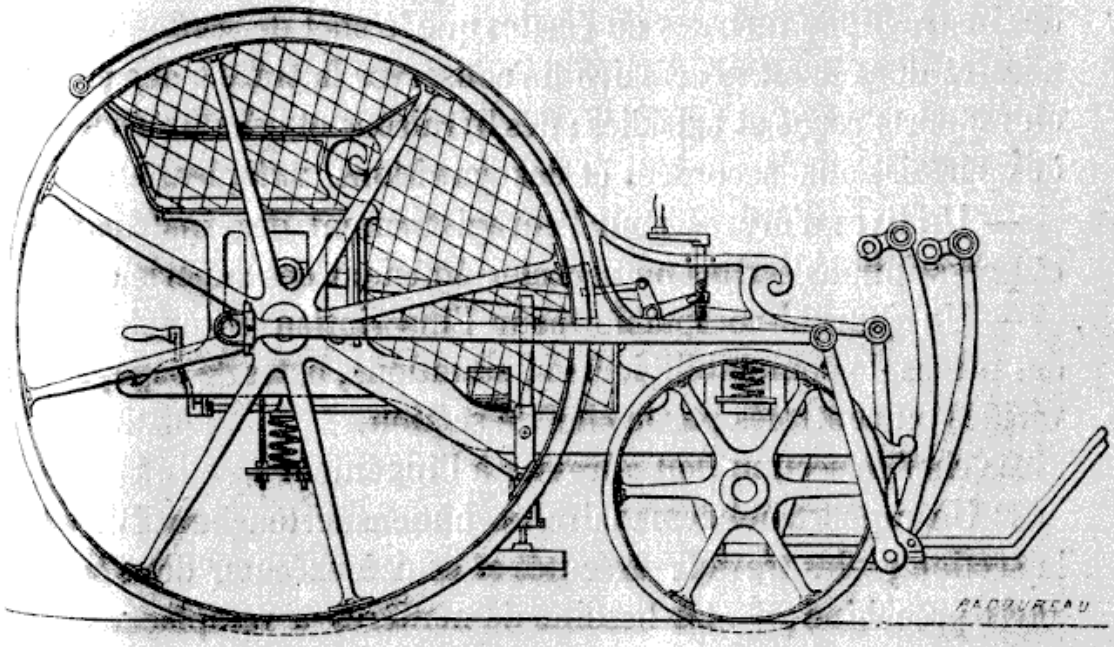


Fig. 583. Draisine. — Wagonnet de tournée. 1/25.

rendus par le personnel de tout rang est en raison directe de l'activité et de la vigilance du chef de section. Que ce fonctionnaire s'en rapporte donc le moins possible aux indications verbales ou écrites des agents sous ses ordres; responsable de sa gestion, qu'il voie tout par lui-même; mais que, de son côté, l'administration, ayant intérêt à laisser au chef de section toute latitude dans l'exercice de ses inspections n'exige de lui que la plus petite somme possible de travaux d'écriture, tranchons le mot, de *paperasseries*. Tout ce qui rentre dans le cercle des affaires courantes peut être traité verbalement, aussi bien vis-à-vis des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supérieurs que des inférieurs. On doit restreindre l'usage des pièces écrites, des rapports, correspondances, etc., aux cas spéciaux, urgents, importants ou exceptionnels. Dans ce cas encore la communication écrite doit être réduite à sa plus simple expression, exempte de formules inutiles et banales. Il suffit d'un exposé du fait clair, simple et concis.

On limitera donc le travail de bureau du chef de section au strict nécessaire. Les livres suivants sont indispensables pour la bonne expédition des affaires :

—Un journal-mémento employé à l'inscription chronologique des notes concernant les faits qui se présentent chaque jour, des instructions verbales ou écrites que le chef de section a données et dont il est nécessaire de conserver la trace ; des pièces ou rapports reçus et expédiés ; des livraisons et achats effectués ; des permissions accordées et des punitions infligées, etc. ;

— Un livre d'ordres pour l'enregistrement des instructions et prescriptions écrites ou verbales émanant des supérieurs ;

— Un journal-comptable pour l'inscription chronologique des pièces de comptabilité, états, situations, listes de paye, etc., vérifiés ou contrôlés par le chef de section.

Le chef de section doit adresser à l'ingénieur :

1° Un rapport hebdomadaire ou bimensuel touchant l'état de la section ;—les travaux exécutés et ceux à exécuter dans la période prochaine ; — les besoins de matières à remplacer dans cette même période et dans celle qui suivra ; — l'état du personnel et la conduite des agents ;

2° Chaque mois le relevé des dépenses et du mouvement des matériaux en approvisionnement.

Toutes ces pièces doivent parvenir à jour fixe au chef de service.

§ II.

ÉTUDES TECHNIQUES.

383. Attributions. — On ne peut pas considérer comme achevé un chemin de fer mis en exploitation. Les faits démontrent que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dès l'ouverture, des besoins de modification, des nécessités d'extension dans tous les aménagements se manifestent par suite des exigences du trafic qui se développe ou tout au moins se transforme sans cesse. Il faut étudier ces nouveaux besoins et les moyens de leur donner satisfaction.

Chaque ligne a d'ailleurs sa vie propre, son régime particulier, et manifeste des phénomènes spéciaux difficiles, sinon impossibles à prévoir.

De plus, l'ingénieur désireux de conserver le chemin en bon état est tenu de suivre attentivement les effets de la circulation sur la voie, d'observer les dérangements ou détériorations signalés par les agents de l'entretien, et de rechercher les moyens d'y remédier.

Il faut enfin pourvoir à l'entretien normal, au renouvellement du matériel qui s'use, aux extensions.

Afin d'éviter l'envahissement des détails, de se trouver toujours en mesure de faire face à toutes les éventualités et surtout de dominer l'ensemble de son service, l'ingénieur de la voie doit s'adjoindre quelques agents spécialement chargés de suivre sous sa direction immédiate les diverses questions indiquées plus haut.

Ces agents, en nombre plus ou moins important selon le développement des lignes en exploitation, composent le personnel chargé des *études techniques*, dont nous examinerons les fonctions en les divisant sous les rubriques suivantes :—*Etudes générales ; — Architecture ; — Matériel de la voie.*

384. ETUDES GÉNÉRALES. — Cette branche du service est chargée de la rédaction ou de la vérification de tous les projets de tracé et de construction du chemin de fer. Sur les renseignements fournis par les agents des services extérieurs, elle établit les plans des lignes nouvelles, dresse les projets d'ouvrages d'art, les pièces pour les expropriations, les plans de station, etc. Elle vérifie les séries de prix, contrôle les soumissions, les cahiers des charges et les projets de marchés.

Le service des travaux de construction ayant remis au service de l'entretien tous les plans, devis et carnets d'exécution

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du chemin de fer en cours d'entretien, les ingénieurs auxquels incombe le soin de réparer, de restaurer ou de reconstruire les ouvrages défectueux ou détériorés doivent nécessairement recourir à ces documents et les consulter pour établir les nouveaux projets et suivre l'exécution des travaux.

Ces documents sont réunis en collections toujours disponibles et par conséquent classées méthodiquement.

La conservation de ces précieuses collections revient à la Division des études, qui tient à cet effet un catalogue dans lequel on inscrit chaque pièce désignée par une indication spéciale et un numéro d'ordre, indication et numéro reproduits sur la pièce correspondante.

Toute bonne administration doit maintenir une complète unité de types aussi bien à propos de la construction que dans la période d'exploitation. Cette unité ne s'obtient qu'en remettant aux agents détachés à l'extérieur des instructions et ordres de service sur l'exécution des stations, sur la pose de la voie, sur l'entretien et l'usage du matériel fixe, etc. La rédaction de ces documents est du ressort du service des études.

Ce service comprend enfin dans ses attributions la recherche des améliorations de toute nature que comporte la science des chemins de fer. Pour se tenir à la hauteur des progrès de chaque jour, il ne suffit pas à l'ingénieur de puiser dans son propre fonds, quelque riche qu'il soit. Il lui faut encore se renseigner constamment sur les nouvelles méthodes, sur les appareils perfectionnés adoptés ailleurs ; et comme ses fonctions ne lui permettent pas toujours de se déplacer, il est obligé, pour obtenir ces renseignements, de confier à des agents sous ses ordres — et ceux des études techniques sont naturellement désignés à cet effet — le soin de lui faire rapport sur l'état des chemins étrangers, soit à l'aide de missions spéciales, soit par l'étude des documents mis à sa disposition. La connaissance des langues étrangères est de toute nécessité pour les agents de ce service.

385. — ARCHITECTURE. — Quand une ligne a peu d'étendue et un petit nombre de bâtiments ou des bâtiments sans importance, le soin de traiter toutes les questions d'entretien et même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de constructions nouvelles peut sans inconvénients rentrer dans les attributions des agents des études générales. Mais lorsque ces édifices s'accroisent en nombre et en importance, l'ingénieur fait bien de s'adjoindre à poste fixe un homme de l'art, un architecte uniquement occupé de tout le service des bâtiments.

Ce service comprend — chap. X — l'étude des réparations, restaurations et constructions nouvelles ; la rédaction des plans d'exécution, des séries de prix et marchés, des instructions pour l'exécution des projets arrêtés par l'ingénieur ; la réception des travaux et la vérification des comptes.

L'architecte, qui sait que l'entretien exerce une grande influence sur la conservation des édifices, doit se préoccuper de cette question et y apporter une attention toute particulière ; à l'aide d'une série de mesures préventives simples et peu coûteuses, il peut réaliser de notables économies sur les frais d'entretien, en étudiant d'ailleurs les matériaux dont il dispose, et en les appliquant judicieusement — chap. X, § V —.

Comme l'ingénieur attaché aux études générales, l'architecte peut avoir à sa disposition un certain nombre d'aides tels qu'inspecteurs, dessinateurs, calqueurs et expéditionnaires pour la rédaction des projets, la vérification des mémoires, etc.

386. Matériel de la voie. — La voie s'use constamment, avons-nous dit ; elle réclame un renouvellement presque continu, et comme il est nécessaire de conserver dans ses éléments l'unité la plus complète, l'ingénieur doit se réserver le soin de pourvoir directement aux nécessités de cette partie du service.

Un ou plusieurs des agents du service technique sont chargés, sous les ordres et sous la direction de l'ingénieur en chef, de grouper et d'étudier les renseignements fournis par les agents de la ligne sur les avaries, les détériorations et les besoins qui se manifestent.

Ces besoins constatés et la nécessité d'y pourvoir reconnue, la division du matériel prépare les marchés de commande et les cahiers des charges. Les commandes faites, elle suit l'exécution des marchés, constate les livraisons et dirige la distribution du matériel d'après les prescriptions du chef de service. Elle veille

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la rentrée des vieux matériaux et soumet à l'ingénieur les propositions sur les moyens d'en tirer le meilleur parti possible.

Contrôle et réception. — Des agents spéciaux relevant du service du matériel de la voie sont détachés à l'extérieur pour surveiller la fabrication, opérer les réceptions provisoires et définitives, suivre les expéditions et assurer enfin les livraisons du matériel en temps et lieu convenables.

Ces agents — chap. V, § III, 158 — font des rapports périodiques sur la marche des opérations, signalent à l'ingénieur les questions dignes de son attention. Toutes les conditions du marché et du cahier des charges remplies, ils dressent les *procès-verbaux* de réception — Annexe P —.

Le personnel attaché au service de l'entretien et de la surveillance de la voie n'est pas toujours parfaitement au courant des conditions d'emploi du matériel ; or, pour que les appareils fonctionnent convenablement, il importe qu'ils soient bien montés, installés, soignés, entretenus et au besoin réparés selon les règles de l'art.

Les agents du matériel de la voie sont chargés de contrôler, de visiter les appareils en service, de s'assurer que les prescriptions relatives à l'entretien et à l'emploi sont ponctuellement observées, de signaler les infractions, d'indiquer les améliorations ou perfectionnements à introduire.

Ils suivent et au besoin ils dirigent le montage et l'installation du matériel quand ce soin n'incombe pas au constructeur; ils assistent conjointement avec le fournisseur et le chef de section compétent aux épreuves prescrites par les marchés, et opèrent la réception quand il y a lieu — 382 —.

Pour remplir convenablement ces différentes obligations, ils doivent se mettre en rapport avec les chefs de section, les chefs de station et les agents sous leurs ordres, faire les observations qui leur paraissent convenables pour le bien du service, veiller à ce que ces divers agents n'introduisent dans l'ensemble ou les détails des appareils aucune modification qui n'aurait pas été au préalable autorisée par l'ingénieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutefois, que la mission des agents du matériel se borne à un simple rôle d'inspection ; autant que possible, ils éviteront tout conflit avec les agents du service de l'entretien chargés de l'exécution des mesures prescrites par l'ingénieur.

Ils adressent à ce fonctionnaire un rapport périodique sur toutes les questions relatées plus haut, rapport divisé en autant de parties qu'il y a d'espèces d'appareils à contrôler.

Laboratoire et atelier d'épreuves. — Les matières livrées par les fournisseurs forment ordinairement l'objet de marchés et de cahiers des charges qui stipulent certaines conditions dont il faut vérifier l'accomplissement. Indépendamment de ces vérifications, le chef de service peut reconnaître la nécessité de faire des recherches ayant pour but d'améliorer et de perfectionner le matériel. Ces vérifications et recherches comprennent : d'une part, les analyses qualitative et quantitative des matières antiseptiques, le dosage des éléments constitutifs des matériaux métalliques, des matières grasses, des couleurs ; d'autre part, les expériences photométriques, la constatation des limites de résistance aux efforts mécaniques qu'ont à subir les divers organes du matériel, etc. La solution de ces différentes questions réclame l'installation d'un petit laboratoire et d'un atelier muni de divers appareils d'épreuves, tels que le *duromètre* pour constater la dureté des métaux, la *presse hydraulique* disposée pour essayer les pièces à la traction et à la compression, le *mouton*, etc.

Cette organisation des moyens de contrôle forme une annexe nécessaire de la division du matériel de la voie, et fonctionne avec le concours des agents techniques placés sous les ordres de l'ingénieur à la tête de cette division.

§ III.

AGENTS DES MAGASINS ET COMPTABLES.

387. ATTRIBUTIONS. — On peut faire trois parts dans les dépenses du service de la voie, afférentes chacune à l'une des trois espèces de travaux suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Travaux neufs et grosses réparations;
2° Réfection de la voie;
3° Entretien courant et surveillance.

L'imputation de ces dépenses varie d'après le mode adopté pour amortir le capital constitutif. Tantôt on ferme le compte de premier établissement quand le chemin est mis en parfait état d'exploitation : dans ce cas tous les frais ultérieurs se prélèvent sur les produits de l'exploitation.

Tantôt les dépenses d'agrandissement et de constructions nouvelles sont imputées au compte de premier établissement, qui reste toujours ouvert. Les frais de réfection et d'entretien des voies se déduisent immédiatement des produits de l'exploitation.

Tantôt enfin les dépenses de la première catégorie restant comme dans le second cas à la charge du capital constitutif de l'entreprise, celles de la seconde se prélèvent sur un fonds spécial amorti dans un laps de temps plus ou moins long : on ne porte alors en dépense d'exploitation que les frais de la troisième catégorie — 403 —.

Quel que soit le mode adopté pour la ventilation des dépenses, mode que nous discuterons ailleurs — ADMINISTRATION —, les opérations de la comptabilité se subdivisent en deux branches : 1° *les comptes-matières;* 2° *les comptes financiers.*

Dans une petite ligne tous ces comptes peuvent être convenablement établis par un seul et même personnel; mais sur un chemin de quelque importance, lorsqu'il atteint 150 kilomètres, par exemple, pour obtenir toutes les garanties d'une bonne gestion, c'est-à-dire un contrôle efficace, il convient de séparer de la comptabilité générale celle des matières. On forme alors deux classes d'agents comptables : 1° les *agents des magasins;* 2° les *comptables* proprement dits.

388. AGENTS DES MAGASINS. — Le mouvement des matières de toute espèce employées par un chemin de fer est considérable. Représentant une partie importante des frais d'exploitation, ce mouvement nécessite un contrôle rigoureux qui s'exerce de différentes manières suivant les vues de l'administration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Souvent toutes les opérations relatives aux matières employées par les divers services de l'exploitation procèdent d'un service distinct dépendant immédiatement de la direction et auquel on donne une des dénominations suivantes :

Magasins généraux — économat; — Magazin-verwaltung; Material-verwaltung — etc.

Ailleurs, chaque service pourvoit à ses besoins et à ses opérations particulières au moyen d'une subdivision de son personnel spécial.

La question des *magasins généraux* se trouvant traitée dans la quatrième partie — ADMINISTRATION —, nous n'examinerons ici que l'organisation des magasins relevant directement de l'ingénieur en chef de la voie.

En principe, les matières sont réunies ou du moins doivent toujours laisser trace de leur passage réel ou fictif dans un *dépôt* ou *magasin*. Le dépôt principal est installé au point de la ligne le plus favorablement situé pour les appovisionnements ; les dépôts secondaires se répartissent à des distances de 50 à 60 kilomètres. Les éloigner plus conduirait à effectuer des transports onéreux en double emploi.

Le personnel qui gère ces dépôts ou magasins se compose d'un chef des magasins, de gardes-magasins, d'employés aux écritures en nombre correspondant au développement de la ligne et d'ouvriers occupés à la manutention.

Les fonctions du chef et des gardes-magasins peuvent prendre dans certains cas une importance considérable. Ces agents, responsables de la conservation des objets confiés à leur garde, sont astreints à suivre très-scrupuleusement la marche des opérations prescrites et à observer les injonctions suivantes :

1° Les lieux de dépôt doivent être constamment entretenus en parfait état, soigneusement fermés, les clefs des locaux en main des agents ;

2° L'ordre et la propreté sont de rigueur dans toutes les parties du magasin ;

3° Les instruments servant à constater les quantités, c'est-à-dire les balances et mesures, sont fréquemment vérifiés et,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en cas de dérangement, immédiatement réparés ou remplacés;

4° Les employés, ouvriers et manœuvres attachés aux magasins sont recrutés avec soin et seulement parmi les personnes jouissant d'une excellente réputation à tous égards.

Les agents des magasins doivent surveiller attentivement ces employés, ouvriers et manœuvres; s'assurer que les travaux sont convenablement exécutés et que la sortie des matières s'effectue suivant la destination prescrite, sans détournements frauduleux ni emploi vicieux.

Les commandes de matières étant effectuées par l'administration ou par l'ingénieur en chef délégué à cet effet, il doit être formellement interdit à tous agents autres que ceux autorisés par décision supérieure de faire sans ordre spécial aucune acquisition, réception, vente ou livraison de matières, payements ou recettes pour leur compte ou celui d'autres agents ou même pour compte du chemin de fer.

389. Comptes-matières. — *Recevoir* toutes les matières; les *conserver* jusqu'au moment de leur emploi; les *livrer* et en *tenir compte :* telles sont les opérations confiées aux agents des magasins.

Réception et conservation. — Lorsqu'une matière ou un objet quelconque doit *entrer* en magasin, l'ingénieur adresse au chef de magasin un extrait de la commande relatant toutes les conditions de la livraison :

Spécification des objets à recevoir; — quantités, dimensions, poids; — prix; — destination.

Un ou plusieurs agents techniques désignés par l'ingénieur en chef vérifiant la qualité des matières livrées et s'assurant de l'accomplissement des conditions de la commande — 385 —, l'agent des magasins n'a, en général, qu'a constater la livraison en ce qui concerne les quantités. Il doit néanmoins porter son attention sur la qualité des matières et signaler les défectuosités qu'il reconnaîtrait en cours de réception ou de séjour au dépôt.

Aussitôt reçues et vérifiées, les matières qui doivent s'arrêter dans les magasins sont rangées avec ordre, classées méthodiquement et étiquetées, chaque matière affectée d'un prix spécial

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

séparée des matières de même nature mais de prix différent.

Le chef du magasin veille à ce que toutes les matières soient préservées des pertes, avaries ou détérioration, que le séjour en magasin pourrait occasionner.

Les matières d'emploi courant qui doivent être distribuées sur la ligne par l'intermédiaire des magasins-succursales gérés, selon leur importance, par un agent spécial ou par le chef de section, sont tirées du magasin principal sur un ordre écrit de l'ingénieur en chef.

Les matériaux extraits des voies peuvent ou rentrer dans les magasins ou se conserver sur la ligne. Dans ce dernier cas les chefs de section les prennent en charge et en demeurent comptables jusqu'à disposition ultérieure. On classe ces matériaux en quatre catégories :

— Matériaux pour les voies principales ; — matériaux pour les voies de service en stations ; — matériaux pour les voies de remisage ; — matériaux hors d'usage.

Sortie des matières. — La distribution des matières ne peut avoir lieu que sur un ordre écrit de l'ingénieur en chef, qui désigne les agents aptes à recevoir et à donner décharge au magasin.

Toute partie prenante délivre un récépissé des matières tirées du magasin, en mentionnant l'autorisation qui lui permet de requérir ces matières.

Une facture dressée par le magasin d'après les prix que fixe l'ingénieur en chef accompagne chaque sortie ou expédition de matériaux neufs, à réemployer ou hors d'usage. Le destinataire donne récépissé et prend ainsi en charge la livraison faite par l'expéditeur. Celui-ci transmet à l'ingénieur chef du service un double de toutes les factures ou récépissés et se fait créditer de ses livraisons.

Les matières hors d'usage font l'objet de procès-verbaux dressés par les chefs de section après vérification de l'ingénieur qui en ordonne soit l'expédition au dépôt central ou aux ateliers si elles peuvent subir des réparations, soit la vente sur place, selon son appréciation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ecritures. — La gestion de chaque magasin comporte les écritures suivantes : 1° inscription dans un *livre-journal*, en *quantités* et en *valeurs*, de l'entrée, de la sortie, des transformations, des détériorations, des pertes, déchets et manquants, ainsi que des excédants de toutes les matières confiées à sa garde. — Ce livre doit être tenu sans surcharges, grattages, ratures ou interlignes. S'il y a lieu à redressement, il faut inscrire la rectification dans un article spécial; 2° enregistrement dans un *grand-livre* de l'entrée et de la sortie des matériaux classés par espèces : chaque espèce a son folio qui en donne constamment la situation ; 3° état mensuel de situation, espèce par espèce; 4° compte annuel de gestion résumant toutes les opérations et donnant les existences de toutes les matières à la fin de chaque exercice.

Pour les magasins tenus par les chefs de section, les états de situation doivent être appuyés des *pièces justificatives* suivantes : pour les entrées, des bons de livraisons ou des procès-verbaux de mise hors d'usage ; pour les sorties, des états d'emploi dans les voies ou des récépissés des parties prenantes.

Les matériaux retirés des voies et ceux employés sont inscrits sur des états spéciaux indiquant la provenance et la destination, les quantités et valeurs, savoir :

1° La désignation des objets ;

2° La situation des voies ;

3° Les matériaux employés pendant le mois soit à l'entretien, soit aux voies nouvelles, en distinguant les vieux matériaux des neufs ;

4° Les matériaux tirés des voies ;

5° Les différences en plus ou en moins.

Inventaire et vérification. — Pour bien assurer la marche des écritures et éviter l'accumulation des erreurs, il est bon de faire dresser tous les six mois un inventaire général de tout le matériel. Tous les objets entre les mains des gardes ou équipes sont vérifiés par les piqueurs ou chefs de section ; l'emploi de ceux qui composent les voies est justifié par les plans des gares et la longueur des sections ; enfin l'existence de ceux en appro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

visionnement se constate par le contrôle des poteaux de secours sur la ligne et des magasins de dépôt. Ces magasins doivent être disposés de manière à permettre la vérification et le dénombrement de chaque espèce de matières.

390. COMPTABLES.—Réduites au simple contrôle des dépenses d'entretien courant, les opérations de la comptabilité proprement dite portent sur un mouvement de fonds qui varie, selon le degré de fréquentation du chemin, le nombre de passages à niveau gardés et la durée quotidienne de la surveillance, entre 1200 francs et 3 000 francs par kilomètre et par an. Mais lorsqu'on impute aux dépenses annuelles une partie des frais de réfection, comme au chemin de fer du Nord, par exemple[1], les opérations de la comptabilité peuvent comprendre jusqu'à 7 000 francs de dépenses annuelles par kilomètre. Enfin quand à ces dépenses ordinaires s'ajoutent celles de reconstructions et d'extensions, les sommes en mouvement s'élèvent souvent à plusieurs millions si la ligne a une certaine étendue.

Quelle qu'en soit d'ailleurs l'importance, il faut suivre l'emploi de ces fonds, en surveiller l'imputation ; contrôler et classer les opérations en matières et en finances ; les comparer avec les prévisions budgétaires ; en un mot, rendre compte à l'administration des sommes consacrées à cette branche de l'exploitation.

Ce soin incombe aux agents attachés à la *comptabilité*. Un agent principal, le chef comptable, aidé de quelques expéditionnaires et d'un caissier ou régisseur, est responsable de la bonne tenue des écritures. Il centralise, vérifie et contrôle tous les documents dressés par les ingénieurs et chefs de section.

En se reportant au paragraphe I^er^ du présent chapitre — 376 —, on reconnaît que l'organisation du service repose sur la division de la ligne en un certain nombre d'*unités-sections* dont chacune s'étend sur 60 à 80 kilomètres environ. Cette unité sert de point de départ à toute la comptabilité du service.

[1] Un seizième des frais de renouvellement des rails et un onzième des frais de renouvellement des traverses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le rôle de l'employé aux écritures de la section, rôle modeste en apparence, a son importance. Chargé d'établir, de coordonner, de classer les comptes dont les piqueurs et surveillants fournissent les éléments souvent informes ou incomplets, le comptable, sans être nécessairement technique, doit au moins connaître tous les détails du service, afin d'éviter les fausses imputations, de redresser les erreurs, de relever les omissions, de signaler les anomalies au chef de section.

Dans une section moyennement chargée, un seul employé suffit à peine au travail des écritures. Il lui faut souvent un aide, un employé supplémentaire, dont le chef de section porte le salaire dans la liste des ouvriers en régie — 382 —.

Ce que nous indiquons ici à propos du comptable s'applique également au garde-magasin de la section.

D'après cela, on devrait conclure que le choix des agents destinés à occuper ces fonctions portera toujours sur des jeunes gens capables de les bien remplir. On peut regretter qu'en fait il n'en soit pas toujours ainsi et que les administrations se privent souvent des moyens de constituer par la pépinière, la base du recrutement pour les postes plus élevés.

391. Comptes financiers. — Les dépenses et recettes du service de la voie peuvent se diviser en divers *comptes* tels que les suivants — 387 — :

1° Travaux neufs et grosses réparations.

2° Réfection de la voie ;

3° Dépenses d'entretien courant et surveillance, dépenses qui font l'objet du budget ordinaire et se soldent dans l'exercice courant ;

Toutes ces dépenses se décomposent comme suit :

Traitements des agents commissionnés ;

Traitements des agents en régie ;

Salaires des équipes et ouvriers ;

Déplacements extraordinaires et frais de voyage ;

Travaux et fournitures en régie ;

Travaux et fournitures à l'entreprise ;

Dépenses diverses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Traitements des agents commissionnés — 391 —. L'ingénieur se fait remettre vers la fin de chaque mois un état par section de tous les agents commissionnés — annexe Q —.

Cet état est accompagné d'un *état de présence* des employés dressé par chaque chef de section ou de bureau, d'après une feuille de présence journalière signée par chaque employé.

Parmi ces états figurent également ceux du traitement des gardes, hommes et femmes, et des chefs d'équipe, qui sont généralement commissionnés.

Les traitements des agents sont fixés par décision de l'administration et ne peuvent être modifiés sans une décision nouvelle. La colonne des noms, prénoms et qualités doit être remplie complétement et très-exactement, pour éviter les erreurs.

On comprend quelquefois dans le montant de ces états l'indemnité fixe pour frais de déplacement, ainsi que le montant de l'abonnement pour menues dépenses de bureau.

Si un agent qui a droit à une indemnité fixe de déplacement a été remplacé pour une cause quelconque et si des déplacements extraordinaires ont été payés à son remplaçant, l'indemnité fixe de l'agent remplacé est réduite proportionnellement au nombre de jours de remplacement.

Les retenues sur traitement pour caisse de prévoyance, cautionnements, habillement, oppositions, etc., doivent faire l'objet de *contre-parties* d'écritures qui exigent un très-grand soin de la part des employés chargés d'établir et de vérifier ces comptes.

Le montant des amendes infligées aux agents est porté au crédit de la caisse de prévoyance. Le traitement d'un agent suspendu est dans certaines compagnies également porté en dépenses, le montant du traitement pendant la durée de la suspension étant inscrit dans la colonne des amendes, procédé indirect pour augmenter la subvention à la caisse de prévoyance.

Ces diverses retenues sont portées sur des états de contre-parties.

Nous avons déjà dit que la question de la caisse de prévoyance se présenterait à propos de l'ADMINISTRATION. Nous renvoyons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc à cette dernière partie pour tout ce qui a trait aux conditions de retenue, d'indemnité en cas de maladie, aux certificats de maladie, etc.

Afin de faciliter la répartition des dépenses chaque état doit en porter la ventilation par chapitre et article.

Traitements des agents en régie — 392 —. On procède pour cette catégorie comme pour la précédente, à l'exception des mesures relatives aux retenues, qui ne leur sont pas applicables.

Dans quelques administrations, ces traitements sont quelquefois dissimulés dans les listes d'ouvriers. C'est un tort, car on ne peut ainsi se rendre un compte exact de l'importance et de la ventilation réelles des dépenses.

Salaires des ouvriers. — Ces salaires font l'objet d'un état dressé par le chef de section d'après les attachements que prend chaque piqueur à l'aide des notes relevées par les chefs d'équipe ou gardes. — Ces pièces sont reproduites aux annexes O et P avec toutes les indications nécessaires à leur rédaction.

Le salaire des agents auxiliaires et des ouvriers en régie est fixé, sauf approbation par l'ingénieur, sur la proposition du chef de section.

Les observations précédentes relatives aux inscriptions, retenues, ventilations, etc., retrouvent ici leur application.

Frais de déplacement et de voyage. — Les ingénieurs et chefs de section appelés à se déplacer périodiquement et sur de longs parcours reçoivent généralement une indemnité fixe relative à ce chef de dépenses. Si le service réclame des déplacements extraordinaires en dehors de leur section et pour missions spéciales, ils ont droit à des frais supplémentaires dont l'état se dresse sur imprimé reproduit aux annexes O. L'indemnité fixe est réduite proportionnellement à la durée des déplacements extraordinaires.

Les dépenses sont fixées par voyage en indiquant séparément,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais sans détails, les frais de voitures et les frais d'hôtel, de nourriture, commissionnaires, etc.

Les sous-chefs de section et piqueurs appelés à quitter leur domicile en dehors des tournées obligatoires reçoivent une indemnité pour frais de déplacement qui varie, selon les localités, de 2 fr. 50 à 3 francs pour déplacement sans découcher, et de 4 francs à 5 francs pour déplacement avec découcher, les frais de voitures étant remboursés en sus — 395 —.

Travaux et fournitures en régie. — Sous cette dénomination, nous comprenons les dépenses provenant de travaux à la tâche, fournitures de matériaux, occupations temporaires de terrains, indemnités de dommages, pertes de récoltes, etc., qui, ne dépassant pas une somme relativement peu importante, ne forment l'objet d'aucune retenue et ne motivent pas une approbation préalable.

Ces dépenses se règlent sur mémoire détaillé — Annexes P —, un état spécial étant affecté à chaque ayant droit.

Tous les états de cette catégorie se groupent dans un état récapitulatif de même forme qui donne la ventilation de la dépense totale par comptes spéciaux, par chapitres et par articles.

Travaux et fournitures à l'entreprise. — Les travaux et fournitures exécutés en vertu de marchés ou qui sont l'objet d'un travail suivi ou de livraisons successives, donnant lieu à des retenues de garantie, se règlent par des payements d'à-compte.

Le règlement de ces dépenses demande la production des pièces suivantes — annexes P — :

Pour les à-compte de travaux, une situation provisoire relatant les payements antérieurs et un certificat de payement;

Pour les à-compte de fournitures, la situation provisoire avec les procès-verbaux de réception provisoire à l'appui formant les pièces justificatives du certificat de payement qui rappelle toujours les sommes déjà payées.

Lorsqu'il s'agit d'effectuer le règlement final, les situations définitives sont appuyées des métrés détaillés pour les travaux,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et des procès-verbaux de réception définitive pour les fournitures.

Chaque situation doit porter la ventilation par articles de dépenses effectuées.

Dépenses diverses. — Ces dépenses se règlent par états semblables à ceux employés pour travaux et fournitures en régie.

Payement. — Les dépenses que nous venons de passer en revue se soldent de diverses manières selon le cas.

Lorsqu'il s'agit de payer les traitements d'agents ou salaires d'ouvriers attachés au chemin de fer d'une manière permanente, tantôt la caisse centrale remet au service de l'ingénieur de la voie le montant des états mensuels ou de quinzaine produits, tantôt elle les fait solder par un payeur spécial.

Si la distribution des fonds entre toutes les parties prenantes s'effectuait par une seule et même personne, l'opération deviendrait trop longue et pour la plupart des ayants droit trop tardive. Aussi le payeur se contente-t-il de remettre à chaque chef de section le montant des états qui émanent de son bureau. Ce dernier fait alors répartir entre les subdivisions de sa section les fonds nécessaires à la paye des agents et ouvriers.

Afin de prévenir les fraudes, on prend généralement la précaution de faire payer par un agent autre que celui qui a relevé les attachements ou dressé les états, soit en choisissant dans ce but, pour effectuer le payement d'une subdivision, le piqueur d'une autre subdivision, soit en chargeant de cette mission le piqueur de nuit ou garde-chef lorsque le piqueur de jour a fourni les attachements.

Les payements ne doivent se faire que contre l'acquit de la partie prenante. Pour éviter les erreurs ou réclamations, la solde des ouvriers s'effectue en présence des chefs d'équipe et des piqueurs; ceux-ci apposent leurs signatures sur les états soldés en certifiant l'exactitude de la paye et la sincérité des émargements.

La seconde catégorie des payements comprend ceux des tra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaux et fournitures en régie qui ne peuvent pas être soldés par mandats nominatifs en raison de l'irrégularité avec laquelle ils se présentent. Pour éviter les retards, tantôt l'ingénieur dispose d'une somme délivrée à titre d'avance par la caisse centrale et dont il justifie l'emploi mensuellement par la remise des états ou mémoires acquittés ; tantôt, ce qui est préférable, il a la faculté de tirer sur le receveur de la station la plus voisine du lieu de résidence de la partie prenante.

En détachant d'un registre à souche un *bon d'avance* en double expédition, l'ingénieur ou chef de section en remet un exemplaire au receveur qui délivre les fonds ; le receveur adresse cet exemplaire, comme espèces, à la caisse centrale. Le double est annexé au rôle des ouvriers ou au mémoire soldé.

Les travaux et fournitures à l'entreprise se soldent par mandats nominatifs délivrés par la caisse centrale et remis à la partie prenante soit directement, soit par l'intermédiaire de l'ingénieur de la voie.

Recettes. — Les comptes ouverts aux diverses catégories de travaux énumérées précédemment doivent être crédités soit de la valeur des matériaux hors de service, soit du produit des locaux dépendant de la voie, soit enfin des travaux exécutés pour le compte des autres services ou pour celui des personnes étrangères à l'administration.

Ces opérations donnent généralement lieu à de simples contre-passements d'écritures, l'encaissement des espèces se faisant plus régulièrement par l'entremise des receveurs de la ligne ou du caissier central.

§ IV.

AFFAIRES GÉNÉRALES.

392. SECRÉTARIAT. — Toutes les questions ayant un caractère administratif ressortissent à cette branche du service : correspondance ; — archives ; — immatriculisation du personnel ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— habillement ; — mesures disciplinaires ; — congés ; — pensions ; — secours, etc. ; — rapports ; — procès-verbaux ; — ordres de service ; — expédition et transmission de pièces ; — permis de libre parcours et cartes de circulation, etc.

Comme composition de personnel, un secrétaire et un commis suffisent largement à l'expédition de toutes les affaires d'une ligne de 200 à 250 kilomètres. Pour les lignes plus importantes, l'adjonction au secrétariat d'un chef de section hors cadre est de grande utilité.

Enregistrement. — Un chemin de fer en exploitation, avons-nous déjà dit, appartient aux services publics. Toute affaire qui le touche directement et même indirectement, parût-elle d'ailleurs peu intéressante au premier abord, peut à un moment donné acquérir une certaine importance et doit, par conséquent, prendre rang dans les attributions du service compétent. En tous cas, elle s'introduit sous forme d'un document, manuscrit ou imprimé.

Pour suivre toutes les phases de l'affaire, il faut conserver la trace de chaque document adressé au service, et pour cela l'inscrire dans un registre spécial, l'*indicateur d'entrée*, auquel on donne une forme se rapprochant du tableau suivant :

N° D'ORDRE.	DATE DE LA RÉCEPTION.	N° DE LA PIÈCE et nombre d'annexes.	ORIGINE NOMS, QUALITÉS ET DEMEURE.	CLASSEMENT.		RÉSUMÉ DE LA PIÈCE.	SUITE DONNÉE.
				Carton	Dossier		

Dans le même but, on inscrit les pièces émanant de l'ingénieur dans un autre registre, l'*indicateur de sortie*, disposé comme suit :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N° D'ORDRE.	DATE DE L'EXPÉDITION.	NOMBRE D'ANNEXES.	ADRESSES NOMS, QUALITÉS ET DEMEURE.	CLASSEMENT DE LA MINUTE.		RÉSUMÉ.	SUITE DONNÉE.
				Carton	Dossier		

Personnel. — Le personnel des chemins de fer comprend deux catégories d'agents : le personnel *commissionné* et le personnel *en régie* ou employé à la journée.

— Les agents de la première catégorie sont nommés, suivant l'importance de leur grade, par l'administration ou son délégué, ou par le chef de service dûment autorisé. Ils reçoivent tous une *commission* signée par le ou les fonctionnaires compétents.

Il est indispensable que le chef de service possède, sur tout le personnel, les plus complets renseignements. Aussi tout candidat doit-il, pour obtenir une nomination, présenter à l'appui de sa demande les indications suivantes :

— Ses noms et prénoms ; — le lieu et la date de sa naissance ; sa profession antérieure ; — le patronage sur lequel il s'appuie.

A sa demande, il annexe un certificat du médecin de l'administration constatant qu'il n'est affligé d'aucune maladie ou infirmité pouvant le rendre impropre au service.

Les compagnies de l'Est et de l'Ouest (France) exigent en outre la production d'un extrait du casier judiciaire délivré par le chef du parquet de l'arrondissement du lieu de naissance.

L'administration du chemin de fer de l'Etat belge réclame de chaque agent commissionné la production de la *feuille de signalement* — chap. XII, § 1, 396 —.

Lorsque l'agent est nommé, tous les renseignements qui le concernent sont inscrits au secrétariat dans un registre matricule avec l'indication du poste assigné, du traitement, etc.

Indépendamment de cette inscription, le secrétariat forme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour chaque agent un dossier particulier renfermant la copie de toutes les pièces qu'il a produites.

Enfin, pour abréger les recherches, on peut, comme au chemin de fer du Nord français, disposer à l'égard de chaque agent commissionné une *fiche* collée sur carton et qui, classée dans son ordre alphabétique, donne tous les renseignements nécessaires. Cette fiche a la forme suivante :

CHEMIN DE FER D_____

Secrétariat _____ _____e **Division**

M_____

Né— à _____

Domicilié— à _____

Profession antérieure _____

Fonctions _____

Appointements _____

Patronage : M_____

Entré— à la Compagnie le _____

MUTATIONS ET AUGMENTATIONS DE TRAITEMENT.	OBSERVATIONS.

— Le personnel *en régie*, ou employé à la journée, qui compose la seconde catégorie, comprend les agents admis temporairement pour exécuter certains travaux urgents, les ouvriers attachés momentanément sous les ordres des chefs de chantier ou chefs d'équipe aux travaux de toute nature nécessaires à l'en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tretien ou à la construction. Ne faisant point partie des cadres, ils peuvent être congédiés à tout moment sans autre formalité qu'un avertissement préalable.

Les candidats, après avoir produit à l'appui de leur demande d'admission les pièces indiquées plus haut, sont agréés par l'ingénieur en chef sur la présentation des chefs de section ou de bureau — 394 —.

Oppositions. — Le chef du secrétariat suit aussi les questions d'*oppositions* concernant les agents du service de la voie et transmet au service du contentieux ainsi qu'à la partie intéressée tous les renseignements de la cause — 4e partie. CONTENTIEUX —.

Acquisitions de terrains. — La gestion du domaine en général dépend directement de l'administration centrale. Cependant les affaires qui touchent aux acquisitions, rétrocessions et délimitations de terrains sont introduites ou suivies par l'ingénieur du service de la voie, qui conserve dans ses archives copie des dossiers concernant toutes les affaires en cours. Le classement et la conservation de ces dossiers appartiennent au secrétariat.

Chef de section hors cadre. — Le service de la voie est chargé de la conservation du domaine du chemin de fer — 381, 382 —; or, le nombre de parcelles touchées par la ligne étant très-élevé, les agents de la voie ont de fréquentes occasions de faire valoir les droits de l'administration contre les propriétaires riverains. Mais, comme les contestations de cette nature peuvent dégénérer souvent en difficultés personnelles toujours pénibles pour les représentants du chemin de fer dans la localité, il est préférable de confier le règlement de ces questions délicates à un agent spécial attaché au secrétariat.

Cet agent peut avoir le rang de chef de section et en cette qualité remplacer temporairement un chef de section titulaire en congé ou empêché, ou bien encore diriger un travail exceptionnel que l'on ne pourrait confier à un agent du service ordinaire.

Correspondance. — Les communications pour information

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou demande de renseignements se font soit par *bulletins*, soit par lettres.

Les bulletins sont détachés d'un registre à souche qui conserve ainsi la trace des communications.

Les lettres sont numérotées et copiées dans un registre *ad hoc*, ainsi que les rapports.

Chaque document émanant du service est rédigé en minute soit par l'ingénieur lui-même, soit par l'un des agents sous ses ordres et visé pour expédition. Afin d'en faciliter le classement et la recherche ultérieure, chaque pièce ne traite que d'une seule affaire.

Toutes les pièces importantes qui, à leur sortie, nécessitent un récépissé, s'inscrivent dans un livre d'émargement dont une colonne reçoit la signature du destinataire ou de l'intermédiaire chargé de la remise ou de l'expédition.

Pour faciliter les recherches on annexe aux indicateurs généraux un répertoire alphabétique : — 1° par nom de personnes ou de corps moraux ; — 2° par nature d'affaires ; — 3° par qualité de correspondant ; — 4° par lieu de provenance.

Un ou plusieurs employés, selon l'importance du service, placés sous les ordres du chef de bureau, tiennent ces divers registres.

Archives. — Les formalités d'inscription accomplies, les pièces sont classées aux archives par *liasses*, *dossiers* et *cartons*. La *liasse* se compose des pièces relatives aux détails d'une seule affaire. Chaque pièce reçoit un numéro d'ordre rappelé sur l'enveloppe de la liasse avec l'analyse de la pièce.

Le *dossier* comprend toutes les liasses qui se rapportent à une même affaire ; sa chemise porte l'indication des liasses dont il se compose.

Le *carton* renferme tous les dossiers relatifs aux affaires de même nature.

Chaque pièce qui passe au secrétariat reçoit donc successivement : — 1° le numéro de l'indicateur ; — 2° le numéro du carton ; — 3° le numéro du dossier ; — 4° le numéro de la liasse ; — 5° le numéro d'ordre dans la liasse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les pièces appartenant aux archives ne peuvent être déplacées ni distraites. Le chef du secrétariat ne doit jamais s'en dessaisir sans un ordre de l'ingénieur et seulement contre un reçu. Le mieux est de ne délivrer que des copies certifiées.

Observation. — Le chef du secrétariat est invité à rappeler régulièrement à l'ingénieur les affaires restant à résoudre, les questions en retard.

393. INGÉNIEUR, CHEF DU SERVICE DE LA VOIE. — *Fonctions en général.* — Tous les agents dont nous avons jusqu'ici tracé les devoirs fonctionnent sous les ordres directs de l'ingénieur chargé du service de la voie.

Responsable vis-à-vis de l'administration de l'application rigoureuse et ponctuelle de toutes les prescriptions ayant trait à l'exploitation de la ligne dans la limite de ses attributions, ce fonctionnaire a pour mission de diriger son personnel de manière que la circulation des trains soit assurée et le domaine de l'administration intégralement conservé, en apportant dans les dépenses la plus rigoureuse économie eu égard aux besoins du service.

Comme agent supérieur, l'ingénieur doit aussi rechercher et étudier tout ce qui peut donner le plus d'extension au trafic, faire rendre à l'entreprise le maximum de produits avec le minimum de frais, donner enfin satisfaction aux légitimes intérêts du public dans des limites compatibles avec la sécurité générale et les moyens dont l'administration dispose.

Sans entrer dans tous les détails qui pourraient leur faire perdre de vue l'ensemble du service, les ingénieurs doivent tenir la main à ce que les ordres relatifs à l'entretien de la voie, de ses dépendances et du télégraphe, à l'exécution des travaux neufs, à l'entretien des bâtiments, des ouvrages d'art, du matériel fixe et de toutes les constructions affectées au service de l'exploitation soient exactement observés et appliqués par tous les agents sous leur direction.

Assurer à la circulation une marche régulière, telle doit être la préoccupation constante du personnel. L'ingénieur porte donc son attention sur tous les points qui lui paraissent défec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tueux, sur les cantons menacés par la chute des talus mal consolidés, la venue des glaces ou des neiges et l'envahissement des eaux.

Lors des débâcles et des grandes perturbations atmosphériques, l'ingénieur excite l'attention du personnel par des circulaires qui rappellent au besoin les ordres antérieurs. De sa personne, il se rend sur les points en danger, étudie les phénomènes contre lesquels il s'agit de lutter, indique les procédés applicables dans les diverses circonstances, et prescrit les réparations à effectuer sans délai.

Il reconnaît par de fréquentes inspections que les écoulements d'eau sont bien ménagés, les talus et banquettes bien entretenus, la plate-forme du ballast constamment maintenue au profil prescrit, les plantations en bon état, tondues et échenillées en temps voulu ; les herbes et coupes de bois vendues et enlevées aux époques réglementaires.

L'entretien des bâtiments réclame aussi tous ses soins. Il veille à ce que tous les locaux soient convenablement occupés et répartis suivant les besoins réels, à ce que toutes les constructions exposées aux chances d'incendie soient assurées et toutes les précautions prises pour éviter le feu ou l'arrêter sans retard.

Rapports périodiques du personnel. — En fait d'exploitation, rien ne doit passer inaperçu. Si l'ingénieur ne veut pas s'absorber dans les détails, il peut du moins par ses relations permanentes avec ses subordonnés se tenir constamment au courant de tout ce qui touche à son service.

En conséquence, et pour laisser à chacun sa part de la responsabilité imposée à l'ensemble du personnel, il faut que tout agent qui exerce une fonction à l'extérieur, qui dirige ou surveille un groupe d'ouvriers en nombre quelconque, l'exécution d'un travail ou d'une fourniture, adresse à son chef immédiat un rapport périodique relatant tous les faits, même les plus insignifiants en apparence, qui peuvent se présenter.

Ainsi le chef d'équipe remet chaque matin au piqueur de son district un rapport — Annexes M — contenant la désigna-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion des ouvriers et des matériaux employés dans son district ; le temps appliqué aux travaux effectués ; l'indication détaillée de ces travaux ; enfin les faits anormaux signalés pendant les tournées dans la circulation des trains ; les procès-verbaux dressés à charge des contrevenants aux règlements de police.

Le piqueur porte tous les jours dans un carnet *ad hoc* — Annexes M — les noms des agents et le temps employé ; il en fait, chaque quinzaine, un relevé qu'il transmet au chef de section.

Le piqueur adresse au chef de section, tous les jours en rentrant de tournée, un rapport en double expédition — Annexes M — sur l'état de la voie, sur la surveillance de la ligne, sur les faits divers concernant le service et la marche des trains [1].

Il joint à son rapport quotidien certaines pièces, suivant le cas, telles que : demandes de matériaux, bulletins d'expédition ou de réception, procès-verbaux, etc.

L'un des exemplaires de ce rapport quotidien est conservé

[1] Indépendamment des attachements qu'il est chargé de tenir, le piqueur mentionne dans son rapport journalier :

1° L'itinéraire de ses tournées, avec tous les renseignements nécessaires pour permettre d'apprécier la marche des trains et le service des gardes, chefs d'équipe, etc. ;

2° Tous les détails relatifs à la surveillance des passages à niveau et des autres parties de la voie ;

3° Les observations auxquelles peuvent donner lieu la tenue personnelle des agents et celle des divers objets à eux confiés ;

4° Les propositions d'amende ou de révocation des agents placés sous ses ordres ;

5° Les réclamations ou demandes desdits agents ;

6° Les observations sur l'éclairage de la voie, des signaux et des trains

7° Les actes commis par la malveillance et pouvant porter atteinte à la sécurité publique ;

8° Les accidents de toute nature parvenus à sa connaissance ;

9° Les heures auxquelles il a rencontré les trains, ainsi que le lieu de la rencontre ;

10° Les demandes d'objets nécessaires au service ;

11° L'indication des objets trouvés sur la voie et de leur remise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par le chef de section, qui adresse l'autre expédition à l'ingénieur avec ses observations.

Toutes les fois qu'un fait important se passe sur la ligne, le piqueur en fait un *rapport spécial* lorsque le chef de section n'est pas lui-même sur les lieux pour en rendre compte.

Le chef de section, à son tour, fait parvenir régulièrement à l'ingénieur un rapport hebdomadaire ou bi-mensuel.

Pour faciliter l'intelligence des renseignements transmis à l'ingénieur qui contrôle les indications données par les chefs de section en les rapprochant des états de dépenses, il est bon de diviser le rapport hebdomadaire – Annexes M — en trois parties traitant séparément :

— Des travaux neufs et de grosses réparations ;

— Des travaux de réfection de la voie ;

— Des travaux d'entretien.

Ces rapports comprennent tous les renseignements, tous les faits intéressant directement ou indirectement le service.

Le chef de section y note les tournées qu'il a faites, réglementaires ou exceptionnelles, les observations recueillies dans ses parcours, etc.

Les communications et rapports des divers agents doivent être rédigés avec simplicité, clarté et concision, débarrassés de toutes banalités ou amplifications inutiles.

La sécurité publique demande que les indications transmises soient toujours parfaitement intelligibles pour tout le monde et coordonnées à cet effet suivant une disposition bien arrêtée.

Circulaires et ordres de service. — L'ingénieur transmet ses instructions générales aux chefs de section au moyen d'*ordres de service* ou de circulaires dans lesquelles tantôt il renouvelle les prescriptions antérieures, tantôt il appelle l'attention des agents sur les mesures à prendre dans certains cas déterminés : modification dans la marche des trains, changement de saisons, brouillards, grandes eaux, neiges abondantes, etc., etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il importe que tous les agents chargés d'exécuter ou de faire exécuter un ordre en aient complète connaissance, ce qui s'obtient au moyen d'un exemplaire de chaque circulaire ou d'un extrait certifié remis à chacun des agents. Toute circulaire ayant trait à un objet déjà traité doit rappeler la circulaire ou l'ordre de service précédent et l'annuler au besoin.

Les ordres manuscrits ou imprimés forment une collection que chaque agent est tenu de conserver soigneusement.

Trains de matériaux. — L'ingénieur répartit entre les sections le matériel roulant spécialement affecté aux travaux.

Pour chaque train de ballast ou de matériaux l'ingénieur doit indiquer d'une manière très-précise à l'exploitation le nombre de wagons à remorquer, les points de départ et d'arrivée et l'époque où ces trains sont nécessaires.

Le service de l'exploitation qui combine chaque train avec le mouvement général fixe l'heure de départ et de retour, les garages, désigne le nombre et les agents de son service qui auront la direction du train sous leur responsabilité, le nombre des freins, etc. — 3e partie. EXPLOITATION —.

Cette règle générale subit cependant une exception ; en cas d'urgence, l'ingénieur ou le chef de section, sous sa responsabilité, peut s'entendre sur place avec l'agent du dépôt des machines et le chef de la station principale la plus proche, pour la mise en marche des trains de matériaux ou de secours.

Il n'en est pas moins obligé d'aviser sans retard le service du mouvement, la direction et le représentant de l'administration publique, s'il y a lieu.

Approvisionnements. — L'ingénieur est chargé du service des approvisionnements. Il propose la mise hors de service des matériaux entrant dans la constitution de la voie, du matériel fixe et des accessoires de la voie. Il procède ou fait procéder sous sa responsabilité à la réception des fournitures et matières nécessaires à l'exécution des travaux neufs, de réfection ou d'entretien — chap. XII, § II —.

Il fait établir l'inventaire de toutes les matières en œuvre ou en approvisionnement sur la ligne et dans les dépôts ; contrôle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et vérifie les inventaires partiels des agents sous ses ordres; surveille la comptabilité des magasins; redresse les erreurs commises; signale à l'administration les infractions aux instructions données; arrête aussitôt que possible l'emploi fautif des objets confiés aux divers agents de l'administration; adresse périodiquement à la direction l'état des matériaux nécessaires à l'entretien et soumet les propositions de marchés à conclure.

Ordonnancement des dépenses. — L'ingénieur vérifie toutes les pièces comptables de son service. Il s'assure notamment que les dépenses sont convenablement effectuées, que tous les états sont régulièrement dressés, que les matières et main-d'œuvre ont été judicieusement employées; enfin, que le montant des frais rentre dans les allocations budgétaires, etc. Il soumet alors ces pièces, munies de son *visa*, à l'ordonnancement de l'administration. Les payements doivent être effectués à des époques déterminées par le service de la caisse centrale et de ses succursales.

Permis de circulation. — Aucune personne ne pouvant circuler dans les trains sur les machines et sur la voie sans un billet de place, un *permis* ou un *extrait de commission*, l'ingénieur a soin que chaque agent de son service soit muni des pièces nécessaires pour effectuer les parcours rentrant dans l'accomplissement de ses fonctions, et veille à ce qu'il ne dépasse point les limites assignées à ses inspections.

Discipline. Les mesures disciplinaires sont ordinairement:

— La réprimande;

— L'amende ou la privation de traitement ou salaire pendant un certain nombre de jours;

— La suspension avec privation de traitement;

— La révocation.

Les trois premières mesures sont appliquées par l'ingénieur de la voie sur la proposition des chefs de section, et la dernière par l'administration sur la proposition de l'ingénieur.

Un rapport mensuel sur toutes les punitions infligées est adressé par l'ingénieur à l'administration; mais en cas de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suspension l'ingénieur doit faire immédiatement un rapport spécial.

Afin d'échapper à des sollicitations souvent importunes, l'ingénieur ne doit conserver le droit d'accorder un congé que pour un jour ou deux au plus. L'autorisation de faire une plus longue absence n'est alors donnée que par l'administration.

Chaque demande ou proposition de congé est accompagnée d'une note sur les dispositions prises pour le remplacemement momentané du permissionnaire.

L'ingénieur doit veiller à ce que tout agent, ayant même obtenu l'autorisation de s'absenter, ne quitte son poste qu'après y avoir installé son remplaçant et s'être assuré que ce dernier est parfaitement au courant du service.

A son tour le remplaçant ne peut quitter le poste temporairement occupé que lorsqu'il est relevé. En remettant son service, le remplaçant doit signaler les faits exceptionnels survenus pendant l'absence du permissionnaire.

Observation. — Les affaires du service de l'ingénieur doivent être traitées avec célérité. Pour les activer et en même temps simplifier les communications, l'ingénieur est tenu de visiter la ligne et les stations au moins une fois par semaine. Dans ses tournées il entend les observations de ses subordonnés, se met en rapport avec les agents des autres services, juge par lui-même les questions à l'ordre du jour et cherche à les résoudre par la voie la plus simple.

Il en agit de même dans ses rapports avec l'administration supérieure, réservant l'emploi des communications écrites aux cas de mesures intéressant directement la sécurité de la circulation ou l'emploi des fonds, questions engageant la responsabilité personnelle. Comme on l'a dit, les pièces doivent être concises et réduites à l'exposition claire et simple de l'affaire à résoudre.

Dans les autres cas, la solution s'inscrit le plus souvent sur la pièce portant proposition ou indication.

Soins à donner au personnel. — Au moment de clore cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

énumération des devoirs imposés à l'ingénieur de chemin de fer, il ne nous est pas permis d'oublier l'une des plus importantes de ses obligations. Le personnel attaché au service de la voie est chargé de fonctions qui réclament en général un grand développement de forces et d'activité, une santé robuste, une intelligence suffisamment développée, de la présence d'esprit, du sang-froid et beaucoup de dévouement.

L'ingénieur qui désire tirer tout le parti possible du personnel placé sous sa direction, doit veiller à ce que tous les agents se trouvent dans des conditions d'alimentation et d'hygiène convenables.

Il s'assurera donc constamment :

— Que le salaire des agents suffit à leur entretien, à celui de leur famille et, s'il est possible, à la réalisation de quelques épargnes — 393 —.

— Que les enfants reçoivent l'éducation et l'instruction élémentaire et professionnelle convenables ;

— Que les agents peuvent approvisionner leur ménage de substances saines et à des prix raisonnables ;

— Que leurs vêtements sont appropriés aux conditions de leur service et aux règles de l'hygiène ;

— Que leur habitation est tenue en bon état d'entretien, propre, bien aérée, à l'abri de l'humidité et des excès de température ;

— Qu'en cas de maladie, les agents et les membres de leur famille reçoivent aussi promptement et aussi souvent qu'il est nécessaire la visite du médecin et les médicaments prescrits.

A ces conditions seulement l'administration trouvera dans son personnel un concours dévoué indispensable à la marche régulière et sûre l'exploitation.

Nous reviendrons ailleurs — ADMINISTRATION — sur ces questions intéressantes à tous égards, lorsque nous étudierons l'organisation du service médical, des caisses de secours ou de prévoyance et des caisses de retraite.

Il est cependant opportun d'indiquer ici un fait d'observation. Dans les grandes villes, certains médecins, trouvant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans leur clientèle particulière une rémunération plus élevée que celle allouée par l'administration, manquent quelquefois d'exactitude dans l'accomplissement de leur devoir et ne consacrent pas toujours au service de l'administration tout le temps nécessaire.

Ailleurs le dévouement ou les capacités des médecins officiels n'inspirent pas une confiance absolue. Aussi n'est-il pas rare de voir des agents du chemin de fer se contenter de faire constater la maladie ou l'incapacité de travail par le médecin officiel et recourir aux soins d'un homme de l'art étranger à l'administration qui leur paraît offrir plus de garanties.

De telles déviations aux dispositions prises en vue du bien-être des agents réclament un sérieux examen : l'ingénieur les signalera à la sollicitude de l'administration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XII.

GESTION DU SERVICE.

---

§ I.

PERSONNEL.

394. Choix du personnel. — Quelque parfaits qu'aient été le tracé et la construction du chemin, une voie formée de matériaux excellents et établie dans des conditions irréprochables devient très-rapidement mauvaise et la dépense d'exploitation exorbitante, si le personnel chargé de l'entretien manque d'expérience, d'intelligence et d'activité.

Réciproquement, un entretien judicieux poursuivi avec persévérance peut souvent diminuer les difficultés qui proviennent d'un premier établissement défectueux.

Le résultat cherché dépend essentiellement de la composition du personnel; pour l'obtenir, le chef de service a besoin de toute son indépendance, afin de se tenir en garde contre des influences de diverse nature et d'une grande sagacité dans le choix de ses agents.

En premier lieu, ne pas tenir compte de recommandations accordées à des postulants sans mérite, quel que soit d'ailleurs le patronage; car, céder à certaines influences, confier des fonctions souvent importantes, quoique modestes, à un candidat dénué des garanties requises, manquant d'instruction spéciale ou d'antécédents recommandables, et cela uniquement en vue de se débarrasser de sollicitations indiscrètes, c'est, il ne faut pas le dissimuler, commettre une faute lourde et prendre une responsabilité parfois très-grave.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En second lieu, éviter de charger d'une besogne en désaccord avec ses aptitudes particulières un agent qui a pu faire apprécier ses qualités dans un autre poste. Tels agents très-consciencieux d'ailleurs, et rendant de bons services dans des circontances données, sont devenus de médiocres employés à la suite de changement de fonctions. Un résultat tout opposé peut aussi se présenter, mais plus rarement.

Enfin, s'agit-il de pourvoir à une vacance ou de créer quelque poste nouveau? avant de porter ses recherches sur des candidats étrangers à son service, un bon administrateur examinera scrupuleusement son personnel afin de s'assurer que parmi les agents sous ses ordres il ne se trouve pas un candidat apte à remplir les conditions voulues.

Plusieurs raisons majeures plaident en faveur de ce mode de recrutement : encouragements donnés au personnel en général, ainsi rassuré sur son avenir ; — juste récompense de services rendus ; — utilisation complète de l'expérience acquise souvent aux dépens de l'administration.

Rappelons à ce propos que les agents des chemins de fer sont divisés en deux catégories : — les employés commissionnés ; — les employés en régie — 392 —. Ces derniers, attachés comme auxiliaires ou temporaires à des travaux spéciaux, font en quelque sorte un surnumérariat, un stage, pendant lequel ils peuvent donner la mesure de leurs capacités, de leur zèle ; ils se présentent tout naturellement au choix du chef de service après ce temps d'épreuve pour passer dans la catégorie des employés commissionnés.

Une moralité bien établie ; une constitution robuste, exempte d'infirmités, surtout pour les agents du service actif; une bonne ouïe, une excellente vue affranchie des altérations connues en oculistique sous les noms de *photophobie*, d'*héméralopie*, de *nyctalopie* et enfin de *daltonisme*, infirmité des yeux qui fait prendre les couleurs les unes pour les autres ; — une instruction en rapport avec l'emploi à occuper : telles sont les conditions générales que le chef de service exigera du personnel rangé sous ses ordres. Quant aux conditions spé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciales, elles peuvent se résumer dans les indications suivantes :

Cantonniers, poseurs. — Autant que possible, on les choisira parmi les ouvriers d'états, qui savent lire, écrire et calculer, et qui se sont distingués par leur travail, particulièrement lors de la construction de la ligne.

Gardes-barrières, gardes-ligne. — Généralement ces emplois sont réservés aux poseurs ou chefs d'équipe qui, ayant fait leurs preuves d'assiduité et de bonne tenue, ne réunissent plus les conditions de santé et de vigueur nécessaires à l'exercice de leurs premières fonctions. On donnera la préférence aux hommes mariés et attachés à la localité où l'emploi doit s'exercer.

Chefs d'équipe, gardes-chefs, surveillants. — Les recruter parmi les poseurs les plus instruits, les plus intelligents, les plus actifs et rompus à la discipline militaire.

Piqueurs, chefs-poseurs. — Le développement des détails relatifs au service des piqueurs donné au chapitre précédent — 381 — nous dispense d'insister ici sur les conditions morales, intellectuelles et physiques que ces agents doivent réunir.

Pour remplir les fonctions de piqueur ou de chef-poseur, deux catégories de candidats se présentent : d'une part, celle des chefs d'équipe, surveillants et gardes-chefs les plus intelligents, les plus énergiques et les plus expérimentés; d'autre part, celle des élèves des écoles spéciales, des employés de bureau possédant des notions techniques et administratives suffisantes pour se mettre rapidement au courant des fonctions du service actif.

La seconde catégorie offre évidemment plus de chances de réussite. Ce n'est cependant pas une raison pour exclure la première, loin de là. Il faut absolument maintenir les deux catégories en concurrence et stimuler leur zèle en ouvrant une perspective d'avancement aux agents peu favorisés par les circonstances à leurs débuts dans la vie. L'expérience est tout en faveur de cette mesure éminemment libérale et judicieuse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comptables, commis, gardes-magasins. — Autant que possible, on recrute ces agents parmi ceux qui ont fait leurs preuves en qualité d'employés auxiliaires, notamment parmi les fils d'anciens agents et qui, pourvus d'une instruction convenable, se sont montrés dignes de l'emploi — 390 —.

Chefs de section. — Nous avons reporté aux annexes J le programme des connaissances exigées par l'administration du chemin de fer de l'État belge pour l'obtention du grade de chef de section. Rien de superflu dans ce programme, qui pèche plutôt par défaut que par excès. Aussi insistons-nous pour que les administrateurs portent leur choix exclusivement sur des candidats expérimentés et possédant au moins ces connaissances, indispensables quand il faut faire face à toutes les éventualités de l'entretien et de la construction des chemins de fer.

395. SALAIRES ET TRAITEMENTS. — Le problème le plus ardu que l'industrie ait à résoudre est celui-ci : rémunérer convenablement un service rendu, un travail effectué. Si cette rémunération s'établit souvent d'après la loi économique de l'offre et de la demande, l'équité veut cependant qu'elle prenne pour base le minimum des dépenses imposées à tout homme dans des conditions normales. Essayons d'établir ces conditions et ce minimum.

Notre point de départ sera le budget d'une famille composée d'un ouvrier, de sa femme et de trois enfants. Supposons cette famille sans charges exceptionnelles, placée dans deux situations très-différentes : 1° aux abords d'une petite ville de province comme il s'en rencontre un très-grand nombre sur le parcours des chemins de fer ; 2° dans une localité importante, Paris, par exemple. Dans ces deux hypothèses, les dépenses annuelles d'une famille d'ouvrier peuvent se chiffrer de la manière suivante :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Indication des dépenses.	En province.	A Paris.
Logement.....	80f	220f
Nourriture.....	1 060[1]	1 460[2]
Vêtements.....	180	240
Eclairage, chauffage, divers.....	70	100
Total des dépenses annuelles..	1 390f	2 020f

Nous admettons ici que la famille se trouve au voisinage d'une école gratuite, car rien dans ces dépenses ne se rapporte aux frais d'instruction des enfants.

En France, la moyenne du traitement d'un ouvrier de la voie attaché en permanence au chemin de fer est de 900 francs en province et de 1 100 francs à Paris.

L'ouvrier de province jouit souvent d'un jardin appartenant au domaine du chemin de fer, et qui moyennant une heure ou deux de travail par jour lui fournit des produits valant, bon an mal an, de 150 à 200 francs.

L'ouvrier des grandes villes, qui n'a pas cette ressource, reçoit pour travaux effectués en dehors de la journée ordinaire une allocation supplémentaire de 200 francs environ [3].

Le rapprochement de ces chiffres démontre que pendant les premières années de ménage la situation de l'ouvrier dans les conditions indiquées est bien précaire, si sa famille n'apporte pas son contingent dans le budget des recettes.

Quant à l'ouvrier fixé par son poste en pleine campagne, il est parfois mieux partagé que l'ouvrier des villes, surtout s'il

[1] 2f,90 par jour, ainsi répartis :

Pain.....	0f,75
Vin, cidre ou bière	0 ,50
Repas du matin.....	0 ,20
— du midi	0 ,60
— du soir.....	0 ,85

[2] 4 francs, par jour, ainsi répartis :

Pain.....	1f,00
Vin, cidre ou bière.....	0 ,70
Repas du matin	0 ,25
— du midi.....	0 ,90
— du soir.....	1 ,15

[3] 4e partie. ADMINISTRATION : *Pensions, Institutions coopératives.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possède la maison qui abrite la famille et le champ qui la nourrit ; car le logement et la nourriture coûtent ici moins cher que dans les deux cas précédents [1].

Passons au budget des employés, commis, comptables, etc. Les dépenses annuelles dont il se compose descendent rarement au-dessous des chiffres suivants :

Logement	300f
Nourriture	1 500
Vêtements	450
Eclairage, chauffage, etc	120
Instruction des enfants	330
Dépenses annuelles totales	2 700f

[1] Cette question du budget des ouvriers dépend absolument de l'état de la civilisation du pays, de la facilité des communications, du prix du blé, des besoins personnels, du taux de l'intérêt de l'argent, etc. Voici, à ce sujet, des indications que nous relevons dans un livre très-consciencieux publié par M. Amy Boué, *la Turquie d'Europe* [*], p. 125, t. III : « Une grande maison dans les villes serbes coûte de 1 000 à 2 500 francs ; à Belgrade, où la place à bâtir est rare, les maisons à un étage se vendent de 5 000 à 15 000 francs. Dans les pays où le bois est pour rien, une maisonnette de paysan se bâtit pour 12 à 20 francs, sans compter les journées de travail. En Bosnie, une grande habitation en bois peut s'établir dans les montagnes pour 200 francs. »

Page 127, t. III : « Le prix de la journée de l'ouvrier varie en Turquie entre des limites très-écartées. Ainsi à Scutari d'Albanie, sur la mer Adriatique, un manœuvre gagne par jour 1 fr. 20 à 1 fr. 55 ; à Kragoujevatz, ville importante dans les montagnes de Serbie, 0 fr. 85 par jour avec trois repas ; à Belgrade, 1 fr. 20 à 1 fr. 35 sans nourriture ; dans la Bosnie méridionale, il ne reçoit que 0 fr. 25 à 0 fr. 50 par jour avec ses trois repas. A Mostar, en basse Herzégovine, l'ouvrier se paye 1 fr. 30 quand les jours sont longs, 1 fr. 05 quand ils sont courts ; à Etropol, en Bulgarie, il n'obtient au contraire que 0 fr. 12 avec la nourriture. A Brod, en Esclavonie, hommes et femmes reçoivent 1 franc en été, 0 fr. 85 en hiver. Enfin à Ichtiman, au pied du Balkan, entre Sophia et Tatarbazardzick, l'ouvrier nourri reçoit 0 fr. 18 par jour. »

Ajoutons à ces renseignements, qui datent déjà de trente années, mais

[*] Paris, Arthus Bertrand. 1840.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque le traitement de l'employé n'atteint pas ce montant, et c'est le cas pour le plus grand nombre, il faut pendant les années d'éducation et d'entretien des enfants que le mari et la femme suppléent au déficit : le mari, par des travaux supplémentaires ; la femme, par son industrie, en dirigeant un atelier, un magasin, etc.

Nous savons enfin[1] que, dans certaines circonstances, les administrations viennent en aide par des allocations spéciales à leurs agents peu rétribués.

Pour fixer les allocations supplémentaires, on doit tenir compte des charges de famille et des services rendus.

Si nous voulions poursuivre les recherches relatives à la question des salaires, nous serions entraînés bien au delà de notre cadre ; mais les indications qui précèdent et les usages locaux nous paraissent devoir suffire comme guides pour le chef de service, dans les différents cas de la pratique. A titre de renseignements, nous résumons dans les tableaux suivants les salaires et traitements alloués aux agents du service de la voie dans quelques-unes des lignes qui aboutissent à Paris.

EMPLOI.	TRAITEMENT ANNUEL.	EMPLOI.	TRAITEMENT ANNUEL.
Piqueur.....	1500f à 2000f	Sous-chef de section.	2200f à 3000f
Garde-magasin.....	1500 à 2000	Chef de section.....	3000 à 4500
Employé auxiliaire....	1500 à 2000	Chef de division....	6000 à 7000
Dessinateur.....	1800 à 2400	Ingénieur principal..	9000 à 15000
Comptable.....	1800 à 3000	Ingénieur en chef...	24000 à 36000

N. B. Les traitements alloués aux agents fixés à Paris sont en général supérieurs d'un quart aux traitements du même grade en province.

qui ont peu varié, surtout dans les localités en dehors du rayon des nouvelles voies de circulation, que le garde-ligne des chemins russes est payé à raison de 9 roubles, soit 36 francs par mois, ou 432 francs par an.

[1] 4e partie ADMINISTRATION, *Institutions coopératives*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EMPLOI.	TRAITEMENT FIXE ANNUEL.		
	SUR LA LIGNE.	DANS LES GRANDES STATIONS	A PARIS.
Poseur.....	780f à 900f	840f à 1100f	1080f à 1200f
Chef d'équipe..	1000 à 1100	1100 à 1300	1300 à 1400
Garde-barrière:			
Homme.....	800 à 900	900 à 1000	1100 à 1200
Femme.....	50 à 300		
Equipe volante.			
Serrurier.....	»	1080 à 1200	1500 à 1700
Menuisier....	»	1080 à 1200	1400 à 1500
Forgeron.....	»	1080 à 1200	1400 à 1500
Charpentier...	»	1080 à 1300	1500 à 1700
Chef d'équipe..	»	1300 à 1600	1800 à 1900

Voici comment est rétribué le personnel du service du matériel de la voie dans une grande compagnie :

Ingénieur.....	12 000f
Inspecteur chargé des études.....	6 000
Chef du bureau des études.....	3 500
Dessinateurs.....	2 100 à 2 400
Calqueurs.....	1 200 à 1 500
Inspecteur chargé du contrôle.....	6 000
Secrétaire, contrôleur.....	4 000
Contrôleurs dans les usines.....	3 000
Sous-contrôleurs dans les usines.....	1 800

Les dessinateurs et calqueurs reçoivent 1 franc par heure pour les travaux exécutés en dehors des heures de bureau; mais il est préférable de faire des marchandages.

Les contrôleurs reçoivent une indemnité de déplacement de 50 francs par mois.

En Allemagne et dans les autres pays du continent, tous les traitements sont notablement inférieurs aux chiffres que nous venons d'indiquer, et les chemins y sont à tout le moins aussi bien entretenus et exploités qu'en France.

Frais de déplacement. — Aux agents dont le temps se partage entre des travaux sédentaires et des inspections périodiques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au dehors, on alloue une indemnité dite *de déplacement*, destinée à couvrir la différence entre les dépenses personnelles de ces agents lorsqu'ils vivent dans leur domicile habituel et les dépenses supplémentaires occasionnées par les absences.

Pour prévenir les abus, quelques administrations règlent ces frais de déplacement sur un taux parfois trop modique. En lésinant sur ce très-minime article des dépenses d'entretien, elles exposent leurs agents aux chances d'un conflit possible entre l'intérêt personnel et le devoir, conflit qui se traduit quelquefois par une moindre fréquence des inspections, chose toujours fâcheuse pour le service. Sans tomber dans la prodigalité, on peut tarifer ces frais assez largement pour qu'au besoin les agents y trouvent une légère compensation aux inconvénients de vivre hors de leur domicile et une excitation à répéter fréquemment leurs tournées. Il y a bien encore un correctif : la fixation du nombre de tournées dans une période donnée ; mais ce correctif autoritaire satisfait moins complétement la question que l'impulsion de l'intérêt personnel — 391 —.

Comme renseignements sur l'importance des allocations, le tableau page 613 reproduit les dispositions prises par l'administration des travaux publics pour le règlement des frais de déplacements. Lorsque les fonctionnaires, à raison de leurs fonctions, jouissent de la libre circulation sur tout ou partie des chemins parcourus, l'indemnité portée au tableau pour frais de déplacements est réduite :

de.....	0f,20	0f,15	0f,125	0f,10
à.....	0 ,09	0 ,05	0 ,05	0 ,025

Logements. — Lorsqu'on peut disposer de bâtiments convenablement appropriés, on fait bien d'y loger certains agents dont la présence sur la ligne est à tout moment obligatoire, comme les chefs d'équipe, les gardes-barrières, les piqueurs, les chefs de section — 378, 379 —. Cette organisation permet de maintenir les traitements à un taux raisonnable ; elle est nécessaire lorsque le chemin traverse une ville, où les loyers coûtent cher ; elle est indispensable lorsque le chemin est très-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Frais de déplacements arrêtés par l'administration des travaux publics. (Décembre 1854.)

DÉSIGNATION DES SERVICES.	FRAIS ET ACCESSOIRES de déplacements (par kilomètre).		FRAIS de séjour (par jour).
	Sur chemins de fer.	Sur routes de terre.	
	fr.	fr.	fr.
Services des ponts et chaussées et des mines			
Inspecteurs généraux	0,20	1,00	20,00
Ingénieurs en chef	0,15	0,50	15,00
Ingénieurs ordinaires	0,125	0,30	12,00
Elèves ingénieurs	0,125	0,30	8,00
Conducteurs et gardes-mines	0,10	0,20	5,00
Service de surveillance des chemins de fer.			
Inspecteurs généraux (missions spéciales en dehors des chemins de fer en exploitation)	»	1,00	20,00
Inspecteurs principaux (missions spéciales en dehors des chemins de fer dont ils ont la surveillance)	0,15	0,50	15,00
Inspecteurs particuliers (mêmes missions)	0,125	0,30	12,00
Commissaires de surveillance administrative (mêmes missions)	0,125	0,30	8,00
Sous-commissaires (mêmes missions)	0,10	0,20	5,00
Police des ports maritimes de commerce.			
Capitaines de port	0,125	0,30	12,00
Lieutenants	0,125	0,30	8,00
Maîtres de port	0,10	0,30	5,00
Agriculture et haras.			
Inspecteurs généraux de l'agriculture, écoles, haras	0,15	0,50	15,00
Directeurs et agents spéciaux	0,125	0,30	12,00

éloigné des habitations. Mais l'allocation d'un logement ne doit pas motiver une réduction de traitement, car elle n'est pas exempte de tracas et d'ennuis.

D'un autre côté, cette question d'allocation de logements peut conduire à de graves abus contre lesquels l'administration doit se prémunir : absence de motifs plausibles d'allocation ; — luxe d'installation ou de réparations ; — emploi à des services personnels des agents en sous-ordres ; — chauffage et éclairage gratuits non autorisés ; sous-locations irrégulières, etc.

396. AVANCEMENT, GRATIFICATIONS. — Indépendamment du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sentiment de la conscience et du contentement intime que procure l'accomplissement du devoir, on a en général besoin d'une preuve palpable de l'appréciation des services rendus, d'un excitant à persévérer dans le bien. Une administration traduit sa satisfaction de deux manières : par l'*avancement* et par les *gratifications*.

Sans parler de l'avancement par changement d'emploi examiné plus haut — 394 —, le chef de service doit disposer d'un moyen qui lui permette à la fois d'encourager, de récompenser et de conserver un bon agent : c'est l'avancement sur place, la *promotion* d'une classe inférieure à une classe plus élevée. Chaque emploi comprenant plusieurs classes de mieux en mieux rétribuées, il devient facile de stimuler les agents par la perspective du passage d'une classe dans la classe suivante. Mais que la promotion soit seulement acquise aux services bien constatés et non pas à l'intrigue, au favoritisme, à la camaraderie, au népotisme, sinon le découragement se jette dans le personnel, qui ne croit plus à la justice des chefs et ne compte plus sur l'avenir que l'administration lui promet.

On doit particulièrement affecter les gratifications à la rémunération de services exceptionnels ou à l'amélioration de traitement d'un agent d'ailleurs très-méritant, mais qui ne peut pas encore s'élever d'une classe, ou de celui qui a atteint le maximum d'avancement que comportent ses aptitudes, ou qui, parvenu à la première classe, ne peut plus avancer sans changer d'emploi.

Les gratifications sont généralement basées sur le chiffre des appointements et dispensées proportionnellement entre les plus méritants.

On admet quelquefois la répartition suivante, appliquée à la fin de chaque exercice :

Un poseur sur trois reçoit de.....	20f à 30f
Un chef d'équipe sur deux.....	40 à 60
Exceptionnellement.....	80 à 100
Un garde-barrières sur trois.....	20 à 30
Une garde-barrières sur dix.....	20 à 30

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les équipes volantes :

Un ouvrier sur deux.....	40f à 60f
Un chef d'équipe sur deux.....	60 à 100

Aux agents et employés divers on distribue environ le $\frac{1}{10}$ du traitement annuel, mais seulement à ceux dont on est satisfait ; la suppression de la gratification fait office d'avertissement et de punition.

Tels sont les moyens dont le chef de service dispose pour stimuler le zèle de son personnel, là où l'administration n'appelle pas tous ses agents au partage immédiat des bénéfices partiels ou généraux de l'entreprise, comme le fait la compagnie d'Orléans [1].

On a reproché à ce dernier système de n'offrir aux copartageants qu'un dividende en décroissance continue, conséquence de l'accroissement du réseau et de l'augmentation du nombre des ayants droit, sans remarquer que cet accroissement et cette augmentation auront un terme à l'achèvement du réseau, et qu'alors la progression du dividende reprendra son allure normale. Enfin, lorsqu'on objecte à ce système de faire disparaître le stimulant de l'intérêt individuel, on perd de vue le correctif de la surveillance réciproque que les agents exercent les uns sur les autres.

Etats et propositions concernant le personnel. — L'ingénieur présente tous les ans à la direction les tableaux du personnel et les propositions d'avancement ou de gratifications dont nous venons de parler.

Ces propositions peuvent se diviser en deux catégories de pièces à produire, d'après l'époque de l'exercice où elles sont nécessaires. La première doit comprendre — Annexes N — :

— Un état nominatif des piqueurs, surveillants, chefs poseurs, proposés pour l'avancement ;

— Un état nominatif de propositions d'avancement pour les gardes, cantonniers, poseurs, etc.;

[1] 4e partie. ADMINISTRATION, *Institutions coopératives.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Un état des agents supplémentaires payés à la journée, qu'il y a lieu de faire classer pour l'année suivante.

La direction statue immédiatement sur ces propositions.

Un mois après vient la seconde catégorie de propositions. Elle se compose comme suit :

— Un état général nominatif des ingénieurs, employés de bureau, chefs de section et employés des travaux ;

— Un état de propositions de gratification pour les piqueurs et chefs poseurs.

Cet état est dressé à la suite de la décision de la direction sur les propositions d'avancement faites dans le mois précédent, décisions dont il y a lieu de tenir compte en présentant la dernière catégorie de propositions.

Ces différentes pièces sont accompagnées de tableaux d'examen et de rapports spéciaux relatifs aux propositions d'avancement ou de gratification.

Dans le service des chemins de fer belges exploités par l'Etat[1], il est dressé tous les ans, avant le 1er juillet, une FEUILLE DE SIGNALEMENT — Annexes N — pour tout agent porteur d'une nomination royale ou ministérielle, jusqu'au grade de chef de service exclusivement, à l'exception des chefs d'atelier, machinistes et chauffeurs commissionnés.

— Les feuilles de signalement sont formulées en simple expédition, dressées en partie par l'agent en cause, visées et complétées par son chef immédiat et le chef de service.

Le chef de service en fait dresser une double expédition pour être conservée dans ses archives.

On se sert d'un modèle uniforme qui comprend les indications suivantes :

a. — **Attributions.** — Nature des fonctions (spécifier le travail).

b. — **Instruction.** — *Instruction privée*, résultant des

[1] Ministère des travaux publics de Belgique.— *Recueil administratif des lois, arrêtés et décisions*, n° 317, t. IV, 1854.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

études antérieures. Elle est signalée par les mots : *Etendue, bonne, ordinaire, faible.*

Instruction administrative ; celle qui comprend la connaissance des lois, arrêtés, règlements concernant le *service* en général auquel l'agent est attaché. Elle est signalée par les mots : *Grande, bonne, ordinaire, faible.*

c. — **Intelligence du service.** — Aptitude de l'agent au *travail* dont il est chargé. On emploie l'un des termes suivants, selon le cas : *Complète, suffisante, bornée.*

Ne pas confondre l'aptitude au travail spécial avec l'aptitude à toute autre branche.

d. — **Activité.** — C'est l'action infatigable ou la volonté énergique d'atteindre un résultat avantageux pour le service. On se sert des mots suivants : *Grande* (si l'activité n'est jamais en défaut), *ordinaire* (si l'agent a besoin d'être stimulé), *faible* (si elle est souvent en défaut ou s'il y a obstacle par défaut physique).

e. — **Zèle, dévouement aux devoirs.** — L'employé qui a *beaucoup* de zèle fait face, de son propre mouvement, à tout travail imprévu ou extraordinaire ; celui qui n'a qu'un zèle *ordinaire* ne fait que ce qu'il doit et a besoin d'être stimulé ; celui qui en a *peu* est habituellement en défaut.

f. — **Caractère.** — Les agents qui conservent dans les relations avec leurs collègues ou avec le public un esprit *récalcitrant, dénigrant, brouillon,* ou des formes *impolies, désagréables,* ne remplissent pas leurs devoirs. Ils sont signalés, selon le cas, par les termes ci-dessus ou bien par les mots *irréprochable* ou *conciliant.*

g. — **Conduite privée.** — Ce signalement est formulé par les termes : *Mauvaise, dettes, boisson, irréprochable.*

h. — **Tenue.** — Elle est indiquée comme suit : *Bonne, passable, mauvaise.*

i. — **Constitution.** — Ce renseignement est nécessaire pour apprécier l'aptitude d'un agent à certaines fonctions comportant une grande activité. Il est donné par les mots : *Forte, passable, faible.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut signaler également si l'agent a été ou est fréquemment malade.

k. — **Défauts physiques.** — Mêmes observations que ci-dessus. Ils se signalent par leur désignation caractéristique.

l. — **A quelles fonctions est-il propre?** — Indiquer les fonctions qui paraissent le mieux convenir aux aptitudes générales de l'agent, sans tenir compte de son zèle, de sa conduite, etc.

m. — **Mérite-t-il de l'avancement?** — Pour cette question, il faut avoir égard à toutes les qualités : intelligence, zèle, instruction, ancienneté, conduite, etc. On y répond par : *Oui*, *pas immédiatement*, *non*.

n. — **Punitions.** — Signaler les punitions encourues.

o. — **Observations.** — Consigner d'une manière brève les observations que le chef immédiat n'aurait pas insérées dans les rubriques de la feuille de signalement.

§ II.

APPROVISIONNEMENTS DE MATÉRIAUX.

397. IMPORTANCE DES APPROVISIONNEMENTS. — La durée du matériel fixe de la voie dépend essentiellement du degré d'activité de l'exploitation, — du poids des véhicules, — de la configuration de la ligne, — du système de construction, — de la qualité des matériaux, — des soins plus ou moins intelligents apportés à l'entretien, etc., etc.

Pour un même chemin de fer, ces données très-variables d'une ligne à une autre ligne diffèrent encore d'une section à l'autre, d'une période à une autre période, etc.

Nous ne tenterons donc pas de rechercher une loi générale propre à déterminer *à priori* les besoins d'une ligne en matériaux d'entretien. C'est par tâtonnements, par analogie que nous conseillons d'agir, en partant des données moyennes que fournit l'expérience.

Or, comme il est nécessaire de tenir en approvisionnement une certaine quantité de matériaux destinés à remplacer sur-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le-champ ceux qui deviendraient inopinément hors d'usage, bien entendu sans tenir compte des renouvellements généraux — 398 —, on peut partir des indications suivantes pour régler les quantités affectées à l'entretien courant :

Rails. — Selon l'âge et la nature des rails, on doit tenir en approvisionnement de trois à cinq rails par kilomètre de voie simple.

Coussinets en fonte. — Ces matériaux ne subissent qu'une faible détérioration résultant de l'usage normal. — Pour parer aux éventualités, cinq à six coussinets suffisent.

Eclisses. — Même observation que la précédente.

Traverses. — La mise hors de service annuelle des traverses en bois varie avec leur essence, leur mode de préparation, leur âge et la fréquentation de la ligne. — Elle paraît être relativement plus grande sur un chemin à faible circulation que sur un chemin où les trains sont nombreux — chap. VI, §§ I et II —.

L'approvisionnement normal peut être porté, sur une ligne de trafic moyen, à quatre traverses par kilomètre de voie simple —.

Coins. — Nous avons indiqué précédemment — 163, t. I —, la consommation moyenne des coins et l'époque de leur remplacement. Mais cette consommation ne saurait être considérée comme normale pour une ligne éclissée. Dans ce dernier cas, on peut compter sur le remplacement annuel d'un coin sur dix par kilomètre de voie.

Boulons, crampons, tire-fond, etc. — Ce petit matériel subit une détérioration assez marquée; sans compter les cas exceptionnels, on tient en réserve 1 à 3 pour 100 des pièces employées dans les voies.

Appareils et accessoires de la voie. — Il faut distinguer, dans ces appareils et accessoires, les parties soumises à l'usure, de celles qui n'éprouvent pour ainsi dire aucune détérioration. Ici on tiendra compte de l'espèce et de la position des pièces en œuvre. Selon qu'un changement de voie, par exemple, se trouve placé sur une voie principale ou sur une voie secon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

daire, l'appareil peut servir sans exiger de réparations pendant un laps de temps qui varie entre quelques mois et plusieurs années. Et même y a-t-il lieu d'établir une différence entre les pièces qui composent l'appareil.

Ainsi, les rails et les galets d'une plaque tournante bien construite réclament seuls un renouvellement périodique. Dans un branchement l'une des aiguilles subit plus de fatigue que l'autre. De même pour les rails contre-aiguilles, les pattes de lièvre, les branches de pointes de cœur, etc., etc.

Afin d'échapper à toute chance d'interruption dans le service, la prudence conseille de tenir en réserve dans chaque section au moins un appareil complet de chaque espèce et en outre un certain nombre de pièces de rechange, pour remplacer celles qui deviennent rapidement hors d'usage.

Quant aux appareils exceptionnels, les grandes plaques tournantes, par exemple, un seul appareil par division nous paraît plus que suffisant.

Production périodique des états de matériaux à employer. — L'ingénieur de la voie est chargé de préparer les marchés et de soumettre à l'administration les propositions de traités pour l'approvisionnement en temps utile des matériaux nécessaires à l'entretien de la voie.

Certains de ces marchés, ceux de la fourniture des bois notamment, ne se concluent favorablement qu'à des époques de l'année bien déterminées. En outre, l'ingénieur prévenu assez longtemps à l'avance des besoins de son service peut profiter d'un moment de stagnation ou de ralentissement de l'industrie pour passer un traité avantageux, et saisir une occasion favorable, circonstance qui ne se représenterait pas à une époque de grande activité dans les affaires.

Les périodes de livraison étant bien échelonnées de manière à ne pas grever son budget d'intérêts trop considérables, l'ingénieur a la faculté de faire surveiller la fabrication et d'exiger une fourniture conforme au cahier des charges. Enfin, en cas de retard, il peut s'adresser à d'autres fournisseurs.

La situation devient toute différente lorsqu'il faut recourir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à des commandes d'urgence. Pour assurer avant tout le service du chemin de fer, l'ingénieur est, dans ce dernier cas, obligé de subir des conditions de prix et de fabrication qu'il n'admettrait pas s'il n'était point pressé par le temps.

L'importance de cette question nous paraît suffisamment établie et ne pas nécessiter de plus longs développements.

L'ingénieur se fera donc remettre tous les six mois un état des matériaux à employer dans chaque section pour une période d'au moins un an, et mieux de dix-huit mois.

Cet état, qui ne comprend pas les matériaux en approvisionnement, doit être accompagné : 1° d'une note indiquant les travaux pour lesquels on prévoit l'emploi des matériaux portés sur l'état ; 2° d'un état des matériaux dont l'approvisionnement permanent est nécessaire pour assurer le service.

398. RENOUVELLEMENTS GÉNÉRAUX. — *Influence des renouvellements sur l'exploitation.* — Les dépenses de réfection des voies se composent : 1° des frais d'achat du matériel ; — 2° des frais de transport ; — 3° des frais de main-d'œuvre. A chaque renouvellement on retrouve une partie de la valeur des matériaux métalliques, mais les dépenses pour transports et main-d'œuvre sont complétement perdues[1]. Ainsi, plus une voie peut durer, moins elle exige de renouvellements et par conséquent moins elle occasionne de pertes sèches.

Il y a plus : après chaque réfection comme après une pose neuve — chap. VI, §§ IV et V —, la voie manque de résistance par défaut de tassement, de liaison dans ses éléments. Elle n'atteint le degré de cohésion nécessaire à une bonne viabilité qu'au bout de plusieurs mois d'entretien très-suivi et fort coûteux en main-d'œuvre. Cette période inévitable d'accroissement des frais normaux d'entretien se présentant à chaque renouvellement, les frais d'entretien s'abaissent d'autant plus que cette opération est moins fréquente.

Même observation relativement aux dépenses d'entretien du

[1] 3 512 francs sur 16 570 francs par kilomètre, soit 21 pour 100 des frais de réfection — chap. VI, § V —.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matériel roulant. Lorsque la voie se déforme et cède sous le passage des trains, tous les organes des véhicules éprouvent des réactions suivies d'avaries d'autant plus nombreuses et plus graves que la voie est moins stable.

Enfin, et nous insistons sur ce point, la sécurité de la circulation n'existant que comme conséquence de la liberté de la voie, chaque réparation, *à fortiori*, chaque réfection compromet cette sécurité, suspend cette liberté, en occasionnant dans le régime normal des trains un certain trouble qui engendre souvent des accidents [1].

Renouvellement du ballast. — L'influence de la qualité du ballast sur les dépenses d'exploitation ressort des détails donnés à ce sujet et notamment des chiffres rapportés au numéro 221 — chap. VI, § V —. Un bon ballast établi sur une plate-forme solide et sèche n'a jamais besoin d'un renouvellement général. Il suffit de bien l'entretenir, de le *nourrir* par un rechargement périodique destiné à combler le déficit produit par le bourrage et par les phénomènes météorologiques.

Renouvellement des traverses. — Notre étude sur la conservation et la préparation des bois — chap. VI, § I —, nous dispense de revenir sur cette question. Au prix d'une augmentation même sensible sur les frais d'établissement, on donnera la préférence à l'essence et au procédé de conservation des traverses que l'expérience a fait reconnaître comme offrant le plus de chances de longévité dans la localité.

Renouvellement des rails. — On sait que, malgré tous les soins apportés dans la fabrication des rails en fer — chap. V, § III —, il est impossible d'échapper aux vices inhérents au mode même de fabrication. Le défaut de liaison des éléments et de dureté du métal produit des détériorations qui mettent les rails hors de service dans un délai variable d'un à vingt ans, suivant l'importance du trafic [2].

[1] 3e partie. EXPLOITATION, *Trains*.

[2] Le chemin du Nord croit pouvoir assigner aux bons rails en fer une durée correspondant à une circulation de 20 millions de tonnes, celui de Lyon au passage de 87 000 trains. Mais qu'est-ce qu'un bon rail en fer ?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les chemins très-chargés remédient à cet état de choses en substituant aux rails en fer des rails en métal Bessemer ou Martin — chap. V, § III — dont la durée doit dépasser considérablement celle des premiers. Les expériences faites par les compagnies du London and North-Western Railway, du Nord français, de Paris-Lyon-Méditerranée, du Nord et du Sud de l'Autriche, etc., ne laissent plus de doute à ce sujet. La question des frais d'établissement peut seule faire hésiter sur la détermination à prendre, et ce n'est pas sans raison, puisque, entre le prix de l'acier Bessemer ou Martin et celui du fer, il y a aujourd'hui un écart de 50 francs par tonne de rails — 250 francs pour l'acier et 200 francs pour le fer, les rails pris à l'usine —.

Certaines administrations ne reculent pas devant cet accroissement de frais. Ainsi la compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée substitue non-seulement l'acier au fer sur toute l'étendue de sa ligne principale, mais elle augmente le poids de ses nouveaux rails, qu'elle élève de 37 à 40 kilogrammes, et le nombre des traverses, qu'elle porte de sept à huit par longueur de 6 mètres.

La compagnie de l'Est français a remplacé sur la ligne très-accidentée de Luxembourg à Spa son rail de 35 kilogrammes en fer par un rail en acier de même poids. Ces rails, fournis par l'usine Krupp, d'Essen, sont livrés sur la ligne au prix de 335 francs la tonne, prix très-élevé, mais compensé par une garantie de dix années contre toute détérioration autre que celle de l'usure normale [1].

Reculant devant l'augmentation des dépenses, d'autres compagnies ont cherché dans la réduction du poids des rails une compensation à l'élévation du prix du métal. Ainsi le Nord

Le meilleur fabricant ne peut pas garantir que ses produits seront *toujours identiques*, et, par conséquent, qu'ils auront tous la même durée. Les petites Compagnies feront bien de se prémunir contre les illusions que ces chiffres pourraient causer.

[1] Ces rails proviennent de lingots d'acier fondu qui, découpés, fournissent chacun six barres bien corroyées, réchauffées et enfin laminées au profil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

français remplace ses rails de fer de 37 kilogrammes par des rails en acier de 30 kilogrammes.

Le Kaiser-Ferdinand-Nord-Bahn substitue depuis cinq ans le rail en acier fondu de 30 kilogrammes à son rail en fer de 36 kilogrammes.

Le Sud de l'Autriche a posé sur le chemin de fer de ceinture, à Vienne, des rails de 23^{k},40 concurremment avec des rails en fer de 35 kilogrammes. Enfin la compagnie d'exploitation des chemins de fer de la Turquie d'Europe a *accepté* la substitution des rails en acier de 25 kilogrammes aux rails en fer de 34 kilogrammes que devait lui livrer la société concessionnaire de ce réseau.

On a expliqué cette réduction de poids à l'aide des considérations suivantes[1] :

1° Aux essais à la flexion les rails en fer conservent des déformations permanentes, lorsque les efforts dans les fibres extrêmes atteignent 17 à 18 kilogrammes par millimètre carré. Pour les rails d'acier, les déformations permanentes n'arrivent que sous des efforts de 38 à 40 kilogrammes ;

2° Les usines acceptent pour des rails en acier de poids réduit, 25 kilogrammes par exemple, les mêmes épreuves de choc et de pression que celles exigées pour les rails en fer de 37 kilogrammes. Pour ce même rail en acier elles consentent à porter à sept années la garantie de trois ou quatre ans qu'elles donnent pour le rail en fer de poids supérieur.

Ces considérations ont une valeur incontestable ; cependant il faut poser des réserves et examiner.

La voie est le siége de phénomènes compliqués tellement intenses, que les efforts imposés aux rails dépassent considérablement ceux qu'on leur applique dans les épreuves d'usine ou de laboratoire, ou adoptés dans les calculs théoriques.

Les garanties des fabricants peuvent laisser à désirer ; avant de s'exécuter et de subir les pertes énormes causées par la dé-

[1] Voir une note de M. Contamin, ingénieur civil, au ***Bulletin mensuel de l'association amicale des anciens élèves de l'Ecole centrale***, n^{os} de juin et juillet 1870.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

préciation des rails posés sur une grande ligne qui n'auraient pas résisté au mouvement des trains dans les délais stipulés, les maîtres de forge ne manqueront pas de rechercher les causes de détérioration, de contester le bien fondé des réclamations en s'appuyant sur des motifs qu'il serait trop long de développer ici, mais très-plausibles et trop souvent étayés par des influences agissant en dehors des services techniques.

Quant aux faits acquis, ils ne sont pas absolument concluants, car ils ne portent que sur des expériences dans lesquelles manque soit la vitesse, soit la charge des trains, soit l'emploi dans des courbes roides et sur de fortes déclivités, soit enfin la durée.

Quelques ingénieurs pensent que la masse propre de la voie est si faible par rapport au poids des véhicules en mouvement, qu'une différence de quelques kilogrammes de métal par mètre courant ne saurait exercer une influence bien marquée sur la stabilité de la voie.

Nous considérons cette opinion comme trop absolue. Plus un rail a de masse, moins il est sensible à la multitude de chocs imprimés par les roues, moins il a de tendance à se déplacer, à réagir contre ses attaches, à ébranler les traverses et le ballast. Pour se convaincre de cette vérité, il suffit de remonter aux origines des chemins de fer. On y trouvera de nombreux exemples d'amélioration notable apportée au régime de l'entretien par l'augmentation de quelques kilogrammes sur le poids des rails et ce, malgré l'accroissement de charge et de vitesse des trains. Des voies en rails légers, constamment déformées sous les trains rapides, sont devenues parfaitement stables quand on y a établi des rails plus lourds.

D'ailleurs, des rails trop légers n'admettront des machines lourdes et par conséquent n'entreront sur les fortes rampes qu'à l'aide d'un grand nombre de traverses ; — question intéressante à tous égards.

Enfin, avec un poids de 24 à 25 kilogrammes, comment profiler un rail dont le champignon ait assez de volume pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résister à une usure normale pouvant atteindre jusqu'à $0^m,08$ et $0^m,010$ d'épaisseur ?

Tel sera, en effet, le mode d'usure des rails en acier et si l'on ne compte pas pouvoir utiliser un rail jusqu'à ce degré d'usure, la substitution de l'acier au fer court grand risque d'être remise en question.

Tout en critiquant la réduction radicale opérée sur le poids des rails, nous devons cependant lui reconnaître un avantage : la faculté qu'elle donne d'allonger les barres et de réduire le nombre des joints — 146 —. Cette amélioration sensible apportée au confort du public, à l'entretien de la voie et du matériel roulant est incontestable. Mais, grâce aux perfectionnements introduits dans la fabrication, on peut obtenir des rails de grande longueur et, sans rien sacrifier sur le poids, arriver au même résultat. Signalons enfin un dernier avantage du rail léger sur le rail lourd : diminution des frais de transport.

En résumé, s'il s'agit de renouveler une voie et *à fortiori* d'établir une voie neuve qui réclame un matériel plus résistant encore, il est prudent de recourir aux rails d'acier pour les lignes très-chargées, sans pousser la réduction du poids au delà de $\frac{1}{8}$ du poids de rails en fer de force équivalente. Pour les lignes de trafic moyen ou faible, on donnera la préférence aux rails en bon fer de poids convenable, tant que l'écart entre les prix des deux matières se tiendra dans les limites indiquées précédemment et forcera à réduire outre mesure le poids des rails pour diminuer la dépense.

Relativement à la qualité, certains ingénieurs préfèrent l'acier doux à l'acier dur ; pour d'autres c'est l'inverse. Le chemin de fer du Nord français considère comme bonne la qualité moyenne qui correspond à la classe IV, renfermant environ 0,75 pour 100 de carbone — chap. IV, § III, 152 —.

Cette hésitation entre deux natures d'acier qui possèdent des propriétés très-opposées serait inexplicable si l'on n'envisageait pas le problème dans son ensemble. Or, un des points qui dominent la question c'est la facilité d'approvisionnement, la dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pense, et comme chaque ligne est en quelque sorte liée, par suite de diverses considérations, à certaines usines dont les produits ne répondent pas toujours à toutes les indications de la théorie, l'ingénieur est obligé de soumettre ses vues personnelles aux conditions imposées par la force des choses.

De même que la fabrication des rails de fer, celle des rails d'acier dépend de la qualité des matières premières qui se trouvent dans le rayon d'alimentation des usines. Si ces matières ne peuvent fournir au même prix des aciers doux et des aciers durs, on est obligé d'accepter des aciers doux quand ces derniers exigent moins de frais de fabrication que les aciers durs. Mais à prix égaux les aciers durs et tenaces l'emporteront toujours sur les autres.

399. COMMANDES ET MARCHÉS. — L'ingénieur, muni des renseignements nécessaires pour apprécier les besoins de son service, prépare en temps voulu, ainsi que nous l'avons dit plus haut, les propositions relatives aux fournitures du matériel qu'il doit approvisionner.

Indépendamment du cahier des charges à imposer aux fournisseurs, l'ingénieur fixe, de concert avec l'administration, les stipulations relatives au mode de payement, aux époques de livraisons, aux pénalités, etc.

On met souvent à charge des fournisseurs l'obligation d'effectuer le montage des appareils. Lorsque le lieu de montage se trouve à proximité des ateliers de construction, cette clause n'a point d'inconvénient. Au contraire, elle devient excessivement onéreuse pour l'administration, quand la distance entre les points d'emploi et de construction est considérable. La garantie de bonne exécution est plus que payée par la plus-value que le constructeur ajoute pour se couvrir des éventualités.

Pour éviter les frais inutiles, il suffit que le montage soit dirigé par un agent du fournisseur responsable, le chemin de fer mettant à sa disposition les engins et la main-d'œuvre nécessaires.

Toutes les conditions arrêtées, l'ingénieur fait savoir soit directement, soit par la voie de la publicité, aux divers fournisseurs en mesure de satisfaire au programme imposé, que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'administration est disposée à recevoir des propositions et à passer un marché pour la fourniture dont il s'agit.

Il y a différents modes de traiter. Tantôt les propositions sont l'objet de simples pourparlers directs aboutissant à un marché *de gré à gré* dont les conditions sont librement débattues de part et d'autre.

Tantôt elles se présentent sous forme de soumissions isolées remises directement à l'ingénieur, qui en prend connaissance en conservant toute liberté pour la suite à y donner.

Tantôt enfin l'affaire se conclut par voie de soumissions cachetées, ouvertes à jour et heure fixes, en présence des divers concurrents *admis* à présenter des propositions.

De ces trois modes, le dernier offre évidemment le plus de garanties sous tous les rapports. Les seuls inconvénients à craindre dans ce système sont : l'introduction, parmi les concurrents, d'un soumissionnaire n'offrant pas toutes les conditions de sécurité suffisantes pour garantir à l'administration des livraisons conformes aux stipulations du cahier des charges et de la soumission ; l'entraînement aventureux des adjudicataires, qui souvent compromettent par des rabais exagérés l'exécution des travaux entrepris ; enfin une entente préalable entre les divers concurrents à l'effet d'imposer à l'administration des conditions excessives.

Mais les avantages de la libre concurrence compensent bien ces inconvénients, d'ailleurs considérablement amoindris par certaines précautions que l'administration peut prendre pour se prémunir contre ces difficultés.

Dans l'un ou l'autre cas, le traité prend la forme d'un *marché* ou celle d'une *soumission* établie sur les données des annexes A. Les clauses qui ne sont point relatées dans la soumission font partie intégrante du cahier des charges.

Construction et réparations par les ateliers du chemin de fer.— Les ateliers de réparation du matériel roulant possèdent généralement un outillage suffisant pour opérer non-seulement les réparations courantes, mais encore les grandes réparations et même la construction des machines et autres véhicules.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'administration doit tirer parti de ces ateliers en y faisant exécuter les réparations du matériel de la voie et même, lorsque l'industrie privée ne s'en chargerait que moyennant des conditions de prix et de temps plus défavorables, les appareils neufs, les pièces détachées, les pièces de rechange en approvisionnement.

Afin d'éviter les abus, ces travaux doivent faire l'objet de commandes régulières émanant des agents à ce autorisés. Ainsi les travaux de construction ne seront entrepris que sur une demande de l'ingénieur chef du service de la voie et après autorisation de l'ingénieur ayant les ateliers sous ses ordres ; quant aux travaux de réparation, ils peuvent être commandés directement aux ateliers par les ingénieurs, chefs de sections et piqueurs compétents.

Les commandes doivent indiquer : la date et le numéro de la commande ; la désignation et le nombre d'objets commandés ; le lieu de livraison et le nom du destinataire ; la signature de l'agent dont la commande émane.

L'atelier qui a effectué la réparation et livré les appareils se fait délivrer un récépissé signé par l'agent destinataire, auquel il remet une facture du montant en argent de la réparation.

A la fin de chaque mois, le service des ateliers envoie à l'ingénieur chef du service de la voie un bordereau des factures adressées pendant le mois aux agents de ce service.

§ III

BUDGET.

400. STATISTIQUE. — Comme toutes les autres industries, celle des chemins de fer doit réaliser chaque jour des progrès, des améliorations dans les questions de sécurité et de frais d'exploitation. La comparaison, le rapprochement entre les divers résultats obtenus sur une même ligne dans deux périodes distinctes, sur des lignes et même sur des sections différentes, pendant le même temps, forment autant d'éléments très-pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cieux dans la recherche des perfectionnements à introduire.

Un relevé statistique régulièrement tenu fournirait tous les moyens propres à établir cette comparaison.

La plupart des chemins de fer exploités par les gouvernements, tels que les chemins de l'Etat belge, de Hanovre, de Saxe, de Prusse, quelques lignes appartenant à des compagnies allemandes et russes, publient chaque année dans leur compte rendu des détails très-intéressants sur l'emploi et la durée du matériel.

Il serait à désirer que cet exemple fût suivi par tous les chemins en général. En rapprochant les données ainsi fournies des conditions de trafic spéciales à chaque ligne, on pourrait enfin arriver à déterminer ou les types les plus avantageux parmi les trop nombreux spécimens de matériel en usage, ou tout au moins la direction à suivre pour les obtenir.

L'ingénieur d'un chemin de fer doit donc exiger des chefs de section la production, au moyen d'annexes à leurs rapports périodiques, de renseignements sur l'usure et la détérioration du matériel de la voie. Ces renseignements, qui prendront la forme de tableaux, renfermeront entre autres les données suivantes :

Date du remplacement; — position kilométrique; — désignation des pièces; — types ; — formes ; — dimensions ; — poids ; — provenance ; — observations.

401. Budget. — Abstraction faite des cas de force majeure et des circonstances imprévues, les dépenses *normales* d'entretien et de surveillance d'un chemin en exploitation doivent être fixées assez rigoureusement à l'avance pour que les frais définitifs ne dépassent pas, d'une manière notable, les prévisions de l'administration.

L'importance de ces frais est évidemment dépendante des conditions spéciales de chaque ligne et même de chaque section de ligne, conditions qui varient avec l'activité de la circulation, la position géographique du chemin de fer, les éléments entrant dans la construction de la ligne, etc. L'expérience acquise par le chemin indique dans chaque cas particulier les données générales qui servent à établir les prévisions budgétaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En second lieu, la comptabilité doit être organisée de manière à pouvoir renseigner l'administration, à toute époque de l'année, sur la marche des dépenses; sur la situation de chaque compte; venir en aide à l'ingénieur pour contrôler la gestion des divers agents sous ses ordres, et en définitive couvrir la grande responsabilité qui pèse sur lui en raison des sommes considérables dont l'emploi lui est confié.

L'importance de cette branche du service est indiscutable et réclame toute la sollicitude du fonctionnaire qui en est chargé.

La classification arrêtée par l'administration règle l'ordre successif des sommes qui constituent l'ensemble des dépenses du chemin de fer. Celles du service de la voie font partie de cette classification, qui varie d'une administration à l'autre. Bornons-nous à rappeler ici que le but essentiel d'un budget est de faire ressortir la répartition des dépenses entre les différentes parties du service, d'en assurer la marche, et d'arriver par une étude attentive à réaliser sur chacune d'elles toute économie compatible avec un service convenable; d'empêcher enfin toute modification d'emploi, toute augmentation de frais qui n'aurait d'autre cause que la négligence, un excès de pouvoirs et de zèle ou quelque exagération de prudence.

Projet de budget. — Pour préparer son budget, l'ingénieur du service de la voie doit connaître dans le courant d'un exercice, par les rapports des ingénieurs et chefs de section sous ses ordres, les besoins à prévoir pour l'exercice suivant; d'un autre côté, par les indications des autres services, les modifications, additions ou constructions nouvelles demandées. C'est seulement après avoir examiné et discuté ces diverses propositions qu'il peut établir son projet de budget et le soumettre à l'approbation de l'administration.

Ce projet accompagne un rapport à l'appui, développant les éléments qui ont servi à son établissement et, s'il y a lieu, les motifs des augmentations ou diminutions, comparativement au budget de l'exercice précédent.

Le projet de budget soumis à la direction, examiné, modifié au besoin et arrêté, est renvoyé pour exécution à l'ingénieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A son tour celui-ci en fait la répartition entre les sections.

Les dépenses divisées par articles et chapitres doivent, autant que possible, se renfermer dans le montant des crédits alloués. Tous les mois un rapport sur l'emploi des fonds ainsi répartis est adressé à la direction par l'ingénieur, qui, en cas d'excédant des dépenses sur les prévisions, doit demander un crédit supplémentaire.

Il est interdit à l'ingénieur de faire entreprendre un travail quelconque non prévu sans une autorisation spéciale de l'administration, à l'exception toutefois de besoin urgent et de péril en la demeure. Dans ce cas seulement l'ingénieur peut agir, mais sous sa responsabilité et à la condition d'en aviser sans retard l'administration.

Répartition des dépenses. — Le budget de la voie constitue l'une des quatre grandes divisions du budget général du chemin de fer. Cependant nous le considérons ici comme isolé et indépendant, la forme que nous lui donnons permettant d'ailleurs de l'adapter sans modification importante dans le cadre du budget général.

On peut diviser les dépenses de la voie en quatre chapitres :

1° Direction du service et frais généraux ; — 2° Police et surveillance ; — 3° Entretien de la voie ; — 4° Entretien des bâtiments.

Chacun de ces chapitres peut à son tour se subdiviser en une série d'articles correspondant à chaque catégorie de dépenses que l'administration veut faire ressortir.

Dans cet ordre d'idées, le budget se présente sous la forme suivante :

SERVICE DE LA VOIE.

CHAPITRE I.

DIRECTION DU SERVICE.

Personnel.

ART. 1er. — Traitements des fonctionnaires et employés du service central.

ART. 2. — Agents du service actif.

ART. 3. — Frais de déplacement.

ART. 4. — Secours. — Gratifications.

Matières.

ART. 5. — Chauffage. — Eclairage.

ART. 6. — Fournitures de bureau. — Instruments, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ART. 7. — Divers.

Dépenses diverses.

ART. 8. — Entretien du mobilier. — Réparations. — Loyers. — Ports de lettres et paquets. — Dépêches. — Divers.

CHAPITRE II.

POLICE ET SURVEILLANCE.

Personnel.

ART. 1er. — Salaire des gardes-ligne et gardes-barrières.

ART. 2. — Salaire des gardes supplémentaires, remplacements, etc.

ART. 3. — Divers. — Secours. — Gratifications.

Matières.

ART. 4. — Entretien de l'outillage, des signaux à main, etc.

ART. 5. — Chauffage. — Eclairage, etc.

Dépenses diverses.

ART. 6. — Divers. — Secours. — Gratifications.

CHAPITRE III.

ENTRETIEN DE LA VOIE.

Personnel.

ART. 1er. — Salaire des équipes de l'entretien courant.

ART. 2. — Salaire des ouvriers supplémentaires.

ART. 3. — Divers. — Secours. — Gratifications.

Matières.

1re SECTION.

ART. 4. — Terrassements.

ART. 5. — Ouvrages d'art.

ART. 6. — Clôtures. — Plantations.

2e SECTION.

ART. 7. — Ballast.

3e SECTION.

ART. 8. — Rails.

ART. 9. — Coussinets. — Eclisses.

ART. 10. — Coins. — Chevillettes. — Boulons. — Crampons. — Tire-fond, etc.

4e SECTION.

ART. 11. — Changements et croisements.

ART. 12. — Plaques tournantes et chariots.

ART. 13. — Signaux fixes.

ART. 14. — Appareils de levage.

ART. 15. — Appareils de pesage.

ART. 16. — Poteaux indicateurs.

5e SECTION.

ART. 17. — Entretien de l'outillage des équipes.

ART. 18. — Eclairage.

Dépenses diverses.

ART. 19. — Divers. — Secours. — Gratifications.

CHAPITRE IV.

ENTRETIEN DES BATIMENTS.

Personnel.

ART. 1er. — Main-d'œuvre.

ART. 2. — Divers. — Secours. — Gratifications.

Matières.

ART. 3. — Bâtiments des gares.

ART. 4. — Maisons de gardes, guérites.

ART. 5. — Quais, cours, voies d'accès.

Dépenses diverses.

ART. 6. — Assurances. — Divers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDICATION DES DÉPENSES.	Gare de	Gare de	de	Ligne		Gare de	Ligne de à		PARA	
			1re section.	2e	3e section		4e	5e	Gare de	Gare de
CHAPITRE... ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DE LA LIGNE.										
Art. 1. — VOIE ET MATÉRIEL FIXE.										
§1. Chefs d'équipe et gardes										
§2. Main-d'œuvre										
§3. Ballastage										
§4. Matériaux pour l'entretien de la ligne — N° 1. Rails										
N° 2. Coussinets, éclisses										
N° 3. Trav., longuerines										
N° 4. Coins										
N° 5. Chevillettes, boulons, tire-fond, etc										
§5. Entretien du matériel fixe. — N° 1. Changem., croisem.										
N° 2. Plaques tournantes et chariots										
N° 3. Signaux										
N° 4. Appareils de pesage										
N° 5. Appareils dynamiq.										
N° 6. Poteaux ind., dépôts										
§6. Eclairage et chauffage des gardes										
§7. Dépenses diverses										
§8. Frais généraux										
Art. 2. — TERRASSEMENTS ET OUVRAGES D'ART.										
§ 9. Terrassements										
§10. Ouvrages d'art										
§11. Clôtures, plantations										
§12. Dépenses diverses										
§13. Frais généraux										
Art. 3. — BATIMENTS.										
§14. Bâtiments des gares										
§15. Quais, cours, accès des gares										
§16. Maisons des gardes, guérites										
§17. Dépenses diverses										
§18. Frais généraux										
Art. 4. — EXERCICES CLOS.										
§19. Dépenses incombant au chapitre... Entretien courant de la ligne										

GRAPHES.				ARTICLES.						CHAPITRES.						Observation
Ligne de	Gare de	Ligne de	Dép. totale	Gare de	Gare de	Ligne de	Gare de	Ligne de	Dép. totale	Gare de	Gare de	Ligne de	Gare de	Ligne de	Dép. totale	

LONGUEUR DES PARCOURS.			
Gare de	1re section		1,750
Gare de			1,050
Ligne de	1re section	82,500	232,550
	2e section	79,850	
	3e section.	90,200	
Gare de	3e section.		1 k.
Ligne de à	4e section.	81,500	166,000
	5e section.	84,500	
TOTAUX ET MOYENNES GÉNÉRALES, 402k,350.			

Budget des dépenses totales.					Budget des dépenses
CHAPITRE .			Totaux par section.	Totaux par ligne ou gare	CHAPITRE .
Art. 1.	Art. 2.	Art 3.			Art. 1 / Art. 2. / Art. 3.

Moyennes par kilomètre.		NOMS DES GRANDES GARES exigeant un entretien extraordinaire.	OBSERVATIONS.
Totaux par section.	Totaux par kilom. de ligne ou gare		
			La ligne de..... à..... a.... kilomètres. Son personnel absorbe une somme de.... francs et entre par conséquent pour.... francs dans la moyenne par kilom., qui est de...
			La ligne de..... à..... a.... kilomètres. Son personnel absorbe une somme de.... francs et entre par conséquent pour.... francs dans la moyenne par kilom., qui est de.....

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsqu'on veut faire ressortir immédiatement par ligne, par section et par grandes gares, la répartition des dépenses annuelles d'entretien, le budget peut se présenter avec la disposition indiquée au schéma qui précède, applicable également au budget des travaux neufs et de grandes réparations.

402. RAPPORT SUR LE BUDGET. — Dans le cours de cette première partie de notre *Traité*, nous avons appelé l'attention de l'ingénieur sur tous les points qui constituent le service de la voie, entrant souvent dans de très-minutieux développements lorsque le sujet le comportait.

Il ne faudrait cependant pas que le chef de service consacrât une trop grande partie de son temps, à suivre dans tous leurs détails les faits qui se présentent journellement.

Embrasser dans leur ensemble toutes les branches du service, simplifier les rouages en supprimant toutes les formalités inutiles; rechercher les améliorations et les économies compatibles avec la sécurité de la circulation, le bien-être du public et du personnel ; — enfin, maintenir énergiquement la discipline, l'ordre et la régularité : telle est la mission de l'ingénieur, mission qui exige la réunion des qualités de l'administrateur à celles de l'homme de l'art.

Les questions de cette nature se présentent forcément lorsqu'il s'agit d'établir le budget annuel. C'est par son rapport à l'appui du budget que le chef de service rend compte à l'administration des modifications apportées dans le régime de l'entretien et de la surveillance.

Une série d'observations lui permet en même temps d'exposer les motifs d'augmentation ou de diminution qui ne manquent pas de se produire d'une année à l'autre. Ce rapport peut prendre la forme des tableaux suivants, dans lesquels on trouve le détail des dépenses par catégorie et leur répartition par lignes, par sections et grandes gares.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDICATION DES DÉPENSES.	TOTAUX.	RÉPARTITION entre les sections et les gares.
	Fr.	
Art. 1. — VOIE ET MATÉRIEL FIXE.		
§ 1. — PERSONNEL CLASSÉ.		
1° Portés au cadre. ... Surveillants de nuit..... f. ... Chefs d'équipe..... ... Garde-barrières (hom.)... f. ... — (fem.). } f.	»	
2° Congés régul. 1 p. mois. ... Surveillants de nuit à f. par journée..... ... Chef d'équipe à f. par journée. ... Garde-barrières (hom.), à f. par journée..... ... Garde-barrières (fem.), à f. par journée..... } f. par mois. par an.	»	
3° Absences sans retenue; maladies.....	»	
4° Heures supplémentaires des chefs d'équipe et gardes.	»	
§ 2. — MAIN-D'ŒUVRE.		
1° Portés au cadre. ... Chef d'équipe volante..... f. ... Ouvriers d'équipe volante..... ... Poseurs pour l'entretien de la voie.....	»	
2° Ouvriers supplémentaires pendant la mauvaise saison, et insuffisance des équipes sur certains points. Hommes à f.....	»	
3° Enlèvement des neiges.....	»	
§ 3. — BALLASTAGE.		
Ballast à rapporter pour garnir les voies de... à..., etc. Ensemble...kilomètres... soit...mèt. cub. à f...	»	
§ 4. — MATÉRIAUX POUR L'ENTRETIEN DE LA LIGNE.		
1° *Rails.*		
Il y a lieu de remplacer... rails aux kilomètres..., etc. au prix de f.....	»	
2° *Coussinets-éclisses.*		
Il faut en moyenne...coussinets par kilomètre et par an, soit pour toute la ligne, à f... Il faut en moyenne... éclisses par kilomètre et par an, soit pour toute la ligne, à f...	»	
3° *Traverses.*		
L'entretien ordinaire demande en moyenne... traverses par kil....soit....traverses, à f.....	»	
4° *Coins.*		
... Coins à remplacer, à f.....	»	
A reporter...	»	

Suivent les colonnes des chiffres relatifs à chaque ligne, section ou gare.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDICATION DES DÉPENSES.	TOTAUX.	RÉPARTITION entre les sections et les gares.
	Fr.	
Report.....	»	
5° *Chevillettes, tire-fond, boulons, etc.*		
L'évaluation de la dépense de ce petit matériel ne peut être qu'approximative; on l'estime par expérience à f..... soit.	»	
§ 5. — ENTRETIEN DES APPAREILS ET ACCESSOIRES DE LA VOIE.		
1° Changements et croisements. — Aiguilles, rails, coussinets, bois, graissage (moyenne des années précédentes).....	»	
2° Plaques tournantes et chariots. — Fer, fonte, bois, graissage (moyenne des années précédentes).....	»	
3° Signaux fixes. — Fer, fonte, bois, peinture, verres, etc. (moyenne des années précédentes).....	»	
4° Appareil de levage. — Fer, fonte, bois, peinture, chaînes, etc.....	»	
5° Appareils de pesage. — Fer, fonte, bois, peinture, etc., assainissement (moyenne des années précédentes)..	»	
6° Poteaux indicateurs, etc. — Peinture, ferrures, etc. (moyenne des années précédentes).....	»	
§ 6. — ÉCLAIRAGE DES GARDES.		
1° Huile pour les lanternes de... surveillants de nuit, ... chefs d'équipe et... gardes.....	»	
2° Torches, mèches, allumettes, chiffons, etc.....	»	
3° Chauffage alloué... kil. à f.....	»	
4° Entretien des appareils de chauffage et d'éclairage..	»	
§ 7. — DÉPENSES DIVERSES.....	»	
§ 8. — FRAIS GÉNÉRAUX.....	»	
Total de l'art. 1...	»	
Art. 2. — TERRASSEMENTS ET OUVRAGES D'ART, ETC.		
§ 9. — TERRASSEMENTS.		
Réparation de talus et perrés.....	»	
§ 10. — OUVRAGES D'ART.		
Curage des aqueducs et puisards. — Entretien des chaussées. — Réparation des ponts. — Peinture. — Pavage. — Passages à niveau, etc.....	»	
A reporter....	»	

Suivent les colonnes de chiffres relatifs à chaque ligne, section ou gare.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDICATION DES DÉPENSES.	TOTAUX.	RÉPARTITION entre les sections et le gares.
	Fr.	
Report....	»	
§ 11. — CLÔTURES-PLANTATIONS.		
Entretien des haies et clôtures courantes...	»	
Renouvellement de plants.	»	
Renouvellement de clôtures sèches, etc.....	»	
Entretien des plantations de talus, parcelles, cours et jardins	»	
§ 12. — DÉPENSES DIVERSES.....	»	
§ 13. — FRAIS GÉNÉRAUX.....	»	
Total de l'art. 2.....	»	
Art. 3. — BATIMENTS.		
§ 14. — BATIMENTS DES GARES.		
Entretien courant des toitures, menuiserie, serrurerie, vitrerie, peinture, fumisterie.....	»	
§ 15. — QUAIS, COURS ET VOIES D'ACCÈS DES GARES.		
Main-d'œuvre et acquisition de matériaux (cailloux, sable, plâtre, pavés, bitume, etc.).....	»	
§ 16. — MAISONS DE GARDES. — GUÉRITES.		
Main-d'œuvre et acquisitions de matériaux pour l'entretien des toitures, menuiserie, serrurerie, vitrerie, peinture, fumisterie, etc.....	»	
§ 17. — DÉPENSES DIVERSES.....	»	
§ 18. — FRAIS GÉNÉRAUX.....	»	
Total de l'art. 3.....	»	
Totaux généraux.....	»	

Les frais généraux s'établissent comme suit :

Traitement de l'ingénieur..... f.
Id. des chefs de bureau et agents...
Id. des chefs de section ....f.
Id. des piqueurs de jour.....
Id. des surveillants de nuit.....
Id. des gardes-magasins..... ...f
Déplacements, voyages..... f.
Eclairage des bureaux.....
Chauffage..... ...f.
Fournitures de bureaux et matériel .....
Outillage.....

Suivent les colonnes de chiffres relatifs à chaque ligne' section ou gare.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les dépenses que nous venons d'énumérer constituent le débit du service de la voie.

Son crédit se compose des postes suivants :

ARTICLE 1^er^. Travaux effectués pour le compte des autres services.

ART. 2. Produits des talus, herbages et plantations.

ART. 3. Locations.

ART. 4. Objets vendus.

ART. 5. Balance à imputer au compte général d'exploitation.

Observation. — Evidemment le service des chemins de fer ne comporte pas une délimitation des dépenses d'entretien tellement rigoureuse et absolue, que les dépenses effectives imputées à chaque article ou paragraphe ne puissent s'écarter sensiblement, en plus ou en moins, des prévisions du budget ; la pratique en démontre l'impossibilité.

Parmi toutes les causes qui influent sur les dépenses et jettent une certaine perturbation dans l'économie du budget, il faut citer les accidents, les influences atmosphériques, les extensions et modifications d'aménagements, les demandes tardives des autres services, etc.

Aussi l'ingénieur a-t-il tout intérêt à surveiller pas à pas la marche des dépenses de son service. Au moyen d'une comptabilité régulièrement tenue, il connaît périodiquement la situation de chaque compte courant. Le budget étant partagé par douzièmes, l'ingénieur peut contrôler mois par mois l'état des sommes dépensées et celui des sommes restant à dépenser ; si les premières dépassent les allocutions mensuelles, il se fait rendre compte des causes de perturbation ; lorsqu'elles sont expliquées, et en cas d'insuffisance d'allocation budgétaire, il demande, rapport motivé à l'appui, un crédit supplémentaire.

403. EVALUATION DES DÉPENSES D'ENTRETIEN D'UNE LIGNE EN PROJET. — Il est tout aussi impossible d'évaluer à l'avance les frais d'exploitation que ceux de construction d'une ligne en projet, car, nous l'avons dit, chaque chemin a sa vie propre, ses dépenses spéciales directement influencées par ses condi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions d'établissement et de trafic. La comparaison d'une ligne avec une autre bien connue et présentant des conditions analogues peut tout au plus fournir certaines données qui permettent de résoudre approximativement le problème. Et encore ces frais, de nature essentiellement variable, ne sont-ils pas établis d'une manière uniforme par toutes les administrations et d'après un cadre normal qui permette un rapprochement complet. Des dépenses affectant des caractères très-différents se trouvent souvent confondues sous une seule et même rubrique. Ailleurs on rencontre des divergences considérables dans la répartition des dépenses de renouvellement du matériel, dans la ventilation des frais de grosses réparations, etc., répartition qui a la plus grande influence sur la fixation du rendement net des capitaux de l'entreprise.

Ce n'est pas le moment de traiter la question du dividende à distribuer aux ayants droit, réservée à la quatrième partie de cet ouvrage ; mais, sans vouloir entrer dans la discussion de ce point, il faut cependant signaler ici un danger :

La détérioration de la voie suit une progression beaucoup plus rapide qu'on ne le suppose généralement. Le trafic s'accroît toujours et nécessite une augmentation continue des moyens de transport en puissance de machines et en capacité de véhicules ; il fatigue le matériel de la voie et certains ouvrages d'art ; il réclame enfin un développement incessant dans les aménagements des stations.

Répartir sur un grand nombre d'années les dépenses de réfection exécutées dans le cours de quelques exercices, et cela sous prétexte de travaux extraordinaires, c'est courir le risque d'infliger à l'avenir des charges excessives, en disproportion avec les produits futurs, et d'éprouver par là de durs mécomptes — 387, 390 —.

A l'appui de ces réserves, nous donnons plus loin un résumé des dépenses annuelles d'entretien, de renouvellement et de travaux neufs d'une ligne à deux voies aboutissant à une grande ville et parcourues chacune par vingt trains en moyenne dans les vingt-quatre heures. Ces frais sont divisés en trois chapitres :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° surveillance et entretien courant ; — 2° travaux neufs et de grosses réparations ; — 3° frais généraux.

Au premier chapitre les frais annuels ne représentent que la dépense réelle de l'entretien et de la surveillance sans renouvellement. Le second donne la moyenne des frais extraordinaires occasionnés pendant quatre années par la réfection des voies, par les travaux neufs et les grosses réparrations.

Si l'on ne tenait pas immédiatement compte et dans une large mesure de ces dernières dépenses, pour ainsi dire normales, on dissimulerait la véritable situation de la ligne et les charges qui l'affectent.

Nous trouvons beaucoup plus prudent le parti pris par le chemin de fer du Nord français — 390 —, qui impute aux frais annuels d'entretien les dépenses de renouvellement des voies dans la proportion d'un seizième du coût des rails et d'un onzième du coût des traverses, ce qui est tout au plus suffisant. Les frais d'entretien de cette ligne très-fréquentée s'élèvent ainsi à 7 000 francs par kilomètre.

Les renseignements suivants sont fournis par des lignes à une voie établies dans des conditions très-différentes : 1° Nord-Est suisse, dans la vallée de l'Aar, riche et industrielle ; — 2° Anvers à Gand (Belgique), ligne de jonction de deux grands centres d'activité, traversant un pays plat, agricole ; — Bouveret à Sion (Suisse), desservant la rude vallée du Haut-Rhône, ligne très-tourmentée et dont l'avenir dépend de la traversée du Simplon.

Les frais de renouvellement sont compris dans le total des dépenses annuelles.

Enfin, comme aperçu du coût d'entretien d'un petit chemin industriel, nous résumons en dernier lieu les frais kilométriques du service de la voie de la ligne du Brœlthal, dont nous avons parlé à plusieurs reprises. On voit que les dépenses d'entretien y sont réduites à la dernière limite : absence de frais généraux, des frais de gardiennage et de service de barrières, d'entretien de terrassements, d'ouvrages d'art et de stations, frais assez élevés dans les conditions normales d'exploitation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous reviendrons sur la discussion de ces dépenses en traitant des frais d'exploitation en général.

A. LIGNE A DEUX VOIES. — SERVICE DE JOUR ET DE NUIT.

CHAPITRE I. — SURVEILLANCE ET ENTRETIEN COURANT.

Indication des dépenses.	Dépenses par kilomètre.
ART. 1. — Voie et matériel fixe :	
§ I. — Surveillance et main-d'œuvre :	
Gardes et chefs d'équipe	644f
Main-d'œuvre	1 012
Ballastage [1]	3
§ II. — Matières pour l'entretien des voies :	
Rails	84
Coussinets, éclisses	11
Traverses, longuerines	6
Coins	25
Chevillettes, tire-fond, boulons, etc	45
§ III. — Matières pour l'entretien des appareils et accessoires de la voie :	
Changements et croisements	13
Plaques tournantes et chariots	16
Signaux	2
Appareils de pesage	4
Appareils de levage	8
Poteaux indicateurs	6
Lignes télégraphiques	5
§ IV. — Eclairage et chauffage des gardes :	
Huile, torches, mèches, chiffons, chauffage, entretien	30
§ V. — Dépenses diverses :	
Frais divers	17
Total de l'article 1	1 931f
ART. 2. — Terrassements et ouvrages d'art ;	
§ VI. — Terrassements	18f
§ VII. — Ouvrages d'art	40
§ VIII. — Clôtures et plantations	158
Total de l'article 2	216
A reporter	2 147f

[1] Cette dépense est évidemment trop faible. Elle se trouve complétée par l'article 1er du chapitre II.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Indication des dépenses.	Dépenses par kilomètre.
Report	2 147f
ART. 3. — Bâtiments :	
§ IX. — Bâtiments des stations.....	204
§ X. — Quais, cours et voies d'accès.....	73
§ XI. — Maisons de gardes, guérites.....	31
§ XII. — Dépenses diverses	1
Total de l'article 3.....	309f
Total du chapitre I	2 456

CHAPITRE II. — TRAVAUX NEUFS ET DE GROSSES RÉPARATIONS.

ART. 1. — Renouvellement des voies.....	3 500f
ART. 2. — Renouvellement du matériel fixe.....	300
ART. 3. — Réparations aux ouvrages d'art, clôtures et terrassements.....	100
ART. 4. — Réparations aux bâtiments, quais, cours et guérites.	100
Total du chapitre II.....	4 000f

CHAPITRE III. — FRAIS GÉNÉRAUX.

ART. 1. — Personnel :	
§ I. — Traitement du personnel.....	301f
§ II. — Déplacements, voyages.....	20
Total de l'article 1.....	321f
ART. 2. — Frais de bureau :	
§ III. — Eclairage des bureaux	2f
§ IV. — Chauffage des bureaux.....	2
§ V. — Fournitures de bureau	4
§ VI. — Mobilier et petit matériel.....	1
§ VII. — Imprimés.....	17
Total de l'article 2.....	26f
ART. 3. — Divers :	
§ VIII. — Entretien de l'outillage.....	72f
§ IX. — Gratifications, secours, etc.....	16
Total de l'article 3.....	88f
ART. 4. — Administration centrale :	
Charge proportionnelle.....	34f
Total de l'article 4.....	34
Total du chapitre III.....	469f

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RÉCAPITULATION.

Indication des dépenses.	Dépenses par kilomètre.
CHAPITRE I. — Surveillance et entretien courant.....	2 456f
CHAPITRE II. — Travaux neufs et de grosses réparations....	4 000
CHAPITRE III. — Frais généraux.....	469
Total des frais d'entretien et de renouvellement..	6 925f

B. LIGNES A UNE VOIE. — SERVICE DE JOUR.

1° Nord-Est suisse [1] :

ART. 1.	— Traitement des ingénieurs et du personnel de surveillance.....	1 322f
ART. 2.	— Frais de bureau.....	13
ART. 3.	— Uniformes.....	63
ART. 4.	— Entretien des terrassements.....	73
ART. 5.	— Entretien des ouvrages d'art.....	60
ART. 6.	— Entretien de la voie.....	375
ART. 7.	— Entretien des clôtures, barrières, etc.....	50
ART. 8.	— Entretien des appareils de la voie dans les stations.	56
ART. 9.	— Entretien des bâtiments.....	264
ART. 10.	— Entretien de l'outillage.....	91
ART. 11.	— Enlèvement des neiges.....	2
	Total des dépenses d'entretien par kilomètre..	2 369

2° Anvers à Gand [2] :

Entretien du chemin et renouvellements.....	995f,40
Ouvrages d'art.....	80 ,20
Outils et ustensiles.....	5 ,40
Inspection et surveillance.....	808 ,70
Bâtiments et mobilier.....	106 ,60
Total des frais d'entretien et de renouvellement....	1 996f,30
Part des dépenses d'administration, direction et frais généraux.....	556 ,00
Total des frais.....	2 552f,30

[1] Produit brut annuel : 50 000 francs par kilomètre.

[2] 50 kilomètres. — Six trains réguliers dans chaque sens. — Trafic : 455 000 voyageurs, 42 000 tonnes (1862, 1863).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Indication des dépenses.	Dépenses par kilomètre.
3° Bouveret à Sion [1] :	
Traitement de l'ingénieur et des employés	64f,80
Personnel de surveillance et d'entretien	1 060 ,40
Correspondance, fournitures de bureau, etc	4 ,55
Frais de déplacements	10 ,90
Eclairage de la voie et des mâts de signaux	10 ,10
Entretien des signaux, indicateurs, outillage	20 ,00
Entretien de la voie, des appareils et accessoires	21 ,80
Entretien des passages à niveau	1 ,45
Entretien des terrassements	4 ,50
Dépenses pour ouvrages d'art	139 ,00
Entretien des bâtiments	90 ,30
Lignes télégraphiques	15 ,60
Clôtures et plantations	11 ,80
Dépenses diverses	1 ,90
Total des frais de surveillance et d'entretien	1 457f,11

C. LIGNE A VOIE ÉTROITE. — SERVICE DE JOUR [2].

La main-d'œuvre d'entretien est confiée à trois ouvriers payés l'un à raison de 1f,875 et les deux autres à 1f,50 chacun par jour.	90f
Renouvellement des rails (12 000 kilog. par an pour 22 kilom.)	130
Renouvellement des traverses (800 à 900 pièces par an, *id.*)	68
Ballast, frais divers	12
Total des dépenses d'entretien par kilomètre	300f

[1] 70 kilomètres. — Trois trains dans chaque sens. — Trafic : 146 000 voyageurs, 90 000 tonnes (1866, 1867. M de Muralt, administrateur du séquestre.)

[2] Annexe Q, t. I, p. 695, chemin du Brœlthal

FIN DU SERVICE DE LA VOIE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXES

OBSERVATIONS. — Pour éviter les répétitions, nous avons supprimé sur les modèles de types reproduits aux annexes les indications suivantes, que chaque état porte en tête, selon sa destination :

CHEMIN DE FER DE... LIGNE DE...

... DIVISION. M. ....., INGÉNIEUR.

... *section. M. .....*, *chef de section.*

Compte de ..... chap. ... art.

Année 18..... mois d.....

Partie prenante. M.:.....

Somme à payer : .....

A

TYPE DE MARCHÉ.

Entre : la Compagnie des chemins de fer d....., dont le siége est à....., représentée par M. ....., agissant en qualité de..... de ladite Compagnie, d'une part;

Et M. ....., à....., d'autre part;

Il a été convenu et arrêté ce qui suit :

ARTICLE 1. M. ..... s'engage... à construire pour la Compagnie des chemins de fer d....., qui accepte, et à lui fournir..... exactement conformes aux plans et dessins remis aux fournisseurs par l'ingénieur en chef de la Compagnie, et satisfaisant à toutes les clauses et conditions du cahier des charges annexé au présent traité et signé par les parties.

La fourniture de ces ..... se composera de : ....., destinées à la ligne de ....., et ..... destinées à la ligne de .....

Dans cette fourniture est comprise la livraison de .....

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ART. 2. La livraison de ....., qui font l'objet du présent marché, aura lieu par les soins et aux frais des fournisseurs dans les dépôts et stations de la Compagnie les plus rapprochées de l'usine de fabrication, à partir du..... mil huit cent ..... et à raison de ..... par mois, soit ....., de façon à ce que la livraison finale ait lieu fin ..... de la même année mil huit cent ..... au plus tard.

Si les livraisons n'étaient pas faites aux points et dans les délais ci-dessus déterminés, il serait, sans qu'il fût besoin d'une mise en demeure préalable, retenu aux fournisseurs, à titre d'indemnité et sur les premiers payements à faire, ... francs par chaque jour de retard et pour chaque ..... dont la livraison serait en retard, sous la réserve expresse de tous autres dommages-intérêts, pour réparation du préjudice que tout retard pourrait faire éprouver à la Compagnie.

En outre, la Compagnie des chemins de fer d..... aura le droit, dans le cas de retard ci-dessus mentionné, et sans qu'il soit également besoin d'aucune mise en demeure, d'acheter dans telles usines qu'elle aura choisies, en....., aux frais, risques et périls des fournisseurs, tout ou partie de la fourniture dont la livraison serait en retard. En conséquence, la différence résultant soit du prix d'acquisition, soit des frais de transport, soit de toutes autres causes, restera à la charge exclusive des fournisseurs.

ART. 3. Le prix de..... qui font l'objet du présent traité et de leurs accessoires est fixé ainsi qu'il suit :

1° ..... francs les ..... kilogrammes.

2° .....

ART. 4. Le payement du prix stipulé à l'article 3 ci-dessus aura lieu après chaque livraison mensuelle et sera réglé comme suit :

..... dixièmes dans le mois qui suivra la réception provisoire, sur le vu du procès-verbal de cette réception;

Et ..... dixièmes ..... mois après le précédent payement sur le vu du procès-verbal de réception définitive indiqué à l'article..... du cahier des charges annexé au présent traité.

Malgré le payement intégral, les constructeurs ne continueront pas moins à rester garants, dans les termes de l'article ..... dudit cahier des charges, de la totalité de la fourniture jusqu'à l'expiration du délai de garantie, fixé à ..... mois de service effectif.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les payements seront faits au comptant sans escompte, à la caisse de la Compagnie des chemins de fer d..... à .....

ART. 5. Les fournisseurs ne pourront sous-traiter pour l'exécution de tout ou partie du présent marché sans l'assentiment exprès et écrit de la Compagnie des chemins de fer d.....

ART. 6. Toutes contestations sur l'exécution du présent traité seront décidées par le tribunal de commerce de .....

A cet effet, les parties font élection de domicile à ....., savoir :

La Compagnie des chemins de fer d....., à .....;

Et M....., rue de.....

La présente élection de domicile est attributive de juridiction et dispensera de l'observation des délais à raison des distances.

Jusqu'à l'entière et parfaite exécution du présent traité, toutes significations d'actes judiciaires ou extrajudiciaires seront valablement faites aux parties au domicile élu par chacune d'elles, ainsi qu'il est dit ci-dessus.

ART. 7. L'enregistrement du présent traité et de ses annexes sera à la charge de celle des parties qui y aura donné lieu.

Toutefois, par le seul fait du retard dont il est parlé à l'article 2 qui précède, tous les droits, et, s'il y a lieu, tous les doubles droits d'enregistrement seront à la charge exclusive des fournisseurs.

Fait double à ....., le ..... 18...

SOUMISSION POUR LA FOURNITURE DE...

Nous, soussignés, ..., demeurant à ....., faisant en outre élection de domicile à ....., pour l'exécution des présentes,

Après avoir pris connaissance du cahier des charges en ..... articles pour fourniture de ....., enregistré à .....,

Et l'avoir signé en double pour demeurer annexé à la présente soumission, dont il fait partie essentielle,

Déclarons en accepter toutes les clauses et conditions, et nous engager, en outre, envers la Compagnie des chemins de fer ..... aux conditions suivantes :

ARTICLE 1. *Quantités totales à livrer et lieux de livraison.* — Nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

livrerons à la Compagnie des chemins de fer ....., dans ses magasins à ....., la quantité de .....

ART. 2. *Dessins.* — Ces ..... seront conformes au dessin d'ensemble annexé à la présente soumission ; les plans de détails seront faits par nous et soumis avant exécution à l'approbation de M. l'ingénieur en chef de la voie.

ART. 3. *Délai de livraison.* — Le délai de livraison commencera à courir le (.....) ..... mil huit cent ....., et les livraisons partielles s'effectueront à raison de (.....) ..... par mois, jusqu'à l'expiration de la commande.

ART. 4. *Usine.* — Nous fabriquerons ces ..... dans notre usine de ..... à .....

ART. 5. *Prix.* — La fourniture de ces ..... aura lieu au prix de (..... francs) ..... francs par ....., rendu ..... à ....., dans les magasins de la Compagnie.

ART. 6. *Extension éventuelle du marché.* — La Compagnie se réserve la faculté d'augmenter la quantité de ..... à fournir par le présent marché, jusqu'à concurrence du ....., pendant un délai de ..... mois à partir de ce jour, aux mêmes prix et conditions que ci-dessus. Les ..... qui pourront nous être demandés, en sus des (.....) ....., seront également livrés à raison de (.....) ..... par mois.

ART. 7. *Approbation du marché.* — Le présent marché, obligatoire pour nous à dater de ce jour, ne le sera pour la Compagnie qu'après son approbation par le conseil d'administration.

Fait double à ..... le ..... mil huit cent.....

Signé : .....

Vu et présenté par l'ingénieur en chef .....

....., le ..... 18...

Signé : .....

Vu, approuvé et accepté

par décision du conseil d'administration, en date du ..... 18...,

Un administrateur : *Le président du conseil d'administration.*

Signé : ..... *Signé :* .....

Enregistré à ..... le ..... 18...; .....

Signé : .....

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B

APPAREILS ET ACCESSOIRES DE LA VOIE.

CAHIER DES CHARGES.

ARTICLE 1. *Objet du cahier des charges.*

ART. 2. *Description des appareils à fournir.* — Formes et dimensions. — Conformité de l'exécution aux dessins.

ART. 3. *Modifications en cours d'exécution.* — L'administration se réserve le droit de modifier la forme ou les conditions de fabrication des appareils, sauf à en tenir compte au fournisseur, sous la condition expresse d'une réclamation immédiate de sa part et d'une entente avec l'administration, avant exécution.

ART. 4. *Poids des pièces à fournir.* — Ces poids sont portés sur les dessins, ou dans une nomenclature (Annexe C), ou enfin spécifiés par la soumission. — En général, toute pièce dont le poids est de plus de 2 pour 100 inférieur à celui stipulé est refusée. En cas d'excédant, l'administration du chemin de fer peut refuser ou accepter, sans que l'excédant soit payé au fournisseur.

ART. 5. *Qualité des matières.* — Épreuves.

ART. 6. *Conditions de fabrication.*

ART. 7. *Marques des appareils.*

ART. 8. *Contrôle et réception provisoire aux ateliers.* — Fabrication en général, suivie, dans les ateliers du fournisseur, par un ou plusieurs agents du chemin de fer, auxquels il est donné toutes facilités nécessaires pour vérifier l'exécution des clauses et conditions du présent cahier des charges.

La réception provisoire a lieu dans les ateliers, avant la livraison. Frais de main-d'œuvre relatifs au contrôle et à la réception provisoire ; établissement, pour les vérifications, des gabarits nécessaires, à la charge du fournisseur.

ART. 9. *Délai de garantie.* — Pendant ce délai, toutes les pièces reconnues défectueuses sont rebutées et rendues, au lieu de livraison, au fournisseur, qui doit immédiatement les remplacer, sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peine de voir sa garantie augmenter de tous les retards apportés dans le remplacement des pièces.

ART. 10. *Réception définitive.* — Elle est prononcée à l'expiration du délai de garantie, et quand toutes les pièces ont été remplacées.

ART. 11. *Procès-verbaux de réception* (chap. XI).

ART. 12. *Rebuts.* — Les pièces rebutées sont marquées d'un poinçon spécial, comptées et mises de côté pour être présentées à toute réquisition aux agents du chemin de fer, ou dénaturées immédiatement sous leurs yeux, au choix du fournisseur.

ART. 13. *Livraisons.* — Les livraisons sont faites aux lieux et époques fixées par la soumission ou le marché.

L'administration se réserve le droit de modifier les lieux de livraison indiqués par la soumission, en réglant avec le fournisseur la différence de transport.

ART. 14. *Indemnités en cas de retard.*

ART. 15. *Droits de brevet.* — L'entrepreneur s'entend, à ses frais, avec les propriétaires de brevets d'invention, et garantit l'administration du chemin de fer de toute poursuite.

ART. 16. *Payements.*

ART. 17. *Interdiction de céder.*

ART. 18. *Jugement des contestations.*

Les conditions de fourniture des bois de chêne, ou préparés, pour châssis de changements, croisements et traversées, pour charpente et platelages de plaques tournantes et ponts-bascules, pour fondations de tous les appareils en général, sont exactement les mêmes que celles imposées pour la fourniture des traverses de la voie courante (*Annexe* G, t. I). Le nombre et les dimensions des pièces qui entrent dans la composition de chaque appareil sont indiqués dans des tableaux spéciaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C

Type de nomenclature : changements, croisements, traversées de voies, plaques tournantes.

NOMBRE de pièces semblables	DÉSIGNATION DES PIÈCES.	MARQUES ou numéros d'ordre.	COTES distinctives.	POIDS de l'unité.	POIDS totaux.
	Changement simple.		m.	k.	k.
1	Rail entaillé à gauche (1).....	3—G	5,400	214,000	214,000
1	Rail entaillé à droite.....	3—D	5,400	214 000	214,000
1	Aiguille à gauche.....	4—G	5,000	176,000	176,000
1	Aiguille à droite.....	4—D	5,000	176,000	176,000
12	Coussinets.....	P—2	»	21,300	255,600
2	Butoirs.....	E—I	»	2,300	4,600
2	Butoirs.....	E—3	»	3,000	6,000
1	Cale de talon d'aiguille, à gauche.	R—G	»	16,630	16,630
1	Cale de talon d'aiguille, à droite.	R—D	»	16,630	16,630
1	Selle en fonte de talon, à gauche.	26—G	»	17,350	17,350
1	Selle en fonte de talon, à droite.	26—D	»	17,250	17,350
2	Selles de joints ordinaires.....	1	0,180(2)	3,500	7,000
4	Eclisses ordinaires.....	1	»	4,500	18,000
2	Eclisses coudées pour talon d'aiguille.....	7	»	7,000	14,000
2	Eclisses droites pour talon d'aiguille.....	8	»	7,000	14,000
4	Platines en fer pour tire-fond n°1.	6	»	0,715	2,860
32	Tire-fond.....	1	»	0,400	12,800
12	Tire-fond pour couvre-tringles d'entretoise.....	2	»	0,050	0,600
8	Crampons.....	»	»	0,390	3,120
6	Boulons d'éclisses ordinaires (avec 1 écrou).....	51	»	0,650	3,900
4	Boulons pour butoirs et coussinets (2 écrous et 1 goupille).	55	0,180(3)	1,140	4,560
2	Boulons à tête fraisée pour coussinets (2 écrous et 1 goupille).	78	0,152(4)	1,000	2,000
6	Boulons pour coussinets (2 écrous et 1 goupille).....	79	0,149	1,150	6,900
4	Boulons de talon d'aiguille (2 écrous et 1 goupille).....	83	0,251	1,415	5,660
2	Boulons à épaulement, de talon d'aiguille (2 écrous et 1 goupille).....	84	0,250	1,580	3,160
4	Boulons de fondation de boîte de mouvement (1 écrou).....	101	0,198	0,670	2,680
18	Boulons de châssis (1 écrou et 1 rondelle).....	103	0,284	1,625	29,250
	A reporter.....				000,000

(1) On dit que les pièces sont à gauche ou à droite suivant qu'elles sont à la gauche ou à la droite d'un observateur placé dans l'axe des appareils de telle sorte que les pointes se trouvent tournées vers lui.

(2) Largeur transversalement aux rails.

(3) La cote distinctive des boulons est leur longueur, non compris la tête, s'il y en a une.

(4) Y compris la tête.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMBRE de pièces semblables	DÉSIGNATION DES PIÈCES.	MARQUES ou numéros d'ordre.	COTES distinctives.	POIDS de l'unité.	POIDS totaux.
			m.	k.	k.
	Report.....				000,000
	Première entretoise (1).				
2	Pattes d'entretoise.....	1	0,085(2)	1,200	2,400
1	Tringle d'entretoise.....	2	1,151	10,000	10,000
2	Boulons d'articulation d'entretoise (1 écrou et 1 goupille)..	8	0,080	0,550	1,100
4	Boulons de pattes d'entretoise (2 écrous et 1 goupille).....	9	0,080	0,245	0,980
	Longueur totale de la première entretoise.....	»	1,321	»	»
	Deuxième entretoise..				
2	Pattes.....	7	0,107	1,450	2,900
1	Tringle.....	2	1,151	10,000	10,000
2	Boulons d'articulation.....	8	0,080	0,550	1,100
4	Boulons de pattes.....	9	0,080	0,245	0,980
	Longueur totale de la deuxième entretoise.....	»	1,365	»	»
	Troisième entretoise.				
2	Pattes.....	3	0,116	1,400	2,800
1	Tringle.....	2	1,151	10,000	10,000
2	Boulons d'articulation.....	8	0,080	0,550	1,100
4	Boulons de pattes.....	9	0,080	0,245	0,980
	Longueur totale de la troisième entretoise.....	»	1,383	»	»
1	Couvre tringle de la première entretoise.	10	1,100(3)	16,000	16,000
1	Couvre-tringle de la deuxième entretoise.....	11	1,150	17,500	17,500
1	Couvre-tringle de la troisième entretoise.....	12	1,200	19,500	19,500
	Mouvement.				
1	Boîte de mouvement en fonte...	»	»	55,000	55,000
2	Chapeaux de tourillons en fonte.	»	»	4,000	8,000
4	Boulons de chapeaux (1 clavette, 1 écrou et 1 goupille).....	12	0,125	0,400	1,600
1	Axe de rotation en fonte.....	»	»	22 000	22,000
2	Levier droit en fer	»	»	6,000	6,000
1	Cheville du levier droit.....	1	»	0,050	0,050
1	Contre-poids en fonte.....	»	»	20,000	20,000
1	Boulon de contre-poids (2 écrous, 1 goupille).....	13	0,125	0,500	0,500
	A reporter.....				000,000

(1) De la pointe des aiguilles vers le talon.
(2) La cote distinctive des pattes d'entretoise est la distance du centre de l'œil à la face d'assemblage; celle des tringles, leur longueur entre les centres d'articulation.
(3) Longueur totale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMBRE de pièces semblables	DÉSIGNATION DES PIÈCES.	MARQUES ou numéros d'ordre.	COTES distinctives.	POIDS de l'unité.	POIDS totaux.
			m.	k.	k.
	Report.....				000,000
1	Levier à douille en fer...	»	»	14,000	14,000
1	Cheville à œil avec chaînette d'attache.....	2	0,155(1)	0,650	0,650
1	Col de cygne.....	1	2,500(2)	24,480	24,480
1	Boulon d'articulation de col de cygne (2 écrous, 1 goupille)..	14	0,140	12,500	1,250
1	Boulon de chape de col de cygne (à clavette fendue).....	15	0,070	0,480	0,480
	Plaque tournante de 3m,40, pont tournant et accessoires.				
	FONTE.				
2	Demi-couronnes	»	»	713,500	1427,000
1	Croisillon supérieur.....	»	»	719,000	719,000
	FERS ET TÔLES.				
2	Longerons.	»	»	113,000	226,000
4	Cornières et rivets.....	»	»	»	95,480
4	Panneaux de parquets en tôle. ..... avec rondelle en fonte et rivets.	1	»	40,425	161,700
4	Id.....	2	»	5,450	21,800
4	Id.....	3	»	18,875	75,500
1	Crapaudine.....	»	»	20,000	20,000
1	Couvercle de pivot en tôle.....	1	0,298(3)	13,000	13,000
1	Verrou.....	»	»	12,000	12,000
1	Support de verrou.....	»	»	14,580	14,580
2	Clavettes de support de verrou..	»	»	0,820	1,640
4	Boulons de suspension (1 écrou).	227	30×342(4)	2,680	10,720
6	Boulons d'assemblage des demi-couronnes (2 écrous)...	225	30×150	1,930	11,580
8	Boulons d'assemblage des longerons sur les demi-couronnes (2 écrous).....	212	23×115	0,880	7,040
8	Boulons d'assemblage sans tête (4 écrous).....	214	23×175	1,130	9,040
24	Boulons d'assemblage des longerons sur le croisillon (2 écrous).	213	23×145	0,980	23,520
8	Boulons d'assemblage sans tête (4 écrous).....	215	23×210	1,220	9,760
104	Boulons à tête fraisée, d'assemblage des rails (2 écrous).....	204	15×80	0,210	21,840
1	Boulons d'articulation du verrou (1 écrou).....	210	20×190	0,620	0,620
	A reporter.....				0000,000

(1) De l'embase au bout du corps.
(2) Longueur.
(3) Diamètre intérieur.
(4) Diamètre et longueur en millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMBRE de pièces semblables	DÉSIGNATION DES PIÈCES.	MARQUES ou numéros d'ordre.	COTES distinctives.	POIDS de l'unité.	POIDS totaux.
			m.	k.	k.
	Report.....				0000,000
4	Boulons d'attache du support du verrou (1 écrou et 1 rondelle).	207	20,85	0,440	1,760
	ACIER.				
1	Grain en acier, de la crapaudine.	»	»	0,800	0,800
2	Rails continus.....	»	3,120	98,000	196,000
2	Rails intérieurs..... (1)	»	1,345	44,000	88,000
4	Rails extérieurs (2 à gauche, 2 à droite).....	»	0,775	24,000	96,000
	BRONZE.				
1	Godet de graissage	»	»	0,800	0,800
	TOTAL.....				0000,000
	Cuve avec croisillon, galets, etc.				
	FONTE.				
1	Croisillon inférieur.....	»	»	1033,000	1033,000
4	Panneaux de cuve avec encoches de verrou et entrée des rails.	»	»	210,500	842,000
2	Panneaux de cuve avec entrée des rails.....	»	»	202,000	404,000
8	Galets.....	»	»	23,750	190,000
	FER.				
1	Pivot.....	»	»	27,000	27,000
1	Clavette du pivot.....	»	»	2,000	2,000
8	Tringles de galets (2 éc. et 1 goup.)	»	»	10,000	80,000
1	Collerette de tringles.....	»	»	22,500	22,500
1	Cercle de galets en 2 pièces....	»	»	52,300	104,600
2	Fourrures d'assemblage de la couronne du croisillon.....	»	»	2,500	2,500
18	Boulons d'assemblage des panneaux de cuve (1 écrou).....	216	25×95	0,840	15,120
12	Boulons fixant la cuve au croisillon (1 écrou).....	217	25×105	0,880	10,560
4	Boulons d'assemblage de la couronne du croisillon (2 écrous).	226	30×160	2,060.	8,240
16	Boulons fixant les tringles de galets à la collerette (1 écrou).	201	12×68	0,130	2,080
4	Boulons d'assemblage du cercle des galets (1 écrou).....	211	22×73	0,580	2,320
8	Clavette fendue servant à fixer le rail Vignoles à la cuve.....	»	»	0,355	2,840
	TOTAL.....				0000,000
	Poids total de la plaque de 3m,40.				0000,000

(1) **Bridge-rails pesant 33k,50 le mètre, en acier puddlé, et 34k,30 en acier fondu ; largeur, 0m,160.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D

STATIONS, MAISONS DE GARDES ET ACCESSOIRES.

CAHIER DES CHARGES.

Le présent cahier des charges s'applique :

1° A l'exécution de tous les bâtiments des stations et accessoires du chemin de fer de....., savoir :

Bâtiments des voyageurs — hangars de marchandises et quais de chargement — remises pour voitures et locomotives — ateliers — prises d'eau — annexes pour lieux d'aisances et abris pour les voyageurs ;

2° A celle de..... maisons de gardes réparties sur différents points de la ligne.

Les stations seront établies à..... et formeront..... lots à donner à autant d'entrepreneurs ou à un seul ; ils seront groupés ainsi qu'il suit :

1er *Lot.* ..... avec..... maisons de gardes.

2e *Id.* ..... avec.....

Ces lots sont divisés en ..... sections, pour chacune desquelles des prix spéciaux sont fixés à la série et réunis ainsi qu'il suit :

. . . . . .

Toutes les conditions d'exécution, autres que celles des prix stipulés au cahier des charges, sont les mêmes pour les ..... sections.

Les combles en fer des halles de....., ainsi que ceux des auvents à établir sur les quais des différentes stations, ne font pas partie de la présente entreprise.

Les travaux de couverture, ferblanterie, peinture, vitrerie, etc., relatifs à ces mêmes combles, en font seuls partie.

Le nombre des maisons de gardes n'étant pas définitivement arrêté, la compagnie pourra l'augmenter ou le diminuer en en prévenant l'entrepreneur en temps opportun, sans que, pour ce fait, les conditions du marché soient changées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROVENANCE ET QUALITÉ DES MATÉRIAUX.

PROPORTIONS ET MODE D'EXÉCUTION.

CHAPITRE I. — TERRASSEMENTS, MAÇONNERIE, PLATRERIE.

1. *Tracé des stations.* — Le tracé des divers bâtiments et accessoires de chaque station sera piqueté sur le terrain par les soins de l'ingénieur ou de son délégué, en présence de l'entrepreneur, qui devra le reconnaître avant l'ouverture des travaux.

2. *Déblais et remblais.* — Les déblais et remblais seront exécutés par l'entrepreneur, conformément aux profils, aux plans et aux ordres de service qui lui seront donnés.

Les fouilles et autres parties devant recevoir des constructions seront dressées de niveau, en tous sens, suivant les lignes et les talus. Le fond sera damé proprement, à plusieurs reprises, en arrosant les terres. Les rigoles pour recevoir le béton seront dressées d'aplomb et d'égale largeur, suivant les profils d'encaissement. Dans le cas où cet encaissement ne serait pas bien exécuté, l'entrepreneur serait tenu de fournir des planches pour placer le béton, de remblayer et piloner les terres au pourtour. Lorsque, dans les déblais ou fouilles, il arrivera des éboulements, ils seront relevés aux frais de l'entrepreneur, qui doit faire placer des étais, s'ils sont nécessaires. Le sol à remblayer sera préalablement nettoyé et damé; les remblais ne contiendront ni souches, ni racines, ni débris de végétaux; ils seront pilonés par couches de 15 à 20 centimètres d'épaisseur.

3. *Sable.* — Le sable, pour la fabrication des mortiers et pour le pavage, sera pur, exempt de toutes matières terreuses, passé à la claie et lavé, s'il y a lieu. Il proviendra des rivières qui en charrient et, en outre, des carrières admises par l'ingénieur.

4. *Gravier.* — Le gravier employé pour la confection du béton proviendra des cours d'eau et des gravières les plus rapprochés du lieu d'emploi. Il sera purgé de terre et de sable par le passage à la claie, et les plus gros cailloux seront cassés, de manière à pouvoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passer par un anneau de 0m,05 de diamètre; il en sera de même, si l'on emploie des pierres dures concassées.

5. *Chaux hydraulique.* — La chaux employée dans les ouvrages sera hydraulique et de la meilleure qualité, sans biscuits, durillons, et sans aucun mélange de matières étrangères. Elle proviendra des carrières de..... La qualité de la chaux sera constatée par des essais, toutes les fois que cette précaution sera jugée nécessaire.

La chaux, au sortir du four, sera conservée à couvert; elle ne sera approvisionnée qu'au fur et à mesure des besoins. La chaux qui, par suite d'approvisionnement trop considérable ou anticipé, se trouverait réduite en poussière, au moment de la construction, sera rejetée.

6. *Extinction de la chaux.* — La chaux sera éteinte à mesure des besoins, douze heures au moins et deux jours au plus avant la confection du mortier; l'extinction s'opérera dans des fosses plinthées de planches et sous des hangars à l'abri de la pluie. Ces fosses auront au maximum 3 mètres de longueur sur 2 mètres de largeur et 0m,40 de profondeur. On étendra la chaux vive dans le fond de ces bassins, sur une couche de 0m,30, et on l'arrosera successivement avec la quantité d'eau nécessaire pour que, après son extinction entière, elle se réduise en pâte molle par la trituration.

On la laissera reposer pendant vingt heures au moins dans les bassins.

7. *Fabrication du mortier.* — Avant de mêler la chaux avec le sable, on la malaxera au rabot à bras, sans addition d'eau; lorsque, à la suite de la trituration, elle sera suffisamment molle, on y ajoutera graduellement le sable, sans addition d'eau.

Le mortier se composera de .... volumes de chaux en pâte et de .... volumes de sable.

Le mortier, après la fabrication et jusqu'au moment de l'emploi, devra être conservé à couvert. On ne fabriquera à la fois que la quantité qui pourra être employée dans la journée.

8. *Mortier de ciment.* — Le mortier fin, destiné à la maçonnerie de pierre de taille et au rejointoyement, sera composé d'après les données indiquées à la série des prix. On fera toujours le mélange de sable et de ciment avant de le broyer avec la chaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce mortier sera fabriqué comme le mortier ordinaire, mais il ne pourra être employé plus de six heures après sa confection.

9. *Béton.* — Le béton se composera de ..... parties de mortier ordinaire, fabriqué comme il a été dit ci-dessus, et de ..... parties de gravier ou pierres dures concassées, passées à la claie ; le mélange sera fait au rabot et à la pelle sur l'aire de fabrication du mortier ; l'emploi du béton se fera immédiatement après sa fabrication. Le béton qui ne sera pas employé dans la journée de sa fabrication sera rejeté. Le béton employé hors de l'eau sera régalé par couches de $0^m,25$ à $0^m,30$ au plus d'épaisseur, piloné à petite percussion, jusqu'à faire souffler le mortier. Chaque couche sera nettoyée avant la pose de la couche suivante ; elle sera arrosée, si elle commence à durcir.

Le mode d'immersion du béton sous l'eau sera déterminé par un ordre de service.

10. *Moellons.* — Les moellons sont divisés en trois classes.

1° Les moellons ordinaires pour maçonnerie de remplissage, et les parements destinés à être revêtus d'un crépi ;

2° Les moellons smillés pour parements de $0^m,30$ de queue moyenne, pour murs de quais et de clôtures ;

3° Les moellons piqués de parements, de $0^m,30$ de queue moyenne, pour murs de face.

L'emploi de chacune de ces espèces de moellons sera, au reste, indiqué dans la spécification de chaque ouvrage, et leurs dimensions seront prescrites par les dessins et par des ordres particuliers.

Les moellons proviendront des carrières de..... Les moellons provenant de bancs....., qui pourraient se trouver dans l'une des carrières précitées, seront refusés.

Les moellons, quelle qu'en soit la destination, seront durs, bien gisants, nettoyés et ébousinés au vif, purgés de toute matière étrangère et non gélifs.

11. *Maçonnerie ordinaire de moellons.* — La maçonnerie de fondation et de remplissage sera faite en moellons de fort appareil, bien litée à lits parallèles. Chaque assise sera arrasée à niveau avec une ou deux assises en parement.

Les moellons seront posés sur leur lit de carrière, à bain soufflant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de mortier, et poussés au marteau, de manière à ce que les interstices voisins se remplissent complétement.

Le mortier sera employé sans parcimonie ; toutefois on en diminuera le volume en poussant des éclats de pierre dans les intervalles.

Tout moellon qui ne serait pas solidement assis et qui s'appuierait sur les pierres voisines, sans l'intermédiaire d'une couche de mortier, sera nécessairement relevé.

On aura soin, avant de poser une nouvelle assise, de bien arraser et nettoyer l'assise inférieure avec le balai, et d'en enlever toutes les pierres vacillantes.

Pendant les chaleurs de l'été, on arrosera les maçonneries pour empêcher le mortier de se gercer, sans que toutefois on l'amène à se délayer. Les matériaux seront également arrosés avant leur emploi.

L'ébousinage et la taille des moellons seront faits sur les chantiers. Ces matériaux ne devront subir sur le tas que le travail nécessaire pour la mise en place.

Les pierres destinées à former parement seront grossièrement équarries au marteau, sans augmentation de main-d'œuvre, de manière à permettre un dressement exact des maçonneries. Les lits et joints seront crépis à la truelle, à mesure de l'exécution. Les mêmes conditions seront observées lorsque la maçonnerie sera destinée à former parement revêtu d'un crépi.

12. *Maçonnerie et taille des moellons de parement.* — La maçonnerie de moellons pour parement sera divisée en deux classes :

1° Maçonnerie de parement en moellons smillés pour parement droit et courbe ;

2° Maçonnerie de parement en moellons piqués pour parement droit et courbe.

Les moellons pour parements smillés seront simplement taillés soit à la hachette, soit avec la tête ou la pointe du marteau, sur les lits et les joints, pour leur donner plus d'assiette, et sur la tête pour dresser le parement et le soumettre à l'alignement du cordeau. La taille sera conforme à celle du type n°....., dont l'entrepreneur déclare avoir pris connaissance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces moellons auront toujours au moins $0^m,12$ de hauteur, $0^m,20$ de largeur et $0^m,36$ de queue pour les boutisses, et $0^m,23$ de queue pour les panneresses ; leur longueur sera au plus de $0^m,60$.

La taille de ces moellons devra être opérée de façon que les joints soient d'équerre et que leur largeur ne soit pas de plus de $0^m,02$ à une profondeur de $0^m,10$ en dedans du plan du parement ; l'épaisseur du lit et du joint en parement ne devra pas être supérieure à $0^m,01$.

Les moellons d'un même rang seront choisis d'une épaisseur égale ; la hauteur des assises pourra varier, mais sans transition brusque d'une assise à l'autre.

La pose de ces moellons de parement sera faite sur le lit de carrière à bain soufflant de mortier ; ils seront frappés au maillet jusqu'à ce qu'ils soient solidement assis. Toutes les pierres seront nettoyées et, au besoin, mouillées au moment de l'emploi. Les joints verticaux des assises successives seront à recouvrement de $0^m,10$ au moins.

Les moellons piqués pour parements auront leurs lits et leurs joints taillés à la pointe du marteau et relevés d'une ciselure de $0^m,03$ de largeur contre l'arête du parement. La face du parement sera taillée à la pointe ou à la boucharde, entourée d'une ciselure ou d'un chanfrein de $^2/_3$ de largeur, conformément aux types n^{os}....., dont l'entrepreneur déclare avoir pris connaissance.

Les joints seront tirés d'équerre sur $0^m,10$ au moins ; ils n'auront pas plus de $0^m,008$ d'épaisseur ; les lits et les joints seront à vive arête sur la face du parement, pour les types n^{os}.....

Les assises de moellons seront toutes de la même hauteur pour le même ouvrage ; cette hauteur ne pourra être moindre de $0^m,15$; elle sera calculée de manière que deux ou plusieurs assises correspondent à une assise de pierre de taille avec laquelle se raccorde la maçonnerie de moellons piqués. Les moellons seront appareillés par carreaux et boutisses. Les carreaux auront au moins une profondeur de $0^m,23$, les boutisses de $0^m,37$, de manière à former une épaisseur moyenne de $0^m,30$.

La longueur en parement sera au moins le double de la hauteur, et aura au plus $0^m,60$.

13. *Pierre de taille.* — La pierre de taille proviendra des mêmes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carrières que celles qui fournissent les moellons, et, si l'ingénieur l'ordonne, des carrières de..... Elle sera tirée des meilleurs bancs, extraite en bonne saison, d'un grain serré, dure, sans fils, moies, cailloux, bousin, sable graveleux et tendrières, non susceptible de geler, se déliter ou se dégrader à l'air.

Elle sera choisie de couleur semblable pour les mêmes ouvrages, suivant dessins et indications de l'ingénieur.

14. *Maçonnerie de pierre de taille.* — Les parements vus de la pierre de taille seront taillés avec soin : soit à la fine pointe et relevés d'une ciselure qui pourra être de $0^m,006$ à $0^m,007$ en retraite sur le parement à la pointe; soit à la boucharde, avec la même ciselure; soit enfin à la laie, à deux reprises.

Ces trois sortes de parements seront conformes aux types n^{os}....., dont l'entrepreneur déclare avoir pris connaissance. L'ingénieur prescrira le genre de parement à employer pour chaque ouvrage. Les parements vus seront sans écornures, épaufrures ni flaches. Les têtes seront parfaitement dégauchies et taillées dans toute leur étendue; les joints seront retournés d'équerre et taillés suivant des plans exacts, jusqu'à $0^m,15$ au moins des parements.

La maçonnerie de pierre de taille sera exécutée par assises régulières et de hauteur égale, conformément au détail d'appareil qui sera remis à l'entrepreneur.

Dans les assises courantes, les pierres seront appareillées par carreaux et boutisses, dont la longueur sera au moins égale à une fois et demie la hauteur; les joints montants seront à recouvrement de $0^m,15$ au moins.

La pierre de taille sera posée sur son lit de carrière et sans le secours de cales, sur une couche de mortier fin, et battue au refus avec une hie en bois pesant 10 kilogrammes. Cette opération devra réduire l'épaisseur des joints horizontaux à $0^m,007$ et faire refluer une certaine quantité de mortier dans les joints verticaux. On achèvera de remplir les joints en y faisant pénétrer du mortier au moyen de la fiche à dents et non par le coulage, qui est formellement interdit.

Les joints verticaux auront aussi $0^m,007$ d'épaisseur au plus.

Chaque assise sera parfaitement dérasée de niveau, avant la pose

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'assise suivante; elle sera nettoyée, balayée et arrosée avant de recevoir la couche de mortier.

15. *Ragrément et rejointoyement.* — Après l'achèvement des maçonneries, les parements vus, en pierre de taille ou en moellons piqués et smillés, seront ragréés avec soin ; puis les joints seront refouillés au crochet, sur une profondeur de $0^m,02$ à $0^m,03$, et remplis, après avoir été arrosés, de mortier fin au ciment de tuileaux.

Le mortier sera refoulé avec force, sans bavures, et quand il aura pris une consistance suffisante, la surface des joints sera rigoureusement frottée et polie au lissoir.

16. *Briques ordinaires.* — Les briques ordinaires proviendront des meilleurs fours des environs de chaque station. Néanmoins l'entrepreneur sera tenu de prendre, pour les faces à briques apparentes des bâtiments des stations de....., des briques de..... Elles seront bien cuites, dures, sonores, droites, bien moulées et de pâte homogène; on rejettera celles qui seront voilées ou plus ou moins vitrifiées.

17. *Briques creuses.* — Les briques creuses proviendront des fours de.....

18. *Maçonnerie de briques.* — Les briques ordinaires et creuses seront posées sur un lit de mortier de chaux et de sable de $0^m,015$ que l'on réduira à $0^m,010$ par la pression. Les joints verticaux de chaque assise devront être en recouvrement sur ceux de l'assise inférieure. Ils auront au plus $0^m,01$ d'épaisseur.

Lorsque cette maçonnerie est prescrite à parements apparents d'un côté, les assises des briques seront d'une épaisseur bien égale et parfaitement horizontales, les joints d'une même largeur et leur croisement respectif placé dans une même verticale ; le jointoyement en mortier fin de ciment bien lissé au fer, droit, apparent et d'une même épaisseur dans tout le parement; les briques seront bien serrées entre les bois préparés, de manière à en cacher la disjonction par suite de rétrécissement.

19. *Maçonnerie de briques pour voûtes.* — La maçonnerie de briques et mortier hydraulique pour voûtes, tant en plein cintre que surbaissées, avec ou sans nervures, sera exécutée par assises réglées d'après le plan du rayon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les formerets, les arcs doubleaux des pénétrations, les arêtes et surfaces gauches seront taillés et coupés suivant les différentes courbes et suivant le plan du rayon.

Le parement apparent des voûtes sera frotté et poli; les joints des assises seront grattés sur 0m,03 de profondeur, refaits avec du mortier de ciment et lissés.

20. *Maçonnerie de briques réfractaires.* — Les briques réfractaires pour âtre de cheminée proviendront des fours de.....; elles seront bien faites, dures et sonores; leurs joints seront garnis de terre glaise mêlée de sable du.....

21. *Maçonnerie de briques à plâtre.* — Les maçonneries de briques de champ pour manteaux de cheminée et cloisons légères seront faites en briques ordinaires posées à plâtre.

22. *Crépissages.* — Les crépissages en mortier ordinaire seront faits à trois couches de mortier, polies au lissoir.

Pour les fosses d'aisances, on emploiera du mortier de ciment, également à trois couches, polies une première fois au lissoir et une seconde fois au caillou.

23. *Chapes en ciment.* — Les chapes qu'on appliquera sur le fond des fosses d'aisance seront faites en mortier de ciment, poli d'abord au lissoir et ensuite au caillou.

24. *Tuiles plates et creuses ordinaires.* — Les tuiles plates et creuses ordinaires proviendront des mêmes fours que les briques ordinaires et devront avoir les mêmes qualités que celles-ci; elles seront surtout sonores, non gélives et ne devront pas s'écailler.

25. *Tuiles.* — Les tuiles auront les mêmes qualités que les tuiles ordinaires.

26. *Couverture en tuiles.* — Les tuiles plates pour couverture double se couvriront aux deux tiers et à joints alternatifs; elles se toucheront parfaitement dans toute leur longueur; les lattes qui les reçoivent auront 0m,06 de largeur sur 0m,027 d'épaisseur, et seront clouées sur chaque chevron avec des clous à lattes, en fer bien corroyé, et non avec des pointes.

Les tuiles creuses pour faîtages et arêtiers se recouvriront à un quart; elles seront posées sur mortier hydraulique et bien jointoyées. Ces tuiles seront attachées à des lattes de 0m,07 de largeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur 0m,03 d'épaisseur ; les faîtages et arêtiers seront exécutés en mortier de ciment.

27. *Ardoises.* — Les ardoises proviendront des carrières de....., elles seront bien lisses, non délitées ni gélives, maigres et d'une teinte égale.

28. *Couverture en ardoises.* — Les ardoises se recouvriront, comme les tuiles plates, aux deux tiers et à joints croisés ; chacune sera clouée par deux clous sur le bordage en planche ou sur le lattis ; les faîtes et arêtes seront recouverts de plomb laminé de 0m,0015 d'épaisseur sur 0m,16 de largeur, fixé sur les ardoises par deux clous en croix par mètre courant, ou calotté par une dame en plomb.

29. *Pavés d'échantillon.* — Le pavé de calcaire proviendra des carrières de..... Le pavé des roches feldspathiques proviendra des carrières de.....

Tous ces pavés auront les dimensions suivantes : longueur, 0m,11 à 0m,16 ; largeur, 0m,10 à 0m,12 ; queue, 0m,18.

Ils seront bien équarris, de manière qu'ils ne produisent pas de joints de plus de 0m,02 d'épaisseur.

Les pavés en cailloux étêtés proviendront de.....; ils auront un diamètre de 0m,10 à 0m,15 et une queue de 0m,15.

30. *Chaussées pavées.* — Les pavés seront établis sur forme de sable de 0m,20 d'épaisseur ; ils seront solidement affermis au marteau par rangées droites d'une largeur uniforme et perpendiculaires à l'axe de la chaussée ; ils seront à joints alternés d'une rangée à la suivante. Les joints des pavés de carrière ne devront pas avoir plus de 0m,008 d'épaisseur. A mesure de l'exécution, deux ouvriers dresseront le pavé en le battant avec une hie de 20 kilogrammes jusqu'à ce que la percussion ne produise plus aucun tassement.

Les pavés avec mortier hydraulique seront établis sur un terrain bien damé et uni, sur lequel on étendra une couche de mortier hydraulique de 0m,05 d'épaisseur ; les pavés y seront posés solidement au marteau, comme les pavés ordinaires, les joints remplis de mortier et battus ensuite à la hie jusqu'à la résistance.

L'entrepreneur devra remplacer sans délai les pavés qui s'écrase-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

raient ou se fendraient par l'effet de la main-d'œuvre, et réparer les flaches qu'elle produirait.

Après la visite du pavage, et sur l'ordre de l'ingénieur en chef, il sera répandu sur la surface une couche de 0m,03 de sable.

31. *Bordures de trottoirs.* — Les bordures de trottoirs seront faites en pierre calcaire jurassique, dite de....., bien dure et sans défauts aux faces qui devront rester apparentes. Leur taille sera faite à la boucharde. L'arête extérieure sera arrondie suivant un quart de rond de 0m,02 de rayon. A l'intérieur, on pratiquera une feuillure de 0m,01 de profondeur et de 0m,05 de largeur, destinée à recevoir la couche de bitume.

32. *Dallage en bitume.* — Le mastic d'asphalte proviendra de..... et sera mélangé avec la quantité nécessaire de goudron minéral pour opérer la fusion et offrir la résistance convenable, suivant qu'on l'emploiera en trottoirs ou en terrasses. Dans le premier cas, on y introduira 8 pour 100 de gravier fin; dans le deuxième cas, 9 pour 100.

Il sera appliqué sur une couche de béton et de gros mortier de 0m,10 d'épaisseur.

L'épaisseur du bitume sera de 0m,01 à 0m,02.

33. *Plâtre.* — Le plâtre sera tiré des carrières de.....; il sera bien cuit, non éventé, broyé sans être échauffé par cette opération, et passé au tamis fin; il doit devenir onctueux étant gâché et durcir parfaitement; il sera mis en œuvre le plus promptement possible après sa calcination.

34. *Enduits en plâtre.* — Les enduits en plâtre seront exécutés en trois couches, dont deux en gros plâtre mélangé d'un quart de sable et une en plâtre fin bien blanc. La première couche servira à fermer les joints. Quand elle sera à moitié sèche, on appliquera la seconde, qui devra dégauchir parfaitement les cloisons. La troisième sera appliquée ensuite sur 0m,005 d'épaisseur; elle sera parfaitement dressée et polie.

35. *Plafonds en plâtre.* — Les plafonds seront d'abord lattés en voliges de sapin d'environ 0m,04 de largeur sur 0m,007 à 0m,008 d'épaisseur, clouées aux deux extrémités et sur chaque solive avec deux clous à tête plate.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur ces lattes bien dressées, on fouettera une couche un peu claire de plâtre fin qui doit le couvrir et penétrer dans les intervalles. Lorsqu'elle aura fait prise, on en appliquera une seconde en gros plâtre d'environ $0^m,01$ d'épaisseur qu'on dressera avec soin. Pendant qu'elle sera encore fraîche, on la recouvrira d'une couche de plâtre fin et blanc de $0^m,007$ à $0^m,008$ d'épaisseur et polie.

36. *Corniches, impostes et archivoltes en plâtre.* — Les corniches, impostes et archivoltes seront dégrossies avec le gabarit en gros plâtre, la dernière couche sera formée par un coulis en plâtre fin.

37. *Badigeonnage.* — S'il y a lieu d'employer le badigeon sur les crépis, on délayera dans une eau de chaux grasse, de consistance convenable, une quantité d'ocre ou de noir de fumée, ou autre couleur propre à donner la teinte qu'on voudra obtenir. Les deux couches seront appliquées au pinceau, la première quand le crépi sera encore frais, la seconde quand la première sera complétement sèche. On aura soin de remuer le mélange jusqu'au fond chaque fois qu'on y trempera le pinceau, afin d'obtenir une égale intensité de couleur.

CHAPITRE II. — CHARPENTE.

38. *Bois de chêne.* — Le bois de chêne proviendra des forêts de.... et de préférence des montagnes; il sera coupé en bonne saison, sans aubier, sain, de droit fil, sans piqûres, pourritures, fentes, nœuds vicieux ou tous autres défauts préjudiciables à la bonne exécution, à la solidité ou à la durée des ouvrages.

39. *Bois de sapin.* — Les bois de sapin pour solivages et combles devront être tirés de.....; ils seront de droit fil, sains, d'un ton blanc.

Toute pièce échauffée ou d'un rouge blafard sera refusée.

Les planches et madriers de sapin proviendront également d..... et seront flottés.

40. *Charpente de chêne et de sapin.* — Les assemblages des bois pour charpente de chêne et de sapin seront faits avec le plus grand soin, à tenons et mortaises, traits de Jupiter et autres, assemblés avec justesse, avec chevilles et roidis à la cognée; les planches et pans de bois dressés bien droits, d'égale épaisseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

41. *Escaliers.* — Les bois employés pour les escaliers seront bien secs, de beau choix, sans aubier ni défauts, bien proprement travaillés et assemblés exactement d'après les formes et dimensions qui seront données à l'entrepreneur.

CHAPITRE III. — MENUISERIE.

42. *Madriers et planches de chêne et de sapin.* — Les madriers et planches de chêne et de sapin, ou autres bois à employer dans tous les ouvrages de menuiserie, seront entièrement secs, tendres, dégagés du cœur, sains, sans aubier, nœuds vicieux, malandres, échauffures, gélivures ou gerçures.

Le bois de chêne proviendra des forêts de....., et de préférence de celles de.....

Le bois de sapin sera tiré de.....

43. *Ouvrages en menuiserie.* — Tous les ouvrages en menuiserie seront parfaitement assemblés d'après les règles de l'art et suivant la nature des travaux spécifiée à la série des prix; les éclats ou fentes de bois pourront faire rejeter les travaux exécutés, qui ne devront pas être restaurés avec des morceaux rapportés.

Toutes les parties de menuiserie qui présenteront des dispositions au déchirement, écartement dans les assemblages et autres, seront refaites par l'entrepreneur, sans indemnité; il donnera du jeu, pendant une année après la réception des travaux, à toutes les portes et croisées, chaque fois qu'il y aura nécessité de le faire.

CHAPITRE IV. — SERRURERIE.

44. *Fontes et fers.* — La fonte employée dans les constructions pourra être de première fusion; elle devra être grise, tenace et douce, à grains homogènes, sans aucun défaut tel que soufflures, gravelures, goutte froide, retraits apparents, etc.

La résistance à la traction devra être de 1500 kilogrammes au moins par centimètre carré de section.

La fonte coulée en barreau carré de $0^m,04$ de côté, posé sur deux appuis écartés de $0^m,16$, devra supporter, sans rupture, le choc d'un poids de 12 kilogrammes tombant de $0^m,50$ de hauteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les trous percés dans la fonte le seront à froid ou obtenus dans la coulée — selon les conditions demandées pour chaque objet — et dans les deux cas alesés soigneusement.

Les fers seront nerveux, sans pailles, gerçures, doublures ni brûlures; à moyen échantillon ils pourront être ployés à angle droit et redressés sans éprouver de gerçures, qu'ils proviennent des laminoirs ou de la forge.

45. *Assemblage des fontes et fers.* — Les assemblages des parties à exécuter en fonte et fer forgé seront faits avec toute les précautions possibles, suivant dessins détaillés à fournir à l'entrepreneur.

46. *Ferrements.* — Tous les ferrements des portes, croisées ou autres seront exécutés suivant les modèles déposés au bureau, et proprement travaillés à la lime ; les entailles pour la pose exécutées avec précision; les pièces montées avec des vis à bois, soit à tête fraisée, soit à tête bombée, suivant ce qui est dit dans le présent devis. Les vis ne seront pas enfoncées au marteau.

Les différentes espèces de ferrements seront payées au poids ou à la pièce, suivant la série des prix, et pour chaque espèce d'ouvrage.

Les types des ferrements seront payés par l'entrepreneur; mais il aura la faculté de les employer en dernier lieu pour son entreprise; ils ne seront portés en compte qu'aux prix de la série; les pertes qu'il pourrait faire, sur l'avance de ces modèles, resteront à sa charge, comme aussi, s'il y a bénéfice, il restera à son profit.

CHAPITRE V. — FERBLANTERIE.

47. *Zinc laminé.* — Le zinc laminé à employer sera généralement du numéro 14, à moins de prescription d'une autre épaisseur par ordre de service; le mode de couverture sera spécifié par l'ingénieur en cours d'exécution; les doucines des chéneaux seront disposées suivant les profils qui seront prescrits à l'entrepreneur.

Les tuyaux de descente en zinc recevront intérieurement deux couches de couleur à l'huile, et tous les assemblages seront généralement faits avec beaucoup de précision; les soudures seront établies de manière à ne pas se rouvrir et à ne pas présenter des aspérités inégales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

47 *bis. Plomb laminé.* — Le plomb laminé à employer pour chéneaux ou revêtements de bois aura une épaisseur de 0m,001 à 0m,00125 ; les soudures seront établies comme pour les travaux en zinc.

CHAPITRE VI. — PEINTURE ET VITRERIE.

48. *Peinture.* — Les couleurs à employer dans la peinture seront toutes de première qualité ; elles seront broyées, pour la première couche, avec de l'huile de lin, et pour les deux dernières avec de l'huile siccative.

Les couleurs pour la peinture au vernis copal seront broyées avec de l'essence d'esprit-de-vin et de térébenthine.

L'emploi se fera par couches unies, et chaque couche ne sera appliquée que lorsque la précédente sera bien sèche.

Les bois, fers, pierres en seront bien couverts.

Le minium sera broyé à l'huile de lin mêlée de litharge.

49. *Vitrerie.* — Le verre à vitres sera de première qualité, sans soufflure, rayure ou tout autre défaut ; enfin, suivant l'expression du commerce, de teinte blanche. Il sera découpé suivant les panneaux de vitres, avec 0m,001 de jeu, fixés avec des pointes à tête perdue, et mastiqué au pourtour à biseau.

APPLICATION DES PRIX ET RÈGLEMENT.

50. *Dispositions générales.* — Les travaux seront réglés, sauf rabais ou augmentation, d'après la série des prix annexée au marché.

Les prix de la série seront appliqués au métrage réel des ouvrages ; il ne sera pas tenu compte des quantités qui résulteraient des excédants de dimensions sur celles indiquées par les plans ou spécification des ouvrages ou par ordres de service de l'ingénieur.

51. *Sable.* — On considère comme sable de rivière le sable recueilli à la drague sous l'eau ; comme sable de minière, tout sable pris à la pelle, même sur les bords des rivières.

52. *Béton.* — Le béton sera cubé en œuvre, et d'après les dimensions indiquées par les plans ou prescrits par des ordres de service.

Par suite de la difficulté d'amener exactement les fouilles sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau aux dimensions demandées, il est accordé dans ce cas, par massif de béton, et sur le cube prescrit, une tolérance de 1/10 en plus. Les cubes excédant ce 1/10 ne seront pas comptés à l'entrepreneur, ni pour les fouilles, ni pour le béton.

Le prix unique porté à la série pour le béton s'applique indistinctement au béton coulé à sec ou sous l'eau, ou en lit de rivière, quel que soit le mode d'immersion prescrit par l'ingénieur.

53. *Maçonnerie ordinaire.* — On considère comme maçonnerie ordinaire ou de remplissage, et on payera d'après les prix nos..... de la série : 1° les massifs en fondation ; 2° la maçonnerie en remplissage derrière la maçonnerie en parements vus; 3° la maçonnerie de remplissage des voûtes; 4° la maçonnerie à un ou deux parements destinés à être crépis.

54. *Maçonnerie en parement.* — Le cube de la maçonnerie de moellons en parement sera donné par la moyenne de son épaisseur réelle. Dans les prix de la série pour la maçonnerie en parement est compris le rejointoyement décrit au présent cahier des charges, quelle que soit la surface du parement fournie par le mètre cube.

Quel que soit le mode prescrit pour les moellons piqués de parement droit ou de voûtes, taillé à la pointe ou à la boucharde, entouré d'une ciselure ou d'un chanfrein, le prix restera toujours le même.

55. *Pierre de taille.*— Le prix unique, porté à la série pour pierre de taille, s'applique à toute espèce de maçonnerie en fondation ou en élévation, pour voûte et bandeau droit ou à moulure, à parement droit ou courbe, avec ou sans évidement ou refouillement pour pierres de toutes formes ou dimensions.

On comptera le cube réel, pourvu qu'il n'excède pas les limites résultant de l'appareil indiqué par les plans. Ces cubes s'établiront comme suit : 1° pour les voussoirs et les pierres de forme entièrement droites ou convexes, par les principes rigoureux de la géométrie ; 2° pour les pierres à angles rentrants, en comptant le volume du plus petit polyèdre qui puisse être circonscrit à chacune d'elles. La pierre de nature spéciale figurant au n°... ne sera employée que sur un ordre de l'ingénieur.

56. *Parement de maçonnerie de moellons.* — Les parements de maçonnerie de moellons smillés et piqués étant comptés dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prix de ces maçonneries, il ne sera rien payé en dehors de ces prix, quelles que soient la forme et les dispositions de la maçonnerie.

57. *Parement de pierre de taille.* — Il ne sera payé comme parement de pierre de taille que les parements vus et métrés d'après les règles de la géométrie. Le prix de parement porté au n°..... ne sera applicable qu'aux parties refouillées des parements et aux moulures ayant des refouillements courbes, concaves ou convexes, si ces parements ne dépassent pas la moitié de la surface entière.

58. *Maçonnerie de briques.* — La maçonnerie de briques sera payée d'après son cube ou sa surface réelle, et aux prix n°s.....

Celle en briques réfractaires, pour âtres, fours et calorifères, sera payée au cube tant plein que vide.

Un mur en briques, avec parement à briques apparentes, est compté au prix de briques apparentes dans toute son épaisseur.

Dans les cloisons à briques apparentes, on ne déduira de la surface que les vides, les seuils, les chapeaux et les poteaux corniers; le restant des bois sera compris dans la surface des briques.

59. *Couvertures.* — Les couvertures en tuiles, ardoises ou zinc seront payées au mètre carré effectif, sans aucune valeur pour les recouvrements. De même des faîtures en plomb, des couvertures et des chéneaux en zinc dont les prix comprennent la fourniture, le déchet et la pose.

L'entrepreneur fournira et appliquera, au prix de la série, le bitume nécessaire pour garnir le dessous des chéneaux.

60. *Poterie.* — Les tuyaux en terre cuite pour les descentes des latrines seront payés au prix du bordereau, qui comprend fourniture, déchet et pose.

61. *Plâtrerie.* — Les enduits en plâtre seront comptés jusqu'à la hauteur du plafond, et les plafonds seront mesurés d'un mur à l'autre, comme si la corniche n'existait pas. Le prix des corniches et des impostes sera réglé au mètre carré, quelles que soient les moulures, et d'après leur développement.

On ne comptera dans le développement des moulures que les parties en retraite ou en saillie sur l'enduit voisin, et non point par exemple, les frises qui séparent le premier filet du membre principal de la corniche. Les archivoltes seront payées au mètre linéaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de leur développement moyen. Les prix alloués comprennent les noyaux ou formes en bois nécessaires, dans certains cas, pour obtenir la saillie des corniches, des impostes ou archivoltes.

Quant aux ornements de sculpture faits sur place et rapportés, tels que : denticules, modillons, métopes, etc., ils seront réglés à part, à prix convenu avec l'entrepreneur.

62. *Bordures de trottoirs.* — Le prix des bordures comprend la fourniture, la taille, la pose, ainsi que les déblais et remblais.

63. *Dallage en bitume.* — Les dallages en bitume seront payés d'après leur surface réelle; on ajoutera un cinquième au prix pour les solins ou portions relevées contre les murs.

L'administration se réserve de faire exécuter les ouvrages en bitume par un entrepreneur spécial, si elle le juge convenable.

64. *Charpente.* — La charpente sera payée au mètre cube effectif, sans déduire les tenons et l'entaille des mortaises, d'après la série des prix, pour les différentes espèces d'ouvrages.

Les planchers bruts en madriers de chêne ou de sapin pour quais, etc., etc. seront mesurés au mètre cube et au prix des articles de la série; les broches ou clous seront payés en sus au kilogramme, art...

Les planchers bruts d'entrevous du grenier, etc., seront payés au mètre superficiel, déduction faite de tous les vides.

65. *Pieux de fondation et d'enceinte.* — Les pieux seront cubés d'après leur volume effectif. Les cubes résultant d'excédants de dimensions ne seront pas payés à l'entrepreneur. Les faux pieux employés pour le battage et le recepage des pieux dans l'eau sont comptés dans les prix de la série.

66. *Bois pour batardeaux.* — Les bois pour batardeaux demeurent, après emploi, la propriété de l'entrepreneur, qui est tenu de les enlever à ses frais et de les reprendre pour la moitié des prix portés à la série; il en est de même pour les pieux et planches d'encaissement auxquels on appliquera les prix des articles..... de la série des gros ouvrages d'art.

67. *Charpente pour cintres à reprendre par l'entrepreneur.* — Les cintres pour tous les travaux de maçonnerie seront exécutés d'après les plans et dispositions donnés par l'ingénieur et payés au prix, n°...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les cubes résultant des dimensions excédant celles demandées ne seront pas payés à l'entrepreneur ; ces cintres ne sont pas comptés pour les fenêtres cintrées ordinaires auxquels on n'appliquera que le prix de l'article... de la série.

68. *Menuiserie.* — La menuiserie pour croisées, portes vitrées, lambris, sera payée au mètre superficiel, tant pleins que vides.

Celle de planchers, parquets, au mètre superficiel effectif, tous les vides et parties engagées déduits.

69. *Fonte et fers.* — Tous les ouvrages en fonte et en fer laminé ou forgé seront payés au poids, suivant le prix de la série.

70. *Peinture.* — Toutes les peintures seront payées suivant la série des prix, au mètre superficiel développé.

71. *Vitrerie.* — Les carreaux de vitres seront payés au mètre superficiel, le recouvrement de la feuillure compris.

72. *Faux frais.* — Les faux frais de l'entreprise comprennent les frais de tracé, tels que : fourniture et pose des piquets, pose de bornes de repère (fourniture de bornes non comprise), gabarits, lattes pour profils, etc.; les frais d'installation de chantiers, d'échafaudages; les frais d'octroi et autres sur les matériaux; les cabestans, moufles, cordes, chevalets, échelles, etc.; les contributions et frais qui pourront être exigés, aux termes de la loi, pour les réparations de chemins vicinaux ou autres dégradés par le passage des voitures ou tombereaux employés par l'entrepreneur ; les frais d'installation, d'entretien et d'éclairage des barrières de défense ; les frais d'appropriation et de mise en état des terrains loués par la compagnie pour l'établissement des chantiers ; les frais pour maintenir l'écoulement des eaux des fossés et ruisseaux, etc.; etc.

CONDITIONS GÉNÉRALES.

73. *Ordre et délai d'exécution. Mise en activité des travaux.* — Les travaux seront exécutés dans l'ordre qui sera prescrit par l'ingénieur en chef, et d'après les ordres de service donnés à cet effet.

Chaque ordre de service relatif à un ouvrage sera accompagné des plans d'exécution et d'une spécification dans laquelle seront décrits le travail à exécuter et la marche à suivre pour son exécution ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les dimensions et la nature des matériaux. Cet ordre servira de base pour le règlement des travaux, sauf les modifications apportées à ces premières dispositions par des ordres de service ultérieurs.

74. *Connaissance du cahier des charges.* — L'entrepreneur, par le fait de son marché, reconnaît avoir pris une connaissance approfondie du présent cahier des charges, de la série des prix y annexée, et des conditions d'exécution des travaux, telles que : nature du terrain, — lieux de provenance des matériaux, profils d'exécution, etc. L'entrepreneur, au moyen de la série des prix consentie et approuvée par lui, fera toutes les fournitures, façons, poses et emplois de matériaux, tous les soldes d'argent et d'ouvriers nécessaires à l'achèvement des travaux, quelle que soit la quantité de chaque espèce de travail dont le prix est prévu à la série. Quoique certains détails d'exécution puissent ne pas être exprimés dans les sous-détails de la série des prix, il est entendu qu'elle contient implicitement l'estimation complète de toutes les parties d'ouvrages. Il ne pourra, dans aucun cas, être élevé de réclamations sur la composition des prix des sous-détails dont les éléments ne figurent à la série des prix qu'à titre de renseignements.

75. *Changements non prévus au devis et travaux en régie.* — Dans le cas où la compagnie ordonnerait, soit l'exécution d'ouvrages, soit l'emploi de matériaux, soit des modifications de main-d'œuvre ou de matières dont les valeurs ne seraient pas prévues, soit un changement de destination dans l'emploi des matériaux, les prix appliqués seront établis par analogie avec ceux des ouvrages ou des matériaux avec lesquels ils auront le plus de rapport, et ils subiront, dans tous les cas, le rabais de l'adjudication. Dans le cas de non-entente, on aura recours à un arbitrage, ou bien, les travaux pour lesquels des prix spéciaux ne seraient pas indiqués dans la série, seront exécutés par voie de régie, sous la direction et la surveillance de l'ingénieur ou de ses agents.

Il est entendu cependant que ces travaux seront faits, autant que possible, par l'entrepreneur, sur prix convenus, et qu'on n'aura recours à des régies complétement distinctes qu'autant que l'entrepreneur n'accepterait pas les prix qui lui seraient offerts, ou n'exé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuterait pas les travaux avec tout le soin et toutes les précautions désirables.

L'ingénieur conservera toujours le droit, pendant la durée des travaux, de les retirer à l'entrepreneur pour les faire exécuter, soit par des tâcherons spéciaux, soit par des ouvriers à la journée, dans le cas où il ne se conformerait pas exactement aux ordres et aux instructions qui lui seraient donnés.

L'entrepreneur devra fournir à la compagnie et aux prix de la série, tous les ouvriers qui lui seraient demandés pour travaux en régie exécutés sur les chantiers dépendant de l'entreprise. Dans le cas où l'entrepreneur serait chargé de payer ces ouvriers pour le compte de la compagnie, le montant de la dépense lui sera remboursé avec un bénéfice de... %, et s'il fournit des machines ou outils, il lui sera accordé en outre ... % pour cet objet.

76. *Ouvrages non spécifiés dans la série des prix.* — Tous les ouvrages ou fournitures non spécifiés dans la série des prix, tels que : calorifères, combles en fer, objets ornés en pierre, en plâtre, en bois ou en fer, châssis à tabatière, lucarnes, cheminées françaises, siéges inodores, barrières et portes à claire-voie aux abords des stations, peintures à la colle en différentes couleurs, papiers peints, etc., feront l'objet de prix conventionnels, et pourront être distraits de l'entreprise.

77. *Matériaux et objets trouvés dans les fouilles.* — T. I, p. 619.

78. *Maintien de la circulation pendant la durée des travaux.* — T. I, p. 620.

79. *Occupations temporaires.* — La spécification de chaque ouvrage indiquera la surface et les numéros du parcellaire des terrains qui seront mis à la disposition de l'entrepreneur pour l'établissement de ses chantiers. La location de ces terrains sera payée par la compagnie pendant le délai fixé pour l'exécution de chaque travail ; on ajoutera deux mois qui seront accordés pour l'enlèvement des matériaux existants et la remise en culture. Si l'entrepreneur occupait des surfaces autres ou plus grandes que celles indiquées à la spécification, ou s'il occupait ces dernières pendant un temps plus long que celui qui est fixé, tous les frais qui en résulteraient seraient à sa charge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'enlèvement des matériaux laissés sur le chantier, la démolition et l'enlèvement des hangars et établissements provisoires qu'il pourrait avoir faits, sont à la charge et aux frais de l'entrepreneur.

80. *Abri pour le conducteur des travaux.* — T. I, p. 620.

81. *Responsabilité de l'entrepreneur en cas d'accidents.* — T. I, p. 621.

82. *Dimensions des matériaux.* — T. I, p. 621.

83. *Examen des matériaux avant l'emploi.* — T. I, p. 622.

84. *Vérification des travaux.* — T. I, p. 622.

85. *Tenue des attachements.* — T. I, p. 622.

86. *Cas de contestation sur l'exécution des ouvrages.* — En cas de contestation entre l'ingénieur et l'entrepreneur, relativement aux attachements, au métrage ou à l'application des prix, il en sera référé à un ingénieur, qui devra être désigné d'un commun accord pour chaque instance, comme arbitre convenu entre les parties.

Dans l'hypothèse où la compagnie et l'entrepreneur ne tomberaient pas d'accord sur le choix de l'arbitre, on s'en remettra à trois arbitres nommés par le tribunal de commerce de...

Les arbitres seront dispensés de la formule du serment et des formes et délais de la procédure ordinaire; ils jugeront comme amiables compositeurs; leur jugement sera souverain et sans appel.

87. *Sous-traités.* — T. I, p. 622.

88. *Présence de l'entrepreneur sur les travaux.* — T. I, p. 623.

89. *Choix des ouvriers.* — T. I, p. 623.

90. *Action sur les agents et ouvriers.* — T. I, p. 623.

91. *Ordre et délai d'exécution.* — T. I, p. 623.

92. *Mise en activité des travaux.* — T. I, p. 623.

93. *Mise en demeure.* — T. I, p. 623.

94. *Résiliation.* — T. I, p. 623.

95. *Cautionnement.* — T. I, p. 624.

96. *Garantie.* — Comme garantie des engagements que prend l'entrepreneur envers la compagnie, il lui sera fait une retenue du dixième sur le montant de tous les travaux exécutés; cette retenue ne lui sera rendue qu'après la réception définitive des travaux et après l'expiration des délais spécifiés dans l'article 98.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

97. *Réception provisoire.* — La réception provisoire n'aura lieu qu'après l'entier achèvement de la totalité des travaux.

98. *Délais de garantie.* — Les délais de garantie seront de douze mois pour tous les ouvrages.

Ces délais commenceront à dater de la réception provisoire.

L'entrepreneur devra, jusqu'à l'expiration des délais de garantie, faire disparaître toutes les dégradations de quelque nature qu'elles soient, qui surviendraient par suite de mauvaise exécution.

99. *Comptes, payements et à-compte mensuels.* — Il sera établi contradictoirement, à la fin de chaque mois, un compte détaillé des travaux exécutés, d'après lequel il sera fait à l'entrepreneur des payements d'à-compte sur bordereaux présentés par l'ingénieur de la compagnie. Ces comptes seront, dans tous les cas, susceptibles, en ce qui concerne les erreurs de calcul et d'application des prix de la série, de vérifications ultérieures, jusqu'à la réception provisoire des travaux. Dans le cas où il résulterait de cette vérification une déduction ou une augmentation à faire sur le payement précédent, elle sera portée au compte du mois suivant. L'ingénieur de la compagnie mentionnera ses réserves sur les bordereaux d'à-compte, dont l'entrepreneur signera les reçus.

Les bordereaux d'à-compte pourront porter dans leur énonciation les indications des prix qui ne seraient pas à la série pour travaux nouveaux. Ils pourront également contenir les énonciations de travaux nouveaux, leur description et les conditions nouvelles auxquelles l'entrepreneur sera soumis. Ces additions obligeront l'entrepreneur comme le marché primitif.

La valeur des travaux exécutés s'établira en appliquant les prix de la série aux métrés pour les travaux stipulés, soit au marché, soit dans les ordres de service de l'ingénieur, et dont les dessins et dimensions auront été fournis à l'entrepreneur, et pour les travaux supplémentaires ordonnés en cours d'exécution, et reconnus dans les attachements contradictoires et quotidiens mentionnés à l'article 85. Il sera fait, sur le prix des travaux exécutés, ainsi établi, la retenue de garantie fixée à l'article 96. Avant d'effectuer le payement des à-compte mensuels, la compagnie aura le droit d'exiger

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'entrepreneur la justification du payement de ses ouvriers et fournisseurs.

100. *A-compte ou avances sur les approvisionnements.* — Il sera accordé des à-compte sur les approvisionnements prescrits par les ordres de service, sans que l'entrepreneur ait à se prévaloir de l'absence de ces ordres pour négliger ses approvisionnements.

Ces à-compte ne s'élèveront pas au delà des trois cinquièmes de la valeur des approvisionnements. Il ne sera point accordé d'à-compte autrement qu'à titre d'avances sur les approvisionnements non prescrits, et sur les ouvrages non livrés, la compagnie entendant ne payer que des travaux exécutés.

101. *Compte définitif.* — Le compte définitif des travaux sera le résumé de tous les bordereaux d'à-compte complété par un dernier bordereau indiquant le solde des différents travaux.

102. *Réception définitive.* — Les délais de garantie expirés, on procédera à la réception définitive des travaux. Un état descriptif sera dressé par l'ingénieur, en présence de l'entrepreneur, à ce dûment appelé. Dans le cas où, par suite de vices de construction ou malfaçons, des avaries seront constatées, l'entrepreneur devra immédiatement les réparer. Si l'entrepreneur ne s'exécute pas après mise en demeure, la compagnie pourra faire, d'urgence et en régie, les travaux nécessaires, aux risques et périls de l'entrepreneur. Le montant de ces travaux sera déduit du solde, ou, s'il est nécessaire, du cautionnement dû à l'entrepreneur.

Les travaux sujets à réception de la part de l'administration supérieure devront être établis conformément aux prescriptions qu'elle pourra avoir données, et qui auront été transmises à l'entrepreneur. Celui-ci ne pourra prétendre à la réception définitive des travaux par l'ingénieur de la compagnie qu'après leur acceptation par l'administration supérieure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

E

EMPLOI DES SÉMAPHORES.

(PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.)

Les sémaphores consistent en des mâts munis de bras mobiles pour les signaux de jour, et de lanternes pouvant donner à volonté des feux blancs, vert ou rouge, pour les signaux de nuit — 282 —.

Le bras qui se présente à gauche du mât, en regardant le sémaphore vers lequel les trains ou les machines se dirigent, s'adresse *seul* à ces trains ou machines.

Les bras sont peints en rouge sur la face tournée vers les trains ou machines, et en blanc sur la face opposée.

Signaux de jour. — Le bras tombant verticalement le long du mât indique que la voix est libre ; — Le bras incliné à angle aigu commande le ralentissement ; — Le bras étendu horizontalement commande l'arrêt.

Signaux de nuit. — Le feu blanc indique que la voie est libre ; — Le feu vert commande le ralentissement ; — Le feu rouge, l'arrêt.

Des sémaphores doivent être établis : 1° Aux bifurcations ; — 2° Dans les gares ; — 3° En pleine voie, pour partager l'intervalle entre deux gares trop espacées ; le tout suivant les indications ci-dessous :

Bifurcations. — En général, il faut à chaque bifurcation deux sémaphores, dont l'un de 7 mètres et l'autre de 9 mètres de hauteur. Le sémaphore le plus élevé s'adresse aux voies de la ligne principale, et le plus petit, aux voies de l'embranchement. Ces signaux doivent être placés aussi près que possible des aiguilles de la bifurcation.

Ne sont exceptées de cette règle, c'est-à-dire ne peuvent être dépourvues de sémaphores, que les bifurcations situées à l'intérieur des grandes gares où tous les trains s'arrêtent, pour ne se remettre en marche qu'après un signal de départ donné par la gare.

Aux bifurcations, un poteau indicateur — *bifurcation* — a pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

venu le mécanicien qu'il doit ralentir sa marche de manière à pouvoir arrêter complétement son train devant le poteau *arrêt*, si le sémaphore le prescrit. Il suffit donc que ce signal soit visible le jour et la nuit, à peu de distance en avant du poteau *arrêt*. Cependant, il sera toujours à propos, sur ces points, d'orienter les sémaphores de manière qu'ils soient aperçus, autant que possible, à une assez grande distance dans les deux sens.

Gares. — Dans toute gare où certains trains peuvent passer sans s'arrêter, un sémaphore est nécessaire pour maintenir les intervalles réglementaires. Dans les grandes gares où tous les trains s'arrêtent sans exception, il n'en faut pas, à moins de cas spéciaux, de nécessités de service particulières de l'exploitation.

La position la plus convenable pour les sémaphores est sur l'un des trottoirs, à côté du bâtiment principal.

Les sémaphores des gares auront 7 mètres de hauteur ; ils ne sont pas destinés à être vus de très-loin ; il suffit que les mécaniciens puissent les apercevoir à quelque cent mètres de distance.

Sémaphore en pleine ligne. — Il ne sera établi de sémaphores en pleine ligne que sur les parties à double voie. Ces sémaphores auront 7 mètres de hauteur.

Pour les lignes où la circulation est très-active, on a fixé à 6 kilomètres la distance maxima entre deux sémaphores consécutifs.

Il en doit être de même sur toutes les lignes ou portions de ligne, d'une importance moindre, où la marche des trains est telle, que deux ou plusieurs trains de voyageurs se suivent de près, surtout lorsqu'ils vont en se rapprochant.

Mais sur les autres lignes de fréquentation moyenne, ce maximum n'est pas de rigueur et pourra être assez ordinairement dépassé.

Les sémaphores installés en pleine voie seront établis sur l'accotement, à $2^{m},25$ du rail le plus voisin. Néanmoins, dans le cas où l'on ne pourrait obtenir cet écartement, la distance au rail adjacent pourra être réduite jusqu'à $1^{m},35$, mais elle ne sera jamais moindre.

N. B. — Voir page 700 : NOTE SUR LES FEUX COLORÉS.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

F

SIGNAUX APPLIQUÉS A LA CORRESPONDANCE [1].

I. — SIGNAUX DES GARDES-LIGNE [2].

A. — SIGNAUX ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES.

Au moment où un train va quitter une station, son départ est annoncé sur la ligne par les timbres électriques.

1. — *Approche d'un train ou d'une machine.*

a. — Dans la direction du point K vers le point H,
Les timbres frappent deux fois cinq coups.

••••• •••••

b. — Dans la direction du point H vers le point K,
Les timbres frappent une fois cinq coups.

•••••

2. — *Retraite des gardes-ligne.*

Les timbres frappent trois fois cinq coups.

••••• ••••• •••••

Observation. — Les signaux (1, *a*, *b*) sont transmis de station en station, *une* ou *deux* minutes avant le départ des trains, selon que l'arrêt du train dans ces stations est de deux minutes ou plus.

Le signal (2) combiné avec (B, 5) et (C, 1, *b*) n'est employé que sur les sections où le service de nuit n'existe pas. Le point de départ et la direction du signal de retraite sont fixés par un ordre de service.

B. — SIGNAUX OPTIQUES.

1. — *Approche d'un train.*

Les gardes répètent comme suit l'approche d'un train annoncé par les timbres :

[1] Extrait du règlement des signaux des chemins de fer rhénans.
[2] 3e partie : EXPLOITATION. *Trains, Mesures de sécurité.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a. — Dans la direction de K vers H.

LE JOUR.

Ils élèvent le bras du sémaphore *en haut* (fig. 534).



Fig. 534. Annonce d'un train montant.

LA NUIT.

Le feu blanc de la lanterne est tourné vers le train.

En même temps, sur les lignes *à une voie*, le feu rouge est présenté du côté opposé, ce qui s'obtient soit en masquant le feu de la lanterne unique par un verre rouge, soit en élevant une seconde lanterne munie d'un verre rouge.

b. — Dans la direction de H vers K.

LE JOUR.

Les gardes placent le bras incliné *vers le bas* (fig. 535).



Fig. 535. Annonce d'un train descendant.

LA NUIT.

Comme le signal dans la direction de K vers H.

Ces signaux suivent immédiatement ceux des timbres électriques, et sont maintenus jusqu'après le passage des trains annoncés.

2. — *La voie est libre.*

LE JOUR.

Le garde à son poste tient le drapeau enroulé (p. 523).

LA NUIT.

Le garde présente au train le feu blanc de sa lanterne à main.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3. — *Ralentissement.*

LE JOUR.

Le garde agite vers le train son drapeau enroulé.

LA NUIT.

a, — le feu *vert* de la lanterne du signal est dirigé vers le train.

b, — la lanterne à main est agitée par le garde, le feu vert dirigé du côté du train.

A ce signal, le mécanicien répond par le signal du sifflet : *Attention.*

Le signal de ralentissement est donné par le garde-ligne qui se trouve entre le train qui approche et le point motivant le ralentissement.

Sur les sections en réparations qui exigent un ralentissement de marche, le signal est donné par le garde posté en avant et en arrière du point à protéger : le jour, au moyen d'un disque rouge et blanc ; la nuit, au moyen du feu vert de la lanterne de signal.

4. — *Arrêt.*

LE JOUR.

Le bras du sémaphore est *horizontal* (fig. 536).



Fig. 536. Danger.

En même temps le garde accourt vers le train en suivant la ligne et en agitant son drapeau rouge déployé, ou tout autre objet en cas de besoin.

LA NUIT.

Le feu *rouge* de la lanterne-signal est présenté au train.

En même temps, le garde se rend au pas de course à la rencontre du train, en dirigeant vers le train le feu rouge de sa lanterne (ou en agitant toute autre lumière en cas de besoin).

Observation. — Au signal d'*arrêt* de la voie, le mécanicien répond par le signal du sifflet : *Serrer les freins.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand un garde donne le signal d'*arrêt*, le garde voisin doit donner le signal de *ralentissement*.

Lorsque le garde est dans la nécessité de donner le signal d'arrêt, par suite d'une réparation urgente à faire ou d'une avarie qui s'est manifestée tout à coup, ce signal doit être fait à 800 ou 1 000 mètres du point dangereux.

En cas de demande de machine de secours ou d'arrêt d'un train en pleine voie par une cause quelconque, le chef de train doit veiller à ce que le train soit protégé par un signal d'*arrêt*, à 1 000 mètres en arrière et à 800 mètres en avant, et qu'un agent du train se porte vers la machine de secours pour indiquer au mécanicien la position du train en détresse.

Un train qui a réclamé une machine de secours, en quelque endroit que ce soit, s'il se trouve sur une ligne en service de *voie unique*, NE DOIT, EN AUCUN CAS, POURSUIVRE SA ROUTE pendant tout le temps qu'il attend la machine de secours venant à sa rencontre.

Si le train en détresse se trouve sur une ligne à double voie en service, il peut lorsque sa machine est remise en état de marche, poursuivre sa route.

La machine de secours continue également de s'avancer jusqu'à la première station dont le chef donne des ordres relatifs à son retour.

La machine de secours prend toujours la voie de marche régulière. Elle ne s'avance *à contre-voie* que sur un avis écrit ou télégraphié par le chef de train, lorsque le train en détresse est arrêté non loin d'une station d'où la machine de secours est réclamée. Dans ce cas encore, le train, qui a demandé du secours, ne doit quitter la place qu'après l'arrivée de ce secours.

Deux trains suivant la même voie, en se rapprochant doivent être arrêtés immédiatement par les signaux de la voie dirigés dans les deux sens.

Lorsqu'un train ou une machine suit un autre train ou une autre machine avec une trop grande vitesse, c'est-à-dire que l'intervalle réglementaire de cinq minutes dans le jour, de dix minutes pendant l'obscurité, n'existe pas entre les deux trains, il faut faire au second train le signal d'arrêt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si le garde-ligne remarque dans le train un fait anormal, il doit donner le signal d'arrêt. Pour faire apercevoir son signal du train, il doit le suivre en courant et chercher à se faire remarquer. Le garde-ligne du poste voisin doit exhiber le signal d'arrêt.

5. — *Retraite des gardes-ligne.*

Après l'audition des trois séries de cinq coups des timbres électriques (1, A, 2), le signal de retraite est transmis dans la même direction par le premier garde, au moyen de l'exhibition du feu *vert* de la lanterne-signal en avant et du feu *blanc* en arrière. Les gardes suivants présentent successivement, et d'abord, le feu vert en arrière ; puis, comme le premier, le feu vert en avant et le feu blanc en arrière.

C. — SIGNAUX ACOUSTIQUES.

1. — *Sons de trompe.*

a. — Approche d'un train.

Dès qu'un train ou une machine quitte une station, le dernier aiguilleur, tourné dans la direction de la marche du train, annonce le départ du train par un signal de trompe. Le premier garde-ligne transmet ce signal à son voisin, et ainsi de suite. L'aiguilleur, à l'entrée de la station prochaine, annonce l'arrivée du train, en se tournant du côté du bâtiment principal.

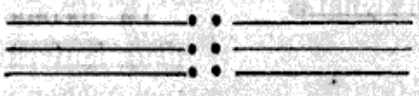
Les trains marchant dans un sens sont annoncés par un seul signal de trompe ; dans le sens contraire, au moyen de trois signaux séparés par de courtes pauses.

Chaque signal de trompe se compose d'un son prolongé, deux sons brefs et un son prolongé.

Ainsi, le signal de marche dans un sens est représenté par la figure (en musique, une ronde, deux noires, une ronde) :



Et dans le sens opposé, par la figure suivante :



b. — Signal de retraite.

Après l'apparition des signaux optiques (I, A, 2 et B, 5), le signal

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de retraite est transmis à son de trompe de station en station, dans le sens prescrit par l'ordre de service spécial ; et cela, au moyen de deux signaux de trompe ainsi représentés :



2. — *Signaux détonants.*

Arrêt. — Les gardes-ligne sont munis de pétards qu'ils fixent sur les rails au moyen de bandelettes de plomb. Ces pétards produisent une violente détonation sous la pression des roues de la machine.

Observation. — Les pétards ne doivent être employés que dans des cas particuliers et pressants, lorsque les brouillards épais, les tourmentes de neige, etc., interceptent la transmission des signaux optiques, et quand une avarie ou un accident subit oblige le garde à faire le signal d'arrêt.

Dans ce cas, le garde place à 800 ou 1 000 mètres du point dangereux, du côté de l'arrivée des trains, deux pétards distants de 75 mètres l'un de l'autre. Dès que les pétards éclatent, le machiniste doit arrêter le train.

Indépendamment de la pose des pétards, le garde doit faire les signaux d'arrêt avec le drapeau ou la lanterne.

Traversée des tunnels. — L'approche des trains ou machines vers les tunnels est annoncée, en outre, par le son d'une cloche suspendue au portique du tunnel.

Lorsqu'ils entendent ces sons de cloche, les ouvriers occupés dans le tunnel doivent se réfugier dans les niches ménagées à cet effet.

II. — SIGNAUX DES TRAINS.

1. — *Signal de marche.*

LE JOUR.	LA NUIT.
Absence complète de signal.	La locomotive porte, à l'avant, *deux* lanternes à *feu blanc ;* le dernier wagon une lanterne projetant une lumière blanche en avant et en arrière du train.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, le dernier wagon doit porter à l'arrière, au-dessus des tampons, une grande lanterne de signal à feu rouge.

Une machine circulant seule porte à l'avant une lanterne à feu blanc et à l'arrière une semblable lanterne à feu rouge.

Observation. — Pour bien distinguer les trains de différentes lignes en entrant dans la même gare, on munit la cheminée des machines venant d'une direction donnée :

LE JOUR.	LA NUIT.
D'un disque blanc ou d'un disque mi-partie noir et blanc.	D'une troisième lanterne à feu blanc ou d'une lanterne à couleur bleue.

2. — *Annonce d'un train ou d'une machine extra, suivant dans le même sens.*

LE JOUR.	LA NUIT.
Un drapeau *vert* arboré au dernier véhicule.	Une lanterne au dernier véhicule projetant une lumière *verte* en arrière.

3. — *Annonce d'un train ou d'une machine extra, venant dans un sens opposé.*

LE JOUR.	LA NUIT.
Un drapeau *vert* à l'avant de la machine.	Une lanterne *à feu vert* à l'avant de la machine, à la gauche du mécanicien.

Observation. — Les trains dont les croisements sont changés doivent être considérés comme trains *extra* sur les sections où le changement a lieu ; et, en conséquence, doivent être signalés par un drapeau vert ou un feu vert *à l'arrière*, s'ils sont dépassés avant l'heure du tableau de marche ; et *à l'avant*, si le déplacement de croisement concerne un train en sens opposé sur voie unique.

Les gardes-ligne ont ordre d'arrêter et de ne pas laisser passer outre tout train circulant sur voie unique, qui dépasse un croisement régulier sans être muni du signal prescrit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4. — *Un train extra et irrégulier circulant sans avoir été annoncé par le train précédent.*

LE JOUR.	LA NUIT.
Un drapeau *rouge* à l'avant de la machine.	Une lanterne à feu *rouge* à l'avant de la machine, à gauche du mécanicien.

Observation. — Ce signal n'est employé, en règle générale, que sur les lignes à voie unique, et seulement lorsqu'il est nécessaire d'envoyer un train spécial (ou une machine), sans qu'on en ait signalé l'arrivée par le train précédent. Les stations que le mouvement de ce train concerne doivent, en tous cas, se concerter au moyen du télégraphe, et l'annoncer par les timbres électriques, dix minutes au moins avant le départ.

Un signal semblable est employé sur les lignes à deux voies, lorsque l'une d'elles devient tout à coup impraticable et que la circulation se fait sur une voie unique, avant que les gardes soient prévenus du changement de marche. Les gardes doivent arrêter tout train qui, dans cette circonstance, ne porterait pas le signal prescrit.

5. — *Dérangement dans les communications télégraphiques.*

Un drapeau jaune arboré au compartiment du chef de train, du côté de la double voie.

Observation. — Sur ce signal, les gardes-ligne doivent immédiatement passer en revue les fils du télégraphe et réparer les avaries, s'il y a lieu, d'après les instructions *ad hoc* (p. 550).

6. — *Arrêt d'un train.*

Pour les trains de voyageurs, la corde de communication du conducteur du train avec la machine est tirée et le sifflet à vapeur se fait entendre. — 2e partie. MOTEURS, *Construction et entretien* —.

Pour les trains de marchandises, le chef de train doit, de son compartiment, donner au mécanicien le signal d'arrêt, en se servant du drapeau rouge ou de la lanterne à feu rouge ; à la vue de ce signal, les gardes-frein attirent sur ce signal l'attention du mé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

canicien par les sons continus de leur sifflet de marine. Les gardes-ligne qui voient ce signal doivent le reproduire et le transmettre au mécanicien.

Observation. — Si le personnel des trains remarque sur un canton quelque chose d'anormal réclamant une révision immédiate de la ligne, il fait arrêter le train et signale le fait au garde-ligne le plus proche.

III. — SIGNAUX DU SIFFLET A VAPEUR.

1. — *Attention.*

Un son prolongé. (En musique, une blanche.)

2. — *Serrer les freins.*

Trois sons brefs suivis d'un son prolongé. (Trois croches et une blanche.)

3. — *Desserrer les freins.*

Trois sons brefs. (Trois noires.)

IV. — SIGNAUX LOCAUX.

Les signaux placés à l'entrée des stations ou à l'approche des points ou la circulation exige une attention toute particulière consistent en un grand disque ou ballon rouge, auquel est accroché, de nuit, une lanterne à feu rouge.

Quand ce signal présente sa face rouge, tout train, toute machine doit s'arrêter.

V. — SIGNAUX DE CHANGEMENTS DE VOIE.

1. — *Ligne principale.*

a. — Anciennes dispositions des changements.

LE JOUR.	LA NUIT.
La boîte du signal présente sa face *blanche.*	Le changement présente la lumière *blanche.*

b. Nouvelles dispositions des changements.

Les signaux de jour et de nuit sont identiques.

La boîte de signal présente sa face étroite blanche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2. — *Embranchements.*

a. Anciennes dispositions des changements.

LE JOUR.	LA NUIT.
La boîte du signal présente sa face *rouge* et la flèche dirige sa pointe vers la voie ouverte par les aiguilles.	Le changement présente la lumière *verte*.

b. Nouvelles dispositions des changements.

Les signaux de jour et de nuit sont semblables. La boîte de signal présente une flèche noire sur champ blanc, la pointe tournée dans la direction donnée par les aiguilles.

VI. — SIGNAUX DES COLONNES ALIMENTAIRES.

LE JOUR.	LA NUIT.
Absence de signal.	La lanterne placée au-dessus d'une colonne alimentaire présente une lumière *verte*, quand le col en est tourné pour la prise d'eau.

G

RÈGLEMENT POUR LES AIGUILLEURS.

CHAPITRE I. — ATTRIBUTIONS. — RESPONSABILITÉ.

ARTICLE 1. La surveillance et la manœuvre des aiguilles sont confiées, soit à des agents spéciaux, soit à des employés temporairement chargés de ce service.

Dans les gares, les aiguilleurs sont placés sous les ordres des chefs de gare. Néanmoins, pour tout ce qui concerne le graissage et le nettoyage des aiguilles, ils doivent se conformer aux instructions qui leur sont données par les piqueurs et les chefs de section de la voie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les aiguilleurs chargés de la manœuvre des aiguilles situées hors des gares sont placés sous les ordres des piqueurs et des chefs de section de la voie.

Les aiguilleurs sont responsables de tous les faits de leur service.

CHAPITRE II. — MESURES DE SURETÉ.

ART. 2. *Signaux.* — (Voir 377, p. 520, *Emploi et transmission des signaux.*)

ART. 3. Les aiguilleurs ne doivent permettre aucun mouvement de train ou de machine avant que les précautions prescrites par le présent règlement, ou les consignes particulières, aient été prises.

ART. 4. Lorsqu'un signal à distance est manœuvré pour protéger un mouvement, les aiguilleurs ne doivent permettre ce mouvement qu'après s'être assurés qu'aucune machine ou aucun train n'est engagé sur la voie entre le signal et les aiguilles.

Les aiguilleurs doivent, d'ailleurs, être toujours prêts à faire eux-mêmes un signal d'arrêt, au moyen du drapeau rouge, le jour, et du feu rouge, la nuit.

ART. 5. Lorsqu'un train doit franchir, en les abordant par la pointe, des aiguilles à contre-poids fixe établies sur une voie principale, le levier de ces aiguilles doit être tenu à la main pendant tout le temps du passage du train.

ART. 6. Lorsqu'un train, abordant les aiguilles par le talon, vient à s'arrêter accidentellement sur ces aiguilles, l'aiguilleur doit les maintenir constamment, en soutenant leur levier, pour éviter le déraillement qui se produirait, si le train venait à reculer sur les aiguilles abandonnées à elles-mêmes.

En cas d'absence de l'aiguilleur, l'agent qui dirige la manœuvre du train doit, sous sa propre responsabilité, maintenir ou faire maintenir les aiguilles.

Cet article et le précédent ne sont applicables qu'au cas où le passage du train nécessite le changement de position des aiguilles.

ART. 7. Tout changement de voie qui a été manœuvré, soit par un aiguilleur, soit par un train, doit être examiné par l'aiguilleur, qui doit s'assurer qu'il a bien repris sa position normale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, dix minutes avant le passage ou l'arrivée des trains, les aiguilleurs doivent visiter leurs aiguilles et s'assurer qu'elles sont dans la position convenable.

ART. 8. Il est formellement interdit de changer la position des aiguilles sur lesquelles une machine ou un train est engagé.

ART. 9. Les aiguilleurs doivent veiller à ce que les mouvements de trains et de machines dans les gares, à l'entrée et à la sortie des ateliers et des dépôts, ainsi qu'aux aiguilles abordées par la pointe, s'exécutent toujours à petite vitesse et avec la plus grande prudence.

ART. 10. Les aiguilleurs, en prenant leur service, doivent s'assurer que les aiguilles et les signaux dont la manœuvre leur est confiée sont en bon état et fonctionnent bien.

Les aiguilleurs qui seront relevés devront, en remettant leur service, faire reconnaître aux aiguilleurs qui viendront les remplacer le bon état des signaux et des aiguilles, et leur transmettre les consignes particulières qu'ils auraient pu recevoir, ainsi que tous les renseignements et avis utiles.

Les consignes générales seront toujours données par écrit ; il en sera de même, autant que possible, des consignes particulières.

ART. 11. Les chefs de gare sont prévenus lorsque des aiguilles sont mises en réparation. Les aiguilles en réparation doivent être l'objet d'une surveillance toute particulière.

CHAPITRE III. — MESURES D'ORDRE.

ART. 12. Les aiguilleurs, dans l'exercice de leurs fonctions, doivent être munis : 1° du règlement pour les aiguilleurs ; — 2° du règlement pour les signaux ; — 3° du règlement pour la surveillance de la voie ; — 4° d'un exemplaire des tableaux de la marche des trains ; — 5° d'un drapeau rouge ; — 6° d'une lanterne à verre rouge ; — 7° de signaux-pétards.

ART. 13. Le service des aiguilleurs doit s'accomplir avec calme et sans bruit.

Ils doivent échanger à voix basse les communications nécessaires au service, et s'abstenir de cris et de conversations particulières.

ART. 14. Les aiguilleurs sont chargés de tous les soins à donner

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux aiguilles et aux signaux dont la manœuvre leur est confiée, en ce qui concerne le nettoyage et le graissage de ces appareils.

Toutes les parties desdits appareils seront visitées chaque jour avec attention par l'aiguilleur, qui assurera l'écoulement des eaux, l'enlèvement des neiges, et fera immédiatement les petites réparations qu'il pourra effectuer lui-même.

Dans le cas où l'aiguilleur ne pourrait pas exécuter lui-même les réparations nécessaires, il fera prévenir le piqueur et assurera les signaux qui se feront, pour les aiguilles placées sur les voies principales, soit au moyen des disques des stations, soit au moyen de drapeaux ou de lanternes portés aux distances prescrites par le règlement pour la surveillance de la voie.

ART. 15. Lorsqu'à la suite d'accident, de travaux de réparation, ou de toute autre cause, la circulation devra s'effectuer momentanément sur une seule voie, les aiguilleurs placés aux extrémités de la voie unique ne laisseront les trains s'y engager que conformément aux ordres de service qui leur auront été remis par écrit.

ART. 16. Les aiguilles situées hors des gares et qui ne sont pas constamment gardées doivent être maintenues dans leur position normale, au moyen d'un cadenas fermé à clef, par les soins et sous la responsabilité de l'aiguilleur.

H

OUTILS DU SERVICE DE LA VOIE.

Brouette française (fig. 537). — Cette brouette est préférée, par les ouvriers français, à la brouette anglaise, parce que, beaucoup moins évasée que cette dernière, elle permet à celui qui la conduit de voir la roue, et qu'elle est, par cette raison, plus facile à guider dans un espace restreint, sur des planches, ou enfin sur des estacades très-étroites. Il faut cependant reconnaître que, par sa forme, la brouette anglaise a l'avantage de reporter la majeure partie de la charge sur la roue, et non sur les bras du rouleur, comme la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brouette française ; de permettre une charge notablement plus grande qu'avec cette dernière ; enfin de faciliter beaucoup le déchargement.

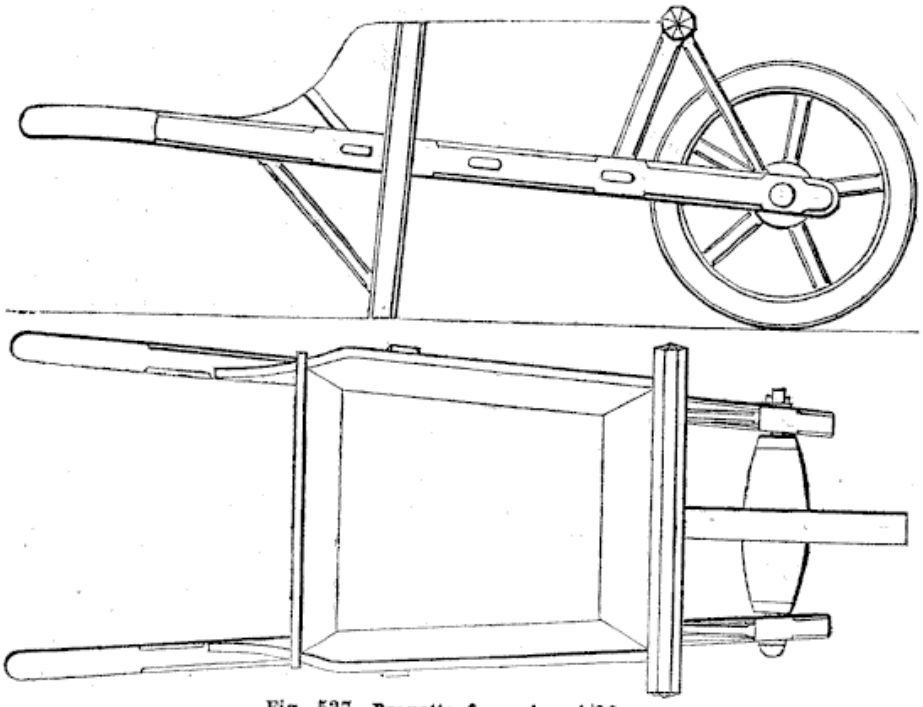


Fig. 537. Brouette française. 1/20.

Le prix d'une bonne brouette peut varier, selon la localité, entre 12 et 16 francs.

Pelle de terrassier (fig. 538). — Une bonne pelle doit être large,

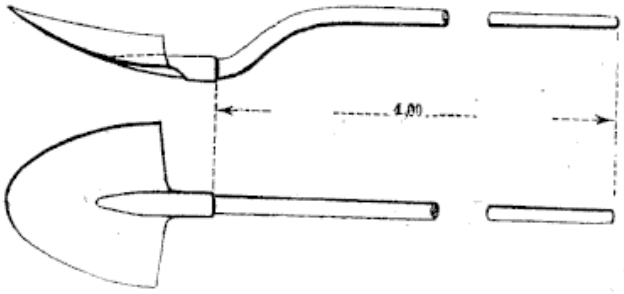


Fig. 538. Pelle de terrassier. 1/20.

à bords bien aciérés, en fer de première qualité, à douille creuse et non rapportée; et enfin armée d'un manche court et recourbé, pour que la charge soit prise horizontalement. En Angleterre, les pelles de terrassier ont, comme celles des chauffeurs, un manche très-court terminé quelquefois par une poignée perpendiculaire. Il serait à désirer que les pelles analogues à celle dont nous donnons le croquis se substituassent partout aux pelles étroites au long manche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

droit en usage dans un grand nombre de localités, et avec lesquelles le travail est beaucoup plus lent et plus pénible.

Le prix d'une pelle de terrassier est porté à 5 francs sur le *tarif général* des valeurs conventionnelles (chemins belges). En France, ces pelles non emmanchées se payent de 70 francs à 120 francs les 100 kilogrammes, selon la provenance, et les manches recourbés, de 1 mètre de long, 32 francs à 80 francs le cent, d'après la qualité. Les pelles anglaises se vendent à Paris de 2 fr. 75 à 4 fr. 50, selon les dimensions.

Bêche (fig. 539). — Comme la pelle, la bêche doit être fabriquée

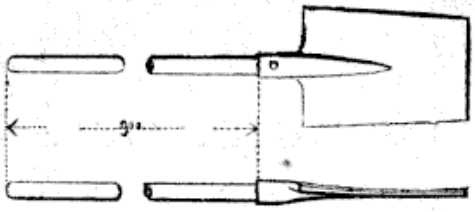


Fig. 539. Bêche. 1/20.

en très-bon fer, les bords aciérés, la douille venue de forge et non rivée. Le commerce en livre à l'état *demi-blanchies* ou *blanchies*. On préférera cette dernière façon, qui permet de bien juger de la qualité du métal.

Le prix des bêches varie également selon la qualité et la provenance. Elles valent de 170 à 180 francs les 100 kilogrammes, les manches 33 francs le cent. Le *tarif* en fixe le prix à 5 francs la pièce.

Râteau (fig. 540). — Cet instrument doit être solide et léger, fa-

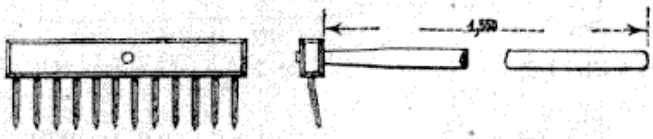


Fig. 540. Râteau. 1/20.

cilement réparable. On préférera les dents forgées aux dents en fil de fer. Il se paye d'après le nombre de dents, sur le pied de 7 francs les cent dents. Les dents en fil de fer rivé se payent 5 francs le cent, et celles en fil de fer non rivé, 3 francs le cent.

Lorry. — La planche XXXV, fig. 541, donne les plan, coupe et élévation du wagonnet dit *lorry*, qui sert au transport du ballast

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou du matériel de la voie, depuis les dépôts jusqu'aux poteaux de secours ou aux lieux d'emploi.

Aux roues montées sur essieux en fer, représentées par la figure 541, on substitue des essieux et roues en acier fondu, qui exigent très-peu de frais d'entretien.

Le lorry est très-utile pour effectuer le transport d'une certaine quantité de matériel; il est trop lourd s'il s'agit de chercher un rail, une traverse, quelques coussinets. Il vaudrait mieux, pour le petit entretien courant, mettre à la disposition des équipes une espèce de petit haquet à deux roues à rebords, avec une flèche pour l'attelage de deux hommes. Avec ce véhicule très-léger, facile à poser sur les rails et à mettre de côté, le service des équipes serait grandement simplifié.

Herminette (fig. 542).— Cet outil, très-commode pour dresser les assemblages et les faces des bois, sert en même temps de masse pour enfoncer les chevillettes, etc.

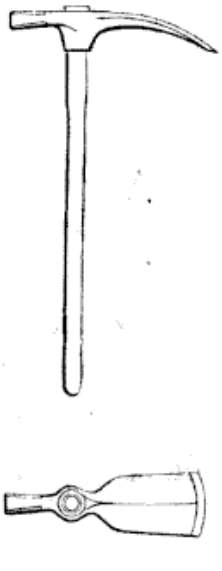


Fig. 542. Herminette à tête. 1/25.

Clef à écrous. — Tout le monde connaît les clefs droites pour boulons. La clef oblique (fig. 543) est très-utile pour serrer les écrous placés dans un espace où la clef droite ne peut parvenir.

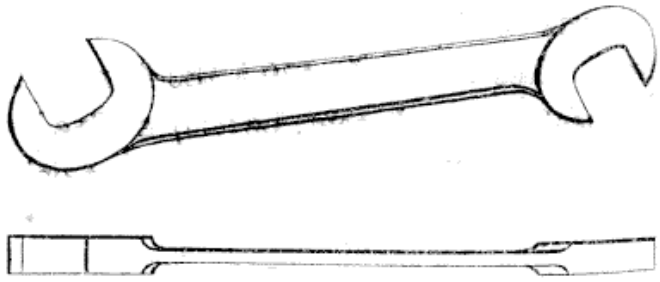


Fig. 543. Clef à écrous. 1/5.

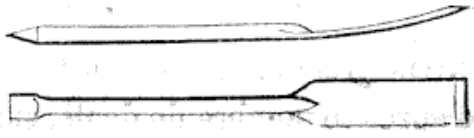


Fig. 544. Grattoir à palette et à pince. 1/10.

Grattoirs.— Les deux outils représentés par les figures 544 et 545 sont employés au nettoyage des surfaces graissées, qui se chargent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facilement de cambouis. Pour que les parties frottantes s'appliquent toujours exactement les unes contre les autres et donnent lieu au

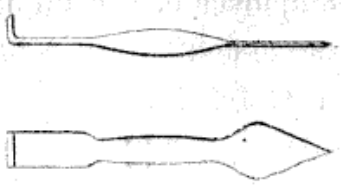


Fig. 545. Grattoir à crochet. 1/10.

moindre frottement possible, il faut les nettoyer et les débarrasser fréquemment des corps étrangers qui en gênent le fonctionnement.

Burettes à huile. — Une burette fait un bon service lorsqu'elle laisse couler l'huile en petite quantité au point voulu et ne perd pas trop de liquide si elle vient à se renverser. Les burettes représentées par les figures 546 et 547 satisfont assez bien à ces conditions.

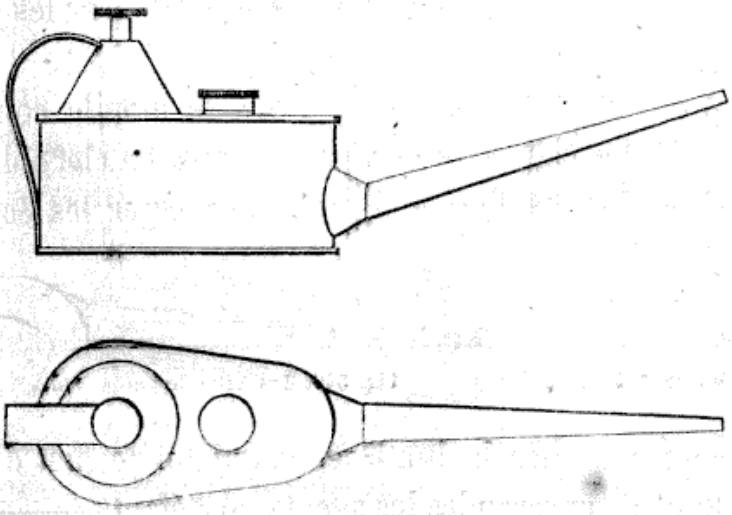


Fig. 546. Burette à huile, système Mauban. 1/4

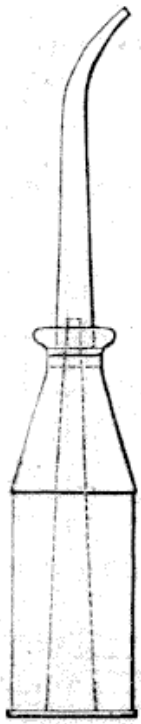


Fig. 547. Burette à huile, système Bariquand. 1/4.

Ces burettes contiennent de 200 à 250 et 300 grammes d'huile. On les remplit à l'aide du bidon ordinaire renfermant 5 kilogrammes d'huile, conservé par le garde; le piqueur, dans sa tournée d'approvisionnement, en renouvelle la provision.

La lampe de mineur (fig. 548) sert aux équipes d'entretien dans les tunnels. — Pour que cette lampe fasse un bon service, il faut que la mèche remplisse bien l'orifice qui lui est affecté, et que l'ob-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

turateur du trou qui sert à remplir le réservoir ne laisse pas échapper de liquide.

La lanterne (fig. 550) employée par le piqueur ou surveillant de

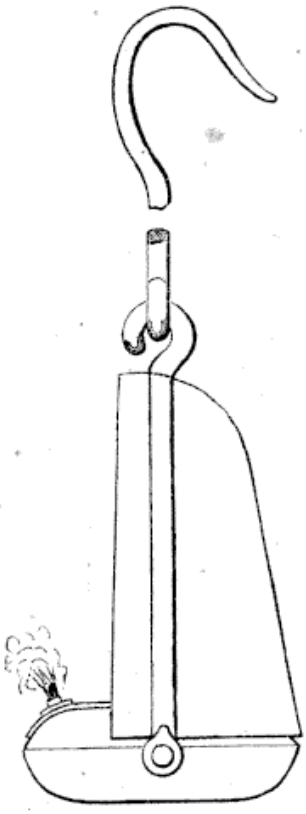


Fig. 548. Lampe de mineur. 1/4.

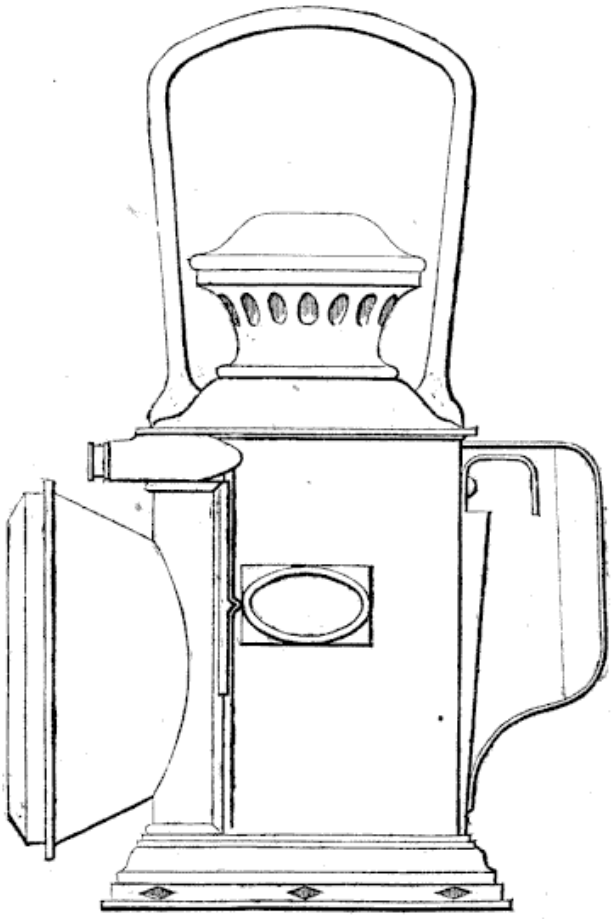


Fig. 549. Lanterne de garde. 1/4.

nuit est disposée pour masquer la lumière, ce qui lui permet d'arriver à l'improviste et de surprendre les agents en défaut.

Note sur les feux colorés. — On sait que le maximum de lumière existe dans les rayons jaunes et verts (zone D et E du spectre). A distance et isolés, ces rayons paraissent blancs et ne sont franchement colorés que par contraste, accompagnés d'une lumière très-différente, excepté en cas de brouillard, où toutes les lumières, surtout la blanche, paraissent rouges. — Pour obtenir un signal marqué, on prend des verres colorés en teintes moins lumineuses, mais qui ne laissent passer que des rayons très-accentués, comme le rouge, le jaune-orangé, le vert et le bleu. — Le rouge le plus convenable doit se rapprocher de l'orangé (raie D), le vert du jaune (raie E),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans quoi il tombe dans la teinte très-absorbante indiquée au numéro 281, p. 149.—Le bleu est teinté aussi légèrement que possible

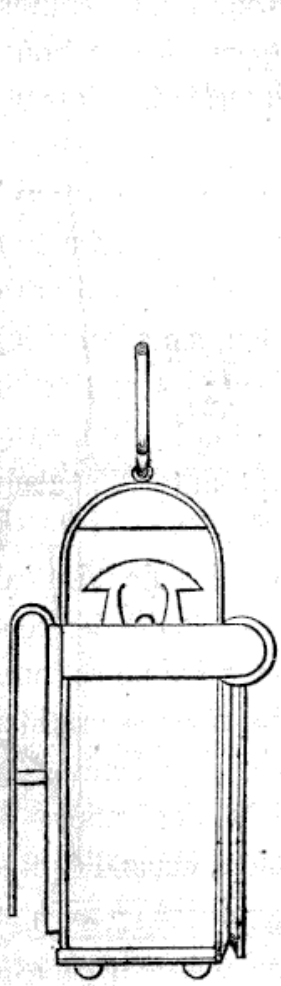


Fig. 550. Lanterne sourde de piqueur. 1/4.

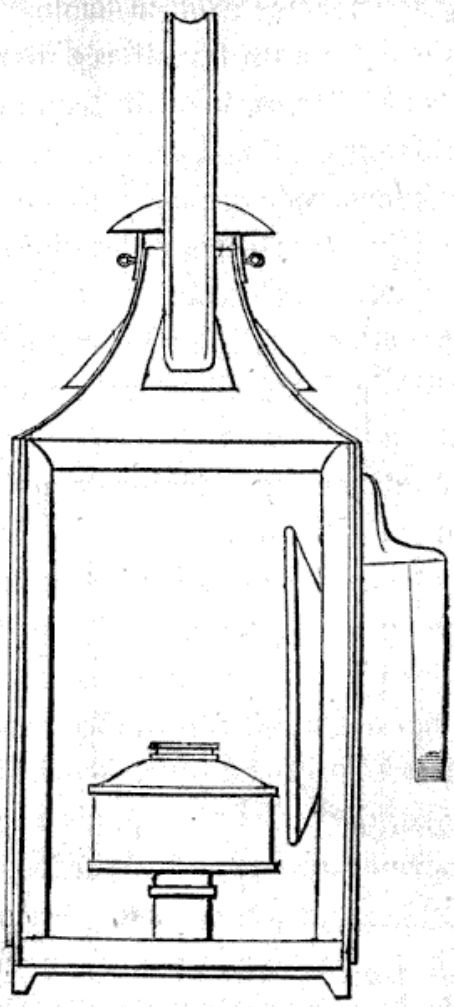


Fig. 551. Lanterne ou falot de passage à niveau. 1/4.

(raie F), car des trois verres colorés en usage c'est le plus absorbant. — Voici, d'après nos essais photométriques, comment on classerait le pouvoir éclairant de ces verres, rapporté au verre blanc :

Couleur du verre :	Blanc.	Vert.	Rouge.	Bleu.
Pouvoir éclairant :	1	0,57	0,27	0,12

I

RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LE PERSONNEL.

Admission. — Pour être admis dans le personnel classé (gardes, aiguilleurs, chefs d'équipe, piqueurs et chefs de section), tout agent doit remplir les conditions suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Être libéré du service militaire (service actif); — 2° n'avoir pas dépassé une limite d'âge à déterminer pour chaque catégorie; — 3° posséder une santé robuste et être exempt d'infirmités pouvant s'opposer à un travail régulier; — 4° justifier de bons antécédents; — 5° posséder l'instruction et les connaissances requises pour remplir les fonctions auxquelles il est destiné.

Toute demande ou proposition d'admission sera appuyée des pièces suivantes : — copie légalisée de l'acte de naissance de l'agent et de sa femme, s'il est marié; — certificat de santé délivré par un médecin attaché à l'administration; — documents propres à faire connaître le degré d'instruction du postulant; — certificats émanant des autorités ou de personnes d'une honorabilité bien établie, constatant que les antécédents du postulant autorisent l'administration à l'admettre.

Dossier. — Un dossier est ouvert au service de l'ingénieur, à chaque agent, avec un numéro matricule. — Ce dossier renferme, outre les pièces ci-dessus mentionnées, toutes les notes concernant le service de l'agent : — avancement, — mutations, — gratifications, — mises à l'ordre du jour, — punitions, — changements d'état civil (mariage, décès de femme, naissance et décès d'enfants) — 392 —.

Assermentation. — Les gardes, aiguilleurs, chefs d'équipe, surveillants, piqueurs, chefs de section et ingénieurs appelés par leur fonctions à exercer la police du chemin de fer sont *assermentés*, afin de dresser procès-verbal en cas de délit ou d'infraction commis contre les règlements approuvés par l'autorité. (ANNEXE K.)

Les propositions pour l'assermentation sont présentées, sur l'avis de l'ingénieur chef de service, par l'administration du chemin de fer, au fonctionnaire représentant l'autorité supérieure dans la localité où l'agent réside. — Le serment est prêté, tantôt devant le tribunal de première instance compétent (France), tantôt entre les mains du juge de paix (Prusse rhénane).

Les formalités sont généralement remplies par l'agent du contentieux attaché à l'administration du chemin de fer.

Opposition. — La loi donne aux créanciers le droit de *faire opposition* sur le traitement de leurs débiteurs.

La retenue à opérer sur le traitement d'un agent varie avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'importance de ce traitement; jusqu'à 2000 francs de traitement, la retenue peut s'élever au cinquième de ce chiffre, et atteindre le tiers lorsque le traitement est supérieur à 2000 francs.

Dès qu'une opposition est notifiée, l'administration ouvre une enquête sur les motifs de cette opposition, et se réserve la faculté de prononcer la révocation de l'agent en cause.

Elle doit, en tout cas, mettre ce dernier en demeure de rapporter *main-levée* de ladite opposition, dans le plus bref délai possible. Les retenues s'opèrent jusqu'à la notification de la main-levée.

Révocation. — Un rapport spécial détaillé et motivé accompagne toujours les propositions de révocation.

Accidents. — Tout accident arrivé à un agent du chemin de fer doit faire l'objet d'un rapport spécial et immédiat au chef de service. Ce dernier transmet à son tour à l'administration, dans le plus bref délai, un rapport circonstancié sur l'accident et ses causes. Ce rapport contient les renseignements suivants :

L'âge et l'état civil de l'agent; — le nombre, l'âge et le sexe des ascendants et des enfants; leurs moyens d'existence.

L'administration, selon qu'elle y est moralement ou légalement obligée, alloue des secours ou une indemnité, dont le taux dépend des causes de l'accident, de la position et des services rendus.

J

PROGRAMME

DES CONNAISSANCES EXIGÉES DES CHEFS ET SOUS-CHEFS DE SECTION A L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER, POSTES ET TÉLÉGRAPHES, POUR L'OBTENTION DU GRADE D'INGÉNIEUR OU DE SOUS-INGÉNIEUR. (BELGIQUE.)

I. — CONSTRUCTION.

1re PARTIE. — *Conception et détermination des projets d'ensemble.*

1. Notions générales sur la configuration du globe considérée dans ses rapports avec l'établissement des voies de communication;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2. Moyens de représenter graphiquement la position relative des divers points du sol : levé des plans et nivellement ; graphomètre, planchette, niveau d'eau, niveau à bulle d'air, etc.;

3. Méthode d'évaluation des travaux de terrasse ;

4. Tracé sur plans et sur le terrain des routes ordinaires et des rails-routes. — Diverses formes du profil transversal des routes.

2e PARTIE. — *Conception et détermination des projets de détail.*

1. Chaussées pavées; chaussées en empierrement, en béton, en briques. — Murs de soutenement ; cassis; caniveaux; écharpes;

2. Chemins de fer : détails d'établissement de la voie en partie droite, en partie courbe. — Changements et croisements de voies, plaques tournantes, grues hydrauliqnes, grue de chargement, ponts à peser, signaux fixes. — Plans inclinés. — Stations. — Matériel d'exploitation ;

3. Aqueducs; ponceaux; ponts en pierre. Ponts en charpente, en fonte, en fer. — Ponts tournants;

4. Système de fondation à employer suivant la nature du sol. — Sol résistant ou compressible, affouillable ou inaffouillable, perméable ou non, inégalement résistant;

5. Plantations.

3e PARTIE. — *Calculs des dimensions à donner aux ouvrages pour la stabilité des constructions.*

1. De la résistance des maçonneries à l'écrasement, à la disjonction, au renversement. — Valeurs moyennes de la résistance à l'écrasement ou à la disjonction de la pierre, de la brique, du mortier, du béton, des maçonneries en pierres sèches, des maçonneries à bain de mortier. — Conditions de stabilité des massifs poussés latéralement ;

2. Théorie des voûtes. — Conditions de stabilité des différents systèmes de voûtes et particulièrement des voûtes employées pour l'établissement des ponts en pierre. — Détermination de la largeur des piédroits, de l'épaisseur à la clef, de la forme de l'extrados. — Méthodes graphiques pour la solution des problèmes relatifs à la théorie des voûtes;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3. De la résistance des bois en pièces isolées. — Théorie générale de la flexion. — Pièces droites chargées transversalement, chargées debout, chargées d'une manière quelconque. — Pièces courbes;

4. De la résistance des bois en pièces réunies suivant différents systèmes d'assemblage. — Calculs des dimensions des poutres, contre-fiches, pièces courbes, etc. — Calculs de la résistance des cintres;

5. De la résistance de la fonte et du fer à l'écrasement, à la flexion, à la rupture. — Formes et dimensions à donner aux rails des chemins de fer. — Dimensions des diverses pièces des ponts en fer;

6. De la résistance du cuivre et d'autres métaux;

7. De la résistance des cordages.

4e PARTIE. — *Mode d'exécution de chaque nature d'ouvrage.*

1. Terrassements : fouille; transport des déblais; remblais; draguages;

2. Grandes tranchées. — Tunnels;

3. Sondages. — Puits artésiens. — Puits d'absorption;

4. Epuisements;

5. Batardeaux;

6. Coffres d'enceinte; palplanches; pilotis; grillages; radiers en charpente; caissons;

7. Bétonnage par immersion, par injection;

8. Maçonneries en petits matériaux, en libages, en pierre de taille;

9. Fabrication des chaux, mortiers et ciments;

10. Construction des voûtes. — Cintres. — Cintrement et décintrement des ponts;

11. Etablissement des charpentes de ponts, de combles en fer et en bois;

12. Enduits; mastics; brayage; goudronnage et peinture;

13. Pavages; empierrements. — Mode d'entretien;

14. Enrochements dans le lit des fleuves. — Maçonnerie en pierres sèches. — Perrés;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

15. Chemins de fer. — Voies et dépendances. — Mode d'entretien ;

16. Fascinages ; clayonnages ; gazonnements ; plantations ; semis.

II. — HYDRAULIQUE.

1. Lois d'écoulement de l'eau par des orifices percés en mince paroi ou garnis d'ajutage ;

2. Ecoulement variable des liquides hors d'un vase qui se vide librement ;

3. Mouvement de l'eau dans les canaux découverts et dans les tuyaux de conduite ;

4. Ecoulement des gaz sous une pression constante ;

5. Etablissement des distributions d'eau et de gaz.

III. — PHYSIQUE INDUSTRIELLE.

1. Mesures des hautes températures. — Thermomètres et pyromètres ;

2. Dilatation. — Moyens d'en prévenir les effets nuisibles. — Pendule compensateur. — Pendule de Bréguet ;

3. Cheminées. — Vitesse théorique de l'air dans les cheminées. — Maximum de tirage des cheminées. — Dimensions et formes des cheminées. — Influence des vents sur le tirage des cheminées. — Perte de chaleur par les cheminées. — Influence de la nature des parois. — Tirage par l'air refroidi ; par un jet de vapeur. — Tirages mécaniques. — Influences qui agissent sur un tirage quelconque ;

4. Combustibles. — Nature et composition des combustibles. — Préparations et transformations des combustibles. — Détermination physique du pouvoir calorifique des combustibles. — Détermination du pouvoir rayonnant des combustibles. — Choix du combustible ;

5. Foyers. — Différentes parties d'un foyer. — Foyers fumivores : à flamme renversée, à introduction d'air sur la flamme, doubles, à alimentation continue, avec injection de vapeur d'eau ;

6. Chaudières. — Essai des chaudières. — Surface de chauffe. — Influence des carneaux. — Formes des chaudières : de Newcommen, de Watt, cylindrique à foyer intérieur, à bouilleurs, à tubes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réchauffeurs, tubulaires. — Explosion des chaudières : causes connues. — Appareils de sûreté : soupape de sûreté. — Manomètres : à air libre, à air comprimé, métalliques. — Thermo-manomètres. — Plaques fusibles. — Moyens de prévenir un abaissement excessif du niveau de l'eau. — Indicateur de niveau. — Alimentation des chaudières. — Reniflards. — Moyens de prévenir les incrustations et mode d'action de ces moyens ;

7. Vaporisation par la chaleur. — Calcul de la dépense de combustible ;

8. Eclairage. — Combustibles employés dans l'éclairage. — Examen de la flamme. — Eclairage par les matières solides, par les matières liquides, par les gaz. — Comparaison des différents modes d'éclairage. — Appareils destinés à modifier la lumière. — Réflecteurs ;

9. Applications électriques. — Paratonnerres. — Entretien des lignes télégraphiques.

IV. — MACHINES.

1re PARTIE. — *Description des machines les plus en usage.*

1. Des pompes : aspirantes, foulantes. — De la presse hydraulique ;

2. Des machines d'épuisement : seaux ; vans ; norias ; chapelets ; roues à godets et à tympans ; vis d'Archimède ;

3. Des machines soufflantes ;

4. De quelques machines employées dans les constructions : treuil ; cabestan ; chèvres ; grues. — Sonnettes à tiraudes, à déclic. — Camions ; voitures ; manéges, etc. ;

5. Machines à vapeur fixes. — Générateurs de vapeur. — Divers systèmes de machines. — Choix à faire entre les diverses machines, selon la nature du travail à produire ;

6. Machines locomotives. — Appareil de vaporisation. — Mécanisme moteur. — Train de roues. — Tender. — Stabilité des locomotives.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e PARTIE. — *Calcul de l'effet des machines.*

1. Conditions d'équilibre des machines simples en ayant égard au frottement de toutes les parties et à la roideur des cordes.

Applications au treuil, à la poulie, au palan, aux engrenages, à la vis sans fin, etc.;

2. Evaluation numérique de l'action des moteurs et du travail effectué par les machines; dans le cas où la vitesse du mouvement des parties ne varie que par degrés insensibles; dans le cas où la vitesse varie brusquement;

3. Quantité de travail mouvant ou résistant développé par l'air ou les gaz élastiques. — Système de distribution du gaz d'éclairage;

4. Quantités d'action qui peuvent être obtenues en faisant varier, au moyen de la chaleur, le volume élastique des gaz et des vapeurs;

5. Proportions des parties d'où résulte le pouvoir d'une machine à vapeur. — Enonciation de la force d'une machine. — Travail dû à un poids donné de vapeur.— Travail absorbé par le jeu des pièces de la machine et par les fuites. — Travail disponible. — Résultats pratiques. — Dépense de combustible.— Evaluation numérique de l'effet utile des machines à vapeur;

6. Résistance passive des locomotives. — Théorie générale du mouvement des locomotives;

7. Effet utile des machines spécialement employées aux épuisements : roues; norias; chapelets; pompes; vis d'Archimède.

V. — TECHNOLOGIE DU CONSTRUCTEUR.

1re PARTIE. — *Notions sur les professions élémentaires.*

1. Notions sur le travail du carrier; du tailleur de pierres, du briquetier, du chaufournier; du fondeur; du forgeron; du serrurier; du ferblantier; du plombier. — Choix de matériaux provenant de ces diverses fabrications;

2. De l'exploitation et de la préparation des bois. — De la charpenterie. — De la menuiserie;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3. De l'art du couvreur. — Des divers systèmes de couvertures : bardeaux ; ardoises ; tuiles ; poteries ; zinc ; plomb ;

4. De la préparation des mastics, enduits bitumineux et peintures ;

5. De la corderie.

2e PARTIE. — *Notions sur la science du constructeur-mécanicien.*

1. Détermination des qualités distinctives et choix des matériaux employés dans la construction des machines, tels que cuivre, plomb, étain, zinc, fontes, fers, aciers, bois, chanvre et cordages, cuirs, huiles, graisses, mastics, etc. ;

2. Métallurgie du fer, de la fonte et de l'acier. — Fabrication des rails et accessoires, bandages, etc. — Description et tracé des appareils qui servent à transformer, modifier ou régulariser le mouvement des machines ;

3. Examen des formes et des assemblages des pièces qui entrent dans la composition des machines, telles que bielles, manivelles, balanciers, supports, arbres, roues d'engrenage, volants, poulies et tambours, boulons, robinets, clapets, pistons parallélogrammes, etc. ;

4. Indication des procédés d'ajustage et de pose des machines. — Soins à prendre pour la précision des opérations ;

5. Construction et pose des machines à vapeur.

VI. — ÉLÉMENTS D'ARCHITECTURE.

VII. — Application des matières de l'examen à la rédaction d'un projet de route ; de chemin de fer ; d'ouvrage d'art ; de bâtiments divers destinés aux stations ; de machines à vapeur fixes ou mobiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IMPORTANCE RELATIVE DES DIVERSES MATIÈRES DE L'EXAMEN POUR L'OBTENTION DES GRADES D'INGÉNIEUR ET DE SOUS-INGÉNIEUR.

1. *Examen d'ingénieur ou de sous-ingénieur aux voies et travaux.*

Construction	1re partie	4	23
	2e *id.*	6	
	3e *id.*	6	
	4e *id.*	4	
Eléments d'architecture		3	
Hydraulique		3	6
Physique industrielle		3	
Machines	Description	2	6
	Calcul de l'effet utile	4	
Technologie du constructeur	1re partie	3	5
	2e *id.*	2	
Projet		10	10
	Total		50

2. *Examen d'ingénieur ou de sous-ingénieur à la traction.*

Construction	1re partie	2	12
	2e *id.*	3	
	3e *id.*	3	
	4e *id.*	2	
Eléments d'architecture		2	
Hydraulique		3	8
Physique industrielle		5	
Machines	Description	4	12
	Calcul de l'effet utile	8	
Technologie	1re partie	3	8
	2e *id.*	5	
Projet		10	10
	Total		50

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROGRAMME

DES CONNAISSANCES EXIGÉES DES AGENTS DE L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER, POSTES ET TÉLÉGRAPHES ADMIS A CONCOURIR POUR L'OBTENTION DU GRADE DE SOUS-CHEF DE SECTION.

I. — ÉLÉMENTS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE.

1. Solution de toutes les questions relatives à la ligne droite et au plan. Plans tangents aux surfaces courbes. — Surfaces de révolution. — Surfaces développables. — Surfaces gauches. — Intersection des surfaces ;

2. Coupe des pierres. — Principales formes des voûtes. — Tracé des épures. — Taille des pierres par équarrissement, taille directe. — Répartition des pressions. — Division de l'intrados. — Nature des surfaces de joint.

Appareil d'un berceau horizontal droit, avec têtes verticales. — Modifications qu'il faut apporter à l'appareil suivant le fruit des têtes, l'inclinaison de l'axe ou son biais, quand il est peu considérable.

Appareils du biais passé cylindrique et du biais passé gauche. — Solution générale du problème des biais : appareil orthogonal convergent ; appareil orthogonal parallèle ; appareil hélicoïdal.

II. — CONSTRUCTION.

1re PARTIE. — *Conception et détermination des projets d'ensemble.*

1. Notions générales sur la configuration du globe considérée dans ses rapports avec l'établissement des voies de communication ;

2. Moyens précis de représenter graphiquement la position relative des divers points du sol : méthode de levée des plans et de nivellement ; graphomètre, planchette, niveau d'eau, niveau à bulle d'air, etc. ;

3. Méthode d'évaluation des travaux de terrasse ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4. Principes du tracé sur plans et sur le terrain des routes ordinaires et des rails-routes. — Diverses formes du profil transversal des routes.

2e PARTIE. — *Conception et détermination des projets de détail.*

1. Chaussées pavées, chaussées en empierrement. — Murs de soutenement; cassis; caniveaux; écharpes;

2. Chemins de fer : détails d'établissement de la voie en partie droite, en partie courbe. — Changements et croisements de voies, plaques tournantes, grues hydrauliques, grues de chargement, ponts à peser, signaux fixes. — Plans inclinés. — Stations. — Matériel d'exploitation;

3. Aqueducs; ponceaux; ponts en pierre. Ponts en charpente, en fonte et en fer. — Ponts tournants;

4. Système de fondation à employer suivant la nature du sol. — Sol résistant ou compressible; affouillable ou inaffouillable; perméable ou non; inégalement résistant;

5. Plantations.

3e PARTIE. — *Mode d'exécution de chaque nature d'ouvrage.*

1. Terrassements : fouille, transport des déblais, remblais; draguages;

2. Grandes tranchées. — Tunnels;

3. Sondages. — Puits artésiens. — Puits d'absorption;

4. Epuisements;

5. Batardeaux;

6. Coffres d'enceinte; palplanches; pilotis; grillages; radiers en charpente; caissons;

7. Bétonnage par immersion, par injection;

8. Maçonneries en petits matériaux; en libages, en pierre de taille;

9. Fabrication des chaux, mortiers et ciments;

10. Construction des voûtes. — Cintres. — Cintrement et décintrement des ponts;

11. Etablissement des charpentes de ponts, de combles, en fer et en bois;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12. Enduits; mastics; brayage; goudronnage et peinture;

13. Pavages, empierrements. — Mode d'entretien;

14. Enrochements dans le lit des fleuves. — Maçonnerie en pierres sèches. — Perrés;

15. Chemins de fer. — Voies et dépendances. — Mode d'entretien;

16. Fascinages; clayonnages; gazonnements; plantations; semis.

III. — ÉLÉMENTS DE STATIQUE.

1. Notions sur les forces et leur mesure. — Composition et décomposition des forces. — Théorie des couples. — Composition des forces dans l'espace;

2. Applications. — Centre de gravité. — Conditions d'équilibre des machines simples. — Machines composées. — Poulies et Moufles. — Engrenages. — Roideur des cordes et frottement. — Exemples : plan incliné, treuil, etc.

IV. — MACHINES.

Description des machines servant aux opérations les plus usuelles.

1. Machines employées pour la manœuvre des fardeaux;

2. Machines servant aux épuisements et à l'élévation des eaux;

3. Presses à vis, à coin, hydraulique;

4. Machines servant à battre et à arracher les pieux et les palplanches de fondation;

5. Machines employées aux terrassements.

V. — TECHNOLOGIE.

Notions sur les professions élémentaires.

1. Notions sur le travail du carrier; du tailleur de pierres; du briquetier; du chaufournier; du fondeur; du forgeron; du serrurier; du ferblantier; du plombier;

2. Choix des matériaux provenant de ces diverses fabrications;

3. De l'exploitation des bois. — De la charpenterie. — De la menuiserie;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4. De l'art du couvreur ; — des divers systèmes de couverture : bardeaux, ardoises, tuiles, poteries, zinc, plomb ;

5. De la préparation des mastics ; enduits bitumineux et peintures ;

6. De la corderie.

VI. — ÉLÉMENTS D'ARCHITECTURE.

VII. — NOTIONS PRATIQUES SUR L'ENTRETIEN ET LA POLICE DES CHEMINS DE FER.

IMPORTANCE RELATIVE DES DIVERSES MATIÈRES DE L'EXAMEN POUR L'OBTENTION DU GRADE DE SOUS-CHEF DE SECTION.

Eléments de géométrie descriptive.	4	
Construction.	16	20
Eléments d'architecture	4	
Eléments de statique.	4	
Machines.	6	
Technologie.	6	
Notions pratiques sur l'entretien et la police des chemins de fer.	10	
Total.	50	

K

REDACTION ET AFFIRMATION DES PROCÈS-VERBAUX [1]

ACCIDENTS — INCENDIE

BUT DES PROCÈS-VERBAUX.

1. Les procès-verbaux des délits et contraventions dressés par les agents assermentés font foi jusqu'à preuve contraire.

[1] Extrait des lois, ordonnances et règlements administratifs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2. Tout crime ou délit, toute contravention à la loi sur les chemins de fer, aux règlements d'administration publique émanés des autorités compétentes, tout fait quelconque de nature à porter un dommage soit à l'administration du chemin de fer, soit aux voyageurs ou expéditeurs, tout accident ayant occasionné des blessures, toute injure, toute attaque, toute résistance avec violence ou voies de fait envers les agents du chemin de fer dans l'exercice de leurs fonctions, doivent faire l'objet de procès-verbaux.

RÉDACTION.

3. Les procès-verbaux doivent être rédigés simplement, avec clarté et précision. Ils doivent mentionner :

a. — Les nom, prénoms et qualités de l'agent verbalisateur; le lieu de sa résidence; la date de son assermentation et l'autorité judiciaire devant laquelle il a prêté serment;

b. — La date, par jour et par heure, des faits constatés;

c. — Les noms, prénoms, professions et domicile des auteurs connus ou présumés du délit ou de la contravention;

d. — Ceux des personnes qui en ont éprouvé préjudice;

e. — Ceux des témoins;

f. — La relation des faits en termes concis, et des circonstances propres à les caractériser et à en faire apprécier la portée;

g. — Enfin, si l'agent a été témoin oculaire ou auriculaire des faits, ou si la connaissance lui en est parvenue par des tiers, auquel cas les tiers doivent être désignés.

4. A défaut de renseignements précis sur les noms, le domicile des auteurs, témoins ou tiers intéressés, l'agent recueille et consigne dans le procès-verbal toutes les informations nécessaires à les faire reconnaître.

En cas de crime et délit, l'agent décrit, inventorie et met en lieu de sûreté avec des marques distinctives, les objets trouvés sur place et pouvant servir de pièces de conviction.

5. Les procès-verbaux doivent être rédigés SANS RETARD, à l'instant où les faits sont accomplis ou bien dès qu'ils parviennent à la connaissance des agents assermentés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6. Les procès-verbaux doivent, autant que possible, être écrits et signés par les agents eux-mêmes.

Ils sont dressés sur un imprimé spécial, ou tout au moins d'après la formule adoptée page 718.

Tous grattage, surcharge ou intercalation sont formellement interdits. Les mots rayés ou ajoutés sont inscrits en marge avec un renvoi, datés et parafés par l'agent ou les agents verbalisateurs.

7. Si l'agent se trouve dans l'impossibilité d'écrire, il requiert le maire, l'adjoint ou le greffier du juge de paix de la commune la plus voisine, de rédiger le procès-verbal de ses déclarations, de recevoir son affirmation et de lui en donner acte. Il se fait ensuite délivrer la minute du procès-verbal par le fonctionnaire qui l'a rédigé.

AFFIRMATION.

8. La loi accorde trois jours de délai, sans distinction de jours fériés ou non, pour affirmer les procès-verbaux. — Passé ce délai, les procès-verbaux sont nuls. — Aussi les agents doivent remplir cette formalité sans retard, *dans les vingt-quatre heures au plus*.

L'affirmation doit être faite en personne par l'agent verbalisateur, devant le juge de paix, le maire ou l'adjoint, soit du lieu du délit ou de la contravention, soit de la résidence de l'agent.

9. L'administration du chemin de fer soumet les procès-verbaux, dans le même délai de trois jours, aux formalités du visa pour timbre et d'enregistrement.

10. L'agent verbalisateur avise son chef immédiat du procès-verbal. Après affirmation, il le lui adresse en minute pour y donner la suite convenable.

POURSUITES.

11. Les contraventions de grande voirie sont constatées, poursuivies et réprimées par voie administrative. Dans ce cas, c'est au préfet que le procès-verbal s'adresse en double expédition.

Les faits comprenant les menaces, la malveillance, les crimes, la rébellion, les accidents causés soit involontairement, soit par maladresse, inattention, négligence, ou inobservation des lois ou règle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments, sont déférés à l'autorité judiciaire par l'envoi des deux expéditions du procès-verbal.

12. Si le fait qui a motivé le procès-verbal se rapporte uniquement à un préjudice causé à l'administration du chemin de fer, le procès-verbal est soumis aux formalités d'affirmation et d'enregistrement ; mais la notification et la poursuite ont lieu par les soins de l'administration.

13. Si le délinquant consent à réparer le dommage ou à en consigner le montant sans retard, il n'y a pas lieu de dresser procès-verbal ni de poursuivre.

ACCIDENTS.

14. Tout accident doit être immédiatement signalé au maire de la commune où l'accident a eu lieu, au commissaire de police ou à l'agent de surveillance administrative le plus voisin, au chef de service et au chef de la station la plus voisine.

Il en est de même pour toute tentative de malveillance, bris ou escalade de clôture, tout vol ou délit commis dans l'enceinte du chemin de fer.

15. S'il y a mort d'homme, le cadavre doit être déposé sous la garde d'une personne sûre, dans un lieu convenable, jusqu'après l'accomplissement des formalités.

INCENDIE.

16. Lorsqu'un incendie se déclare sur une propriété riveraine, ou dans un bâtiment appartenant au chemin de fer, en dehors d'une station, l'agent qui s'en aperçoit doit adresser au chef de la station la plus voisine et par la voie la plus prompte une note comprenant : 1° l'heure et le lieu de l'incendie ; 2° la désignation de l'objet incendié et son importance ; 3° la cause de l'incendie, si elle est connue, et la nature des secours donnés.

Lorsque le sinistre est important, déclaration doit en être faite devant le juge de paix du canton, immédiatement après l'incendie, en relatant l'époque précise de l'incendie, ses causes connues ou présumées, les moyens pris pour l'arrêter, la valeur et l'importance des objets incendiés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une expédition de cette déclaration, l'état des objets incendiés ou sauvés, l'état approximatif des frais nécessités par le déplacement et la conservation des objets sauvés sont adressés immédiatement à la Direction.

Quand le sinistre n'a pas d'importance, il est simplement signalé à l'agent de la surveillance administrative le plus voisin et au chef de service, avec un état approximatif des pertes causées par l'incendie.

17. Jusqu'à réception des instructions spéciales, les agents doivent s'abstenir de modifier en quoi que ce soit l'état des choses ou de faire un payement quelconque, à moins d'urgence absolue.

MODÈLE DE PROCÈS-VERBAL [1].

Visé pour valoir timbre *en débet*, conformément à l'article 24 de la loi du 15 juillet 1845.
A , le

CHEMIN DE FER
DE .....
LIGNE DE.....
DATE: .....

Objet du procès-verbal :...

L'an mil huit cent
le à heure d
Je, soussigné,
dûment assermenté, ai reconnu et constaté les faits dont le détail suit :

Les témoins sont (*a*)

Et attendu qu'il résulte des faits ci-dessus, à la charge du sieur (*b*)
une contravention aux dispositions des lois et règlements en matière de chemins de fer, j'ai rédigé (ou fait rédiger), pour être transmis à qui de droit, le présent procès-verbal, que j'ai signé les jour, mois et an que dessus.

L'an mil huit cent
le
à heure d
le présent procès-verbal a été affirmé devant nous (*c*)
par le sieur
qui a signé avec nous.

Enregistré *en débet*, conformément à l'article 24 de la loi du 15 juillet 1845, à le

(*a*) Indiquer les noms, prénoms, professions et domiciles des témoins.

NOTA. Les procès-verbaux ne font foi jusqu'à preuve contraire que pour les délits et les contraventions.

Des témoignages doivent compléter la preuve quand il s'agit de crimes.

(*b*) Indiquer autant que possible les noms, prénoms, professions et domiciles des auteurs du délit ou de la contravention.

(*c*) Juge de paix, maire ou adjoint.

[1] Ce modèle s'établit sur une feuille double en laissant des blancs suffisants pour l'inscription des faits qui forment l'objet du procès-verbal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L.

TYPE

DE

LIVRET DE GARDE OU DE CHEF D'EQUIPE.

____e DIVISION. ____e SECTION.

CANTON D'ENTRETIEN { du kil. ____
____DE____MÈTRES. { au kil. ____

GARDE OU CHEF D'ÉQUIPE.

Nom ____

Prénoms ____

Inscrit sous le nº ____

Demeurant à ____

PERSONNEL DE L'ÉQUIPE.

Nom. { Prénoms ____ / Nº ____ / Demeurant à ____

Nom. { Prénoms ____ / Nº ____ / Demeurant à ____

Nom. { Prénoms ____ / Nº ____ / Demeurant à ____

Nom. { Prénom ____ / Nº ____ / Demeurant à ____

Nom. { Prénoms ____ / Nº ____ / Demeurant à ____

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMBRE.	DÉSIGNATION DES OBJETS.	PRIX NEUFS 18	OBSERVATIONS.
	1° OUTILLAGE.		
	Voyants sur jalon.....		
	Drapeau double.....		
	Brouette à coffre.....		
	Pelles en fer à fournir par les ouvriers.....		
	Chasse-coins.....		
	Pinces en fer.....		
	Masses en fer.....		
	Chasse en fer.....		
	Herminette.....		
	Pioches en fer à bourrer....		
	Pilon.....		
	Batte à voie.....		
	Ecope.....		
	Râtissoir en fer.....		
	Râteau en fer.....		
	Balai emmanché.....		
	Niveau en bois.....		
	Nivelettes.....		
	Règle d'écartement en fer...		
	Fil de fer n° 8 de 200 m....		
	Piquets ferrés.....		
	Double mètre gradué.....		
	Pince à bride.....		
	Grand levier en bois.....		
	Coins en fer.....		
	Lacerets.....		
	Alésoirs.....		
	Clefs à gobelet.....		
	Bec-d'âne.....		
	Burins.....		
	Rivoir de marteau.....		
	Grattoirs.....		
	Batte à talus.....		
	Rabots en bois.....		
	Cordeau de 30 m., 5 mill. de diamètre.....		
	Pointeaux.....		
	Clefs de cadenas.....		
	Burettes à huile 1 p. 1 k. et 1 p. 1 k. 1/2.....		
	Boîte à graisse.....		
	Boîte à outils à bandoul.....		
	Règle de 5 mètres.....		
	Règle à talus.....		
	Jalons en fer.....		
	Barres de fer à tendre le fil de fer.....		
	Châsses cintrées.....		
	Grande scie.....		
	Petite scie.....		
	Tierspoint.....		
	Besaiguë.....		
	Ebauchoir.....		
	Cognée.....		
	Vilebrequin.....		
	Tarières de 30 millim.....		
	Ciseaux à bois de 4 cent.....		
	P^te de criquetoise de 25 c...		
	Clef anglaise.....		
	Meule de 50 cent.....		
	Seau en bois.....		
	Avant-pieu.....		
	Masse.....		
	Chevalet.....		
	Plane.....		
	Paire de pinces.....		
	Petite scie.....		
	Croissant.....		
	Serpe.....		
	Serpette.....		
	Sécateur.....		
	Cisailles à tailler les haies...		
	Grande faux.....		
	Faux à la main.....		
	Faucille.....		
	Enclume pour faux.....		
	Pierre à repasser.....		
	Coffin.....		
	Bêche.....		
	Tournée ou pioche.....		
	Bidon de 5 k. huile à graisser.		
	2° SIGNAUX.		
	Sifflets.....		
	Lanternes.....		
	Drapeaux.....		
	Giberne à pétards.....		
	Trompe.....		
	3° RÈGLEMENTS ET INSTRUCTIONS.		
	Ordre de service général n° .		
	4° DIVERS.		

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INSPECTIONS MENSUELLES FAITES PAR LE PIQUEUR

Il indiquera l'état dans lequel il trouvera le canton, l'outillage et l'habillement suivant le cas : *très-bon*, *médiocre* ou *mauvais*.

MOIS.	ÉTAT		
	DU CANTON.	DE L'OUTILLAGE.	DE L'HABILLEMENT.
Janvier.....			
Février.....			
Mars.....			
Avril.....			
Mai.....			
Juin.....			
Juillet.....			
Août.....			
Septembre.....			
Octobre.....			
Novembre.....			
Décembre.....			

Le_____du mois d_____ 187__

HEURES.	VISAS.	QUALITÉ DE L'AGENT EN TOURNÉE.

[1] Observations du chef de section et des piqueurs sur l'état des voies, travaux, clôtures, signaux, et sur la marche des trains, ordres, contraventions, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M

RAPPORTS PÉRIODIQUES.

RAPPORT QUOTIDIEN DU CHEF D'ÉQUIPE.

NOMS ET PRÉNOMS des OUVRIERS.	QUALITÉ.	HEURES DE TRAVAIL. Entretien.	HEURES DE TRAVAIL. Service des barrières.	OBSERVATIONS.
L***, Alfred-Louis...	chef d'éq.	9	»	
F***, Jules.....	chef auxil.	6,20	4,50	Barrière 794.
L***, Emile.....	surveillant.	»	12	Remplacer l'aiguilleur.
J***, Charlemagne...	garde auxil.	»	12	Poste fixe à la barrière 193.
P***, Achille.....	post^{r} auxil.	6,20	4,50	Barrière 195.
C***, Jules.....	id.	»	12	Poste fixe à la barrière 191.
G***, Julien.....	id.	»	12	Remplacer le garde en repos.
P. Jean-Baptiste....	suppléant.	9	»	
	TOTAL...			

KILOM.	INDICATION DES TRAVAUX EXÉCUTÉS.	QUANTITÉS	TEMPS PASSÉ à chaque OUVRAGE.
104	Remplacement des gardes entre les k...	»	87
105	Relevé et bourré trav. de joint.....	11	12
106	Intermédiaires.....	»	41
105	Remplacé une traverse de joint, voie paire, resaboté quatre trav. de joint.	»	3
	TOTAL ÉGAL...	.....	

Rapport du———— *Le chef d'équipe,*

N***.

KILOM.	INDICATION DES MATÉRIAUX EMPLOYÉS A DES REMPLACEMENTS.																					
	RAILS								TRAVERSES				COUSSINETS									
	NEUFS.				VIEUX.				NEUVES.		VIEILLES.		NEUFS.		VIEUX.							
									Joints.	Inter.	Joints.	Inter.	Joints.	Inter.	Joints	Inter.						
	CHEVILLES		COINS		MACHOIRES D'ÉCLISSES		CRAMPONS		BOULONS		MATÉRIAUX DIVERS.											
	NEUVES.	VIEILLES.	NEUFS.	VIEUX.	NEUVES.	VIEILLES.	NEUFS.	VIEUX.	NEUFS.	VIEUX.												

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT QUOTIDIEN DU PIQUEUR.

*M.*_____

Subdivision . Du kil...au kil...

Du _____ 18 .

DÉSIGNATION DES TOURNÉES.				TRAINS RENCONTRÉS.				NOTES DU CHEF DE SECTION.		
	HEURES					Nos DES TRAINS.				
N°	d'arrivée sur la ligne.	du départ.	KILOMÈTRE.	HEURE.	KILOMÈTRE.	impairs.	pairs.	HEURE.	KILOMÈTRE.	OBSERVATIONS ET VISA.
1	4,40 matin	5,20 soir	104 121							Accompagné les trains de ballastage entre les kilomètres 104 et 121 de la ligne de... Vu : *Signé*, N***

Observations sur l'état de la voie et les matériaux employés aux réparations.

KILOMÈTRE.	ÉTAT DE LA VOIE		MATÉRIAUX				OBSERVATIONS. — (Désigner les travaux les plus urgents.)
	impaire	paire.	EMPLOYÉS. Quantité	EMPLOYÉS. Nature.	APPROVISIONNÉS. Quantité	APPROVISIONNÉS. Nature	
... à ...	Bon.	Bon.					

OBSERVATIONS GÉNÉRALES *sur l'état des ouvrages d'art, des talus, des fosssés, du ballast, des clôtures, et sur les avaries produites par les influences atmosphériques, etc., etc.*

A la suite des pluies, le talus de la tranchée de..., voie paire, a coulé sur une longueur de 15 mètres.

Le ballast entre les kilomètres 108 et 109, enlevé par l'orage du 6 courant.

Vu : *Signé*, N***

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Travaux et surveillance de la ligne.

GARDES		TRAVAUX D'ENTRETIEN. BRIGADES DE CANTONNIERS.				TRAVAUX NEUFS ou EXTRAORDINAIRES.			
de jour.	de nuit.	Kilomètre.	Nombre d'hommes.	Durée du travail.	NATURE des travaux.	Kilomètre.	NOMBRE d'ouvriers de chaque espèce.		NATURE des travaux et emploi du temps.
							Régie.	Qualité	
		92.4		37.00	Serv. de garde.				
		97.5	8	59.00	Entr. des voies,	104	—	—	
		108		90.00	Serv. de garde.				
				111.00	Entr. des voies et plaques.	107	408	Suppl.	Chargement et déchargement du ballast.
			1 supp.	12.00	Serv. au bureau				
			4 id.	44.00	Serv. au magasin.				
			2 id.	22.00	Nettoyage de la gare.				
		111	14 id.	163.09	Service de l'exploitation.				

OBSERVATIONS GÉNÉRALES *sur la tenue des chantiers, sur l'exécution des travaux et sur leur état d'avancement.*

ATELIER DE.....

Durée du travail.	QUALITÉ.	NATURE DES TRAVAUX.
12	Charpentiers.	Réparation de la couverture des rotondes à...
26	—	Travaux divers dans la station de...
48	—	Etablissement des barrières à bascule à...
12	—	Réparation de passage à niveau de...
12	Ferblantiers.	Réparation de guérites de garde à...
24	Ajusteurs.	Réparation de la pompe du puits de la station de...

Vu :

Signé, N***.

Accidents, Délits, Notes diverses, etc.

KILOMÈTRE.	HEURE.	INDICATIONS DE TOUTE NATURE. NOMS DES GARDES EN FAUTE. NATURE DES DÉLITS, ACCIDENTS, ETC.	PROPOSITIONS D'AMENDES.
		NÉANT. Vu : *Signé*, N***.	

Dressé par le piqueur soussigné.

Le _____ 187 .

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mois de

Quinzaine.

N°

RAPPORT DE QUINZAINE DE M.

Chef de section à. . . . .

Résumé des tournées faites à pied.

DATE des tournées.	LOCALITÉS VISITÉES. (Indiquer les tournées faites par le chef de section et celles du sous-chef ou du piqueur spécial.)	DISTANCES parcourues.	OBSERVATIONS. (Notes de l'ingénieur.)
Le 5 février.	De 20,000 à 33,500	13,500	Les travaux de bureau dont M..., chef de section, est chargé, absorbant une très-grande partie de son temps, la majeure partie des tournées sont faites par le sous-chef de section.
—15 —	— 117,000 à 126,600	9,600	
	Tournées faites par le sous-chef de section.	23,100	
Le 1er février.	De 20,000 à 33,500	13,500	
— 5	— 104,200 à 110,000	5,800	
		47,000	*L'Ingénieur,* Signé : N.

Nombre moyen d'ouvriers ou d'agents employés par jour à l'entretien.

DÉSIGNATION des subdivisions et longueurs.	GARDES et gardes auxiliaires.	CHEFS d'équipe et poseurs.	AUXILIAIRES.	OUVRIERS divers.	TOTAL.	Femmes aides-gardes-barrières.	OBSERVATIONS.
1re SUBDIVISION. Du kil. 82,400 au kil. 117,000	34	20	33	18	105	»	
Totaux. . .	34	20	33	18	105	»	
Moyenne par jour et par kilom...	00	00	00	00	00	»	

Réfection des voies et ballastage.

DÉSIGNATION des parties de voie à refaire ou à ballaster et des carrières à ballast.	RÉFECTION en rails de 6 mètres. Modèle A. Voie P.	RÉFECTION en rails de 6 mètres. Modèle A. Voie I.	RÉFECTION en rails C. Voie P.	RÉFECTION en rails C. Voie I.	RÉFECTION partielle en rails vignole de 6 mètres. Voie P.	RÉFECTION partielle en rails vignole de 6 mètres. Voie I.	CUBE du ballast.	Nombre moyen des ouvriers sur chaque atelier.	OBSERVATIONS. (Notes de l'ingénieur.)
De 107 k. à 107 289 S. B.	»	»	»	»	289	»	»		
De 107 à 107 989 S. B	»	»	»	»	»	989	3000		
Ballastières au 121 k.									
Totaux.....									
Quantités faites à la date du dernier rapport.									
Quantités faites dans la quinzaine.									
D à									
Totaux jusqu'à ce jour.									

OBSERVATIONS GÉNÉRALES SUR LA MARCHE DU TRAVAIL.

Z. Atelier du petit entretien, dont une partie a été incendiée le 18 .
On a monté la charpente en remplacement de celle incendiée.
La maçonnerie est commencée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES OBJETS.	NOTES DU CHEF DE SECTION.	OBSERVATIONS. (Notes de l'ingénieur.)
Terrassements, ouvrages d'art.....	Ligne de... en bon état. On continue à enlever les pierrailles qui menacent.	
Cours, bâtiments, dépôts et ateliers.....	En bon état.	
Voies de fer.....	En bon état.	
Changements et croisements de voies, plaques tournantes et accessoires.....	X. La plaque tournante de 4m,50 en fonte remplaçant celle en tôle, en réparation, s'est cassée.	Une plaque disponible à... a été expédiée le 21 courant à... en conformité du bulletin M. 4424.
Réservoirs, grues hydrauliques, conduites d'eau, fosses.....	En bon état. Y. On attend la colonne pour tige de vanne de la grue, côté de...	Le bon pour le remplacement de cette colonne est adressé à M. l'ingénieur en chef.
Signaux et télégraphe.	Les gelées ont interrompu ce travail.	
Grues de chargement..	En bon état.	
Clôtures, haies vives et plantations.....	Attendons les clôtures pour maisons de gardes, conformément à la circulaire... Les barrières des guérites seront posées après les gelées.	Un bon pour... pièces est adressé aujourd'hui à M. l'ingénieur en chef, en conformité du bulletin M. 4249. Nous nous procurerons les échalas, comme le prescrit le bulletin M. 3784, si nous n'en trouvons pas suffisamment dans les autres sections de la division.
Locations de terrains, ventes de récoltes et de matériel.....	Les terrains derrière les rotondes (5h,96 environ) seront loués pour cette année à M...., à.....	
Gardiennage et passages à niveau.....	En bon état.	
Personnel.....	M..., garde-chef, passé à..., a été remplacé par M..., venant de... Le piqueur... toujours malade. L'aiguilleur... à l'hôpital.	

Agrandissement des gares, stations et travaux neufs.

Indication des localités où se font les travaux.	ÉTAT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX.	OBSERVATIONS. (Notes de l'ingénieur.)
Gare de X.....	**Pavillon des voyageurs.**	
	On aura terminé dans les premiers jours de mars.	
	Mur d'enceinte.	
	On va commencer l'approvisionnement des matériaux.	Il faudra commencer du côté *droit*, car du côté gauche on est obligé d'attendre que l'échange de terrain avec la ville soit conclu.
Gare de Y.....	Les gelées n'ont pas permis de continuer les travaux.	
Gare de Z.....	Même observation.	

Dressé et présenté par le Chef de section soussigné :

A , le 18 .

Vu par l'Ingénieur de la division,

A , le 18 .

Vu et retourné par l'Ingénieur en chef de la voie,

le 18 .

(Au lieu d'un rapport de quinzaine, le chef de section est quelquefois astreint à présenter un rapport hebdomadaire.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Approvisionnement normal de la réserve d'entretien.

Longueur des voies en rails.. { éclissés. / non éclissés. } { éclissés. / non éclissés. }

Quantités normales par poteau de secours.	DÉSIGNATION DES MATIÈRES[1].	Types.	QUANTITÉS devant exister à la section		Total normal de la réserve.	Catégorie.	Prix.	Montant.	OBSERVATIONS.
			dans le magasin	aux poteaux de secours.					
	PIÈCES DE VOIES COURANTES.								
	.....								
	PIÈCES POUR PONTS, ESTACADES, ETC.								
	.....								
	CHANGEMENTS ET CROISEMENTS DE VOIES.								
	Appareils complets.								
	.....								
	Pièces détachées.								
	.....								
	PLAQUES TOURNANTES.								
	Appareils complets.								
	.....								
	Pièces détachées.								
	.....								
	ENGINS DE CHARGEMENT.								
	.....								
	DISQUES ET SIGNAUX, ETC., ETC.								

[1] Cette colonne contient la liste détaillée de toutes les pièces entrant dans la composition des appareils de différents types, et classées par espèces : rails, platines, coussinets, boulons, crampons, tire-fond, traverses, coins de la voie courante : ferrures de changements et de croisements, châssis de changements et de croisements, aiguilles, rails, contre-aiguilles, pointes de cœur, contre-rails, coussinets spéciaux, etc , etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N

PIÈCES CONCERNANT LE PERSONNEL.

Feuille de signalement.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

FEUILLE DE SIGNALEMENT *du sieur* (*Nom en caractères apparents et prénoms en toutes lettres).*	(*) *Station d* — *Pierre, Louis, Charles.*
Grade actuel.....	*Chef de station de 4e ordre-percepteur.*
Traitements, suppléments et indemnités à titres divers.....	Traitement 1,209 — Traitement supplém. 300 — Primes d'un an 180 — Frais de régie. » — Frais de loyer. 300 — Total. 1,980
Occupe-t-il des fonctions ou un emploi étranger à l'administration ou exerce-t-il un commerce sous le nom de sa femme, de ses enfants, etc.? Date de l'autorisation (art. 115 et 131, N° 85, R.)	*Non*
Date et lieu de naissance.....	*Né le 10 mars 1810 à Luxembourg.*
Province ou Pays..... (*Si l'employé n'est pas né Belge, indiquer la date de sa naturalisation.*)	*Luxembourg. — A fait le 18 mai 1840 la déclaration voulue par la loi du 4 juin 1839.*
Célibataire, marié ou veuf. (*Le cas échéant, nombre, âge et sexe des enfants qu'il a à sa charge.*)	*Marié le 20 novembre 1836. — 1 garçon né en 1839. — 1 fille en 1841. — 1 garçon en 1843.*
Nombre d'enfants qu'il n'a pas à sa charge.	*1 garçon né en 1837. — Il est commis-adjoint*
Fonctions ou profession et résidence des parents.	*Ma mère est pensionnaire de l'État; elle réside à Bastogne.*
Cautionnement que l'employé peut fournir (N° 272, R).	*Deux mille francs.*
Langues qu'il { parle..... / écrit.....	*Allemand, flamand, français.* / *Allemand, français.*
Si l'agent n'a pas lui-même rempli son état de service, en indiquer le motif.	*Dressé par l'intéressé.*

Durée des services antérieurs à l'entrée dans l'administration :	ANNÉES.	MOIS.	JOURS.	OBSERVATIONS.
A. Services militaires du 30 *oct.* 1830 au 10 *oct.* 1836, en dernier lieu *sergent major au 8e régiment de ligne*.....	5	11	10	*Du 10 juillet 1828 au 30 août 1830, commis-négociant chez M. à*
B. Services administratifs du 2 *janvier* 1837 au 10 *février* 1845, en dernier lieu *brigadier des douanes*.....	8	1	8	
Total des services *antérieurs*, admissibles pour la pension.....	14	»	18	

(*) Indiquer le *service*, la *section* ou la *perception*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT DE SERVICE du sieur *PIERRE (L. C.)*.

GRADE : *Chef de station de 4e ordre. Percepteur.* TRAITEMENT : *Fr.* 1,200

SUPPLÉMENT : 300

DATES des Arrêtés ou Décisions. JOURS.	MOIS.	AN.	GRADES ou QUALITÉS dans l'Administration :	Traitements ou SALAIRES.
11	2	45	ENTRÉ en qualité d'*aide-facteur au salaire de 2 fr.*	730
2	6	46	*Commis-adjoint*.....	720
20	9	48	*id. id.*	900
7	3	50	*Chef de station de 4e ordre*.....	900
8	5	52	*id. id. 4e ordre*.....	1,200
25	6	53	*Supplément pour gestion de la poste*.....	300
			N. B. Autant que possible n'employer qu'une ligne pour renseigner l'objet de l'arrêté.	
			MUTATIONS dans l'administration :	
11	2	45	*Attaché à la station de.....en qualité d'aide-facteur.*	
3	12	46	*Passé à..... pour le guichet et les bagages.*	
4	9	47	*Passé à..... pour les marchandises.*	
28	1	49	*Chargé de la station de.....*	
14	1	50	*id. id. de.....*	
12	4	53	*Chargé de la station-perception de.....*	

Distinctions honorifiques..... *Par arrêté royal du 16 septembre 1845, médaille en or de 1re classe pour acte de dévouement.*

Indemnités obtenues depuis juillet de l'année précédente et motifs..... *Par arrêté du 25 décembre 1853, 200 francs pour service extraordinaire.*

Certifié véritables les renseignements ci-dessus, ainsi que ceux consignés d'autre part.

Vu et vérifié (§ V)

Par

A. . . . , le. . . 18..

(Signature de l'employé.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTIONS.	SIGNALEMENT.		
	(A) du Chef immédiat.	(B) du Chef de service.	(C) de l'Adm. centrale.
Attributions : (Fonctions ou travail qui lui sont attribués.)			
Instruction { privée ? administrative ?			
Intelligence du service ?			
Activité ?			
Zèle, dévouement aux devoirs ?			
Caractère ?			
Conduite privée ?			
Tenue ?			
Constitution ?			
Défauts physiques ?			
A quelles fonctions est-il propre ?			
Mérite-t-il de l'avancement ?			
Punitions ou réprimandes (encourues depuis le dernier signalement) et motifs : *Point.*			
Certifié véritable à....., le..... 18 Le			

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT NOMINATIF

DES PIQUEURS ET CHEFS-POSEURS.

AU 15 OCTOBRE 187 .

Indiquant les propositions d'augmentation à partir du 1er novembre de la même année (*a*).

Numéros matricules.	NOMS ET PRÉNOMS.	EMPLOIS.	Traitements actuels.	Augmentations proposées.	Traitements proposés.	N° d'ordre des propositions.	OBSERVATIONS — Motifs des propositions.
	1° Piqueurs.						
	Totaux pour....piqueurs...						
	2° Chefs poseurs.						
	Totaux pour...chefs poseurs						
	RÉCAPITULATION :						
	1° Piqueurs (au nombre de).....						
	2° Chefs poseurs (au nombre de).						

Dressé et proposé par l'ingénieur du.....arrondissement, soussigné.

A.....le.....187..

ÉTAT DES GRATIFICATIONS

PROPOSÉES EN FAVEUR DES PIQUEURS ET CHEFS POSEURS

AU 1er JANVIER 187 (*a*).

Numéros matricules.	NOMS ET PRÉNOMS.	EMPLOIS.	Gratifications proposées.	N°s d'ordre des propositions.	OBSERVATIONS. — Motifs des propositions.
	1° Piqueurs.				
	Totaux pour....piqueurs.....				
	2° Chefs poseurs.				
	Totaux pour ...chefs poseurs.....				
	RÉCAPITULATION :				
	1° Piqueurs (au nombre de .....).....				
	2° Chefs poseurs (au nombre de....)...				

Dressé et proposé par l'ingénieur du...arrondissement, soussigné.

A.....le.....187..

(*a*) Cet état doit être envoyé à l'ingénieur en chef de la voie, sous pli cacheté et personnel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT NOMINATIF

Des Agents supplémentaires payés à la journée

AU 15 OCTOBRE 18 .

Et qu'il y aura lieu de faire classer à l'année, à partir du 1er janvier 18 (*a*).

NOMS ET PRÉNOMS.	EMPLOI.	PRIX DE LA JOURNÉE. ACTUEL. fr.	c.	PROPOSÉ (*a*). fr.	c.	TRAITEMENT ANNUEL PROPOSÉ.	OBSERVATIONS. — Motifs des propositions.
Total pour... agents supplémentaires.....							

Dressé et proposé par l'ingénieur du... arrondissement, soussigné,

A....., le..... 18...

(*a*) Le prix proposé pour la journée doit correspondre au traitement annuel proposé.

ÉTAT NOMINATIF

DES INGÉNIEURS, EMPLOYÉS DE BUREAU, CHEFS DE SECTION ET EMPLOYÉS DES TRAVAUX

AU 15 NOVEMBRE 18 .

Indiquant les propositions d'augmentations et de gratifications au 1er janvier 18 (*b*).

Numéros matricules.	NOMS ET PRÉNOMS.	EMPLOIS.	Traitements actuels.	Augmentations proposées.	Traitements proposés.	Gratifications proposées.	Nos d'ordre des propositions.	OBSERVATIONS. — Motifs des propositions.
	Totaux pour... agents...							

Dressé et proposé par l'ingénieur du... arrondissement, soussigné.

A....., le..... 186 .

(*b*) Cet état doit être envoyé à l'ingénieur en chef de la voie, sous pli cacheté et personnel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

O

COMPTABILITÉ CONCERNANT LE PERSONNEL.

ÉTAT de présence des employés du service d

Numéros d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	EMPLOIS.	NOMBRE de jours de présence.	OBSERVATIONS.

Le présent état dressé et présenté par

A , le 187.

Vu par

, le 187

Vu par

A , le 187

ÉTAT des sommes à payer pour

(Tous les états sont disposés sur feuille simple ou double, avec intercalaires au besoin.)

NOMS ET QUALITÉS des PARTIES PRENANTES.	Traitements annuels.	Jours de présence.	Traitement dû.	Indemnités.	Total dû.	RETENUES OPÉRÉES A LA COMPTABILITÉ GÉNÉRALE POUR la Caisse de prévoyance — Amendes.	Retenue proportionnelle sur le traitement.	habillement.	oppositions.	cautionnement	TOTAL.	Net à payer.	ÉMARGEMENT.
TOTAL...													

SOMMES TOTALES DES RETENUES :

Le présent ÉTAT montant à la somme de

dressé et présenté par l

, le 187 .

Vérifié et proposé par l'ingénieur en chef,

, le 187 .

Vu et vérifié à la comptabilité générale ; arrêté le présent État à la somme de réduite, par suite des retenues, à la somme de

, le 187 .

Le chef de la comptabilité,

Ordonnancé pour la somme de

Le directeur (ou administrateur délégué),

Certificat de payement, n°

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT FOURNI

Quinzaine du mois d

NUMÉROS D'ORDRE DES ÉQUIPES.	DISTANCES KILOMÉTRIQUES.	NOMS ET PRÉNOMS DES OUVRIERS.	QUALITÉS.	1 16	2 17	3 18	4 19	5 20	6 21	7 22	8 23	9 24	10 25	11 26

ROLE DE JOURNÉES ET ÉTAT

NUMÉROS d'ordre.	NUMÉROS du journal.	NOMS et EMPLOI.	JOURNÉES EXPRIMÉES EN (journées ou heures). 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 »	16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	NOMBRE D.....	PRIX D.....	MONTANT.

CHAP. — RÉCAPITULATION.

DÉSIGNATION des ARTICLES.	MONTANT TOTAL.	MONTANT DES RETENUES. Punitions.	Habillement.	Caisse de secours.	Oppositions.	TOTAL.	RESTE A PAYER.
Totaux...							

Signature des témoins qui certifient que le payement a été fait en leur présence, et que les croix portées à l'émargement ont été apposées par les parties prenantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PAR LE PIQUEUR.

187 .

12 27	13 28	14 29	15 30	31	TOTAL des HEURES.	PRIX.	MONTANT des RETENUES A FAIRE pour amendes.	MONTANT des RETENUES A FAIRE pour causes diverses.	OBSERVATIONS.

DES SALAIRES (dressé par la section).

RETENUES					RESTE A PAYER.	DÉSIGNATION DES ARTICLES.	ÉMARGEMENT.	OBSERVATIONS.
Punitions.	Habillement.	Caisse de secours.	Oppositions.	TOTAL.				

Le présent état montant, retenues non déduites, *à la somme de*

dressé par *soussigné.*

A , *le* 187 .

Vu et vérifié par *soussigné.*

Vérifié et arrêté, retenues déduites, *à la somme de*

par *soussigné.*

A , *le* 187 .

Vu et approuvé :

Le directeur général,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ETAT DE CONTRE-PARTIES

des sommes à porter au débit de la caisse de prévoyance par le crédit des comptes indiqués ci-dessous, suivant pièces ci-annexées.

, le 187 .

NOMS des AGENTS.	QUALITÉS.	TRAITEMENT		Nombre total de jours de maladie.	A LA CHARGE de la compagnie		A RÉPARTIR		Moitié au débit de la caisse de prévoyance.	COMPTES à CRÉDITER.
		Mensuel.	Quotidien.		Jours.	Sommes.	Jours.	Sommes.		
Totaux...										

Le présent état arrêté à la somme de
à porter au débit de la caisse de prévoyance

Le 187 .

État des retenues opérées *par*

sur le *du mois d* 187 .

Sections.	Subdivisions.	NOMS ET PRÉNOMS.	FONCTIONS	Traitement mensuel.		Retenue.	OBSERVATIONS.
				Totaux. . .			

RÉCAPITULATION.

	RETENUES.	TOTAL par sections.
1re Section.		
2e id.		
Totaux...		

Le présent état montant à

Dressé et certifié par l'ingénieur soussigné,

A *te* 187 .

Vu et transmis :
L'ingénieur en chef,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT des frais extraordinaires de déplacement de M.

du au du mois de 187 .

DATES.	INDICATION DES DÉPLACEMENTS.	NOMBRE de déplace-ments.	NOMBRE de découchers.	FRAIS de voyage.	OBSERVATIONS.
	Déplacements à fr. donnent.....				
	Découchers à fr. —				
	Total des frais.....				

Le présent état, montant à

dressé par

A , le 187 .

Le présent état vérifié et arrêté à la somme de

par soussigné,

A le 187 .

Vu et présenté par l'ingénieur soussigné,

A , le 187 .

Pour acquit de la somme ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

P

TRAVAUX ET FOURNITURES.

PROCÈS-VERBAL DE RÉCEPTION [1].....

IMPORTANCE D

[1] (Provisoire ou définitive.)

Nous soussigné, , agent de la Compagnie des chemins de fer de , avons procédé, pour le compte de ladite Compagnie, le 187 , à la réception..... de que fourni à la Compagnie, en vertu d'un n° du 18 .

La réception..... formant l'objet du présent procès-verbal comprend la quantité de , comme l'indique le tableau suivant :

Date des réceptions	DÉSIGNATION.	QUANTITÉS.			DESTINATION.	OBSERVATIONS.
			Poids.	Dimensions.		
	Totaux...					

Ce ayant été bien examiné et reconnu par nous, comme remplissant les conditions imposées par l y relaté , le présent procès-verbal a été dressé pour en constater la réception.....

Le nombre d fourni en vertu d n° est de...

	NOMBRE								TOTAL.
	d	d	d	d	d	d	d	d	
Il a été reçu antérieurement au présent procès-verbal.....									
Quantité portée au présent procès-verbal.									
Totaux reçus.....									

Nombre d restant à recevoir.....

A , le 187 .

Accepté le présent procès-verbal par le

Le du matériel :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT de fait par M. du au 18 .

DÉTAIL.	QUANTITÉS.	PRIX.	PRODUITS.
		Total. . .	

Pour acquit de la fourniture susmentionnée, montant à la somme de reçue des mains de M.

A , le 187 .

Certifié conforme, pour être annexé à l'état récapitulatif n°

A , le 187 .

CHEMIN DE FER DE. . . .

PROCÈS-VERBAL *pour réception* *d*

L'an mil huit cent

Nous soussigné, , assisté de M. en résidence à , nous nous sommes transporté à

Et en présence de M. , entrepreneur nous avons visité

Nous avons reconnu et constaté, savoir :

En foi de quoi nous avons dressé le présent procès-verbal de RÉCEPTION..., que nous avons signé, sous toutes réserves de droit, avec le chef de section et l'entrepreneur ci-dessus dénommés.

A , le 187 .

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SITUATION DES TRAVAUX

Dépenses faites depuis le commencement de l'entreprise jusqu'au 187

INDICATION DES OUVRAGES.	NUMÉROS de la série des prix.	QUANTITÉS.	PRIX.	PRODUITS partiels.	PRODUITS par nature de dépenses
			Total...		

La présente situation des ouvrages exécutés et des dépenses faites du commencement de l'entreprise au 18 inclusivement, montant à la somme de dressée et certifiée par

A le 18 .

Vu et vérifié le présent état, arrêté à la somme de par l'Ingénieur soussigné.

A le 18 .

Certificat de payement. N°

Numéro d'ordre au journal d'inscription des certificats :

CERTIFICAT pour payement de

CERTIFICATS DÉLIVRÉS SUR LES FONDS DES ANNÉES ANTÉRIEURES et de l'année courante.	
ANNÉES.	MONTANT des certificats.
TOTAL...	
Montant du présent certificat....	
L'entrepreneur aura reçu.....	
Les dépenses s'élèvent à.....	
Partant, il sera en avance, pour garantie de son marché de.....	

L'INGÉNIEUR EN CHEF, SOUSSIGNÉ,

Vu

Certifie qu'il peut être payé à M.

le 18 .

Vu et approuvé :

le 18 .

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Q

PREMIERS SECOURS AUX BLESSÉS.

Lorsqu'une personne a été blessée, la première chose à faire c'est de la relever avec précaution, de la conduire ou de la transporter en dehors de la voie ferrée. On lui donne une position aussi commode que possible, à l'abri du froid, de l'humidité ou du soleil, et on procède ensuite à l'administration des soins que réclame son état.

Divers cas peuvent se présenter :

1° PLAIES.

Il faut découvrir doucement la partie blessée, en coupant, s'il est nécessaire, les vêtements avec des ciseaux. On la nettoie avec une éponge ou un linge imbibé d'eau fraîche pour la débarrasser du sang, de la terre ou autres matières qui peuvent la souiller. On place la partie blessée dans une position telle que l'ouverture de la plaie soit le moins large possible; on la recouvre d'une compresse trempée dans l'eau froide qu'on maintient avec une bande, si cela se peut, sans imprimer de trop grands mouvements à la partie blessée.

S'il n'y a qu'une simple coupure, à bords bien nets, on peut rapprocher ces bords avec les doigts et les maintenir au moyen de bandelettes de taffetas gommé ou de sparadrap de diachylon, qu'on fait préalablement ramollir en les passant devant la flamme d'une bougie. Par-dessus, on applique de la charpie ou de l'ouate, une compresse et une bande ou un mouchoir médiocrement serré.

Si un corps étranger, comme un fragment de bois ou de fer, a pénétré dans les chairs, on n'en fera l'extraction que si elle peut avoir lieu facilement et sans tiraillement : autrement on le laissera en place jusqu'à l'arrivée du médecin.

S'il y a contusion ou bosse, il faut appliquer sur la partie lésée des compresses imbibées d'eau fraîche avec addition d'extrait de Sa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

turne ou de teinture d'arnica, à la dose de 20 à 25 gouttes pour un verre d'eau. Ces compresses seront maintenues par un bandage peu serré, qu'on arrosera fréquemment pour le tenir humide.

2° HÉMORRHAGIE OU PERTE DE SANG.

Lorsqu'une plaie fournit du sang en petite quantité, le rapprochement des bords de la plaie et l'application d'une plaque d'amadou, sur laquelle on exerce une légère compression, suffisent le plus souvent pour arrêter le sang.

Si la perte de sang est abondante, on doit chercher à l'arrêter en appliquant sur cette plaie, soit des morceaux d'amadou, soit des pelotons de charpie soutenue au moyen de la main, d'un mouchoir ou de tout autre bandage qui comprime modérément.

Lorsque le sang s'échappe en très-grande abondance, ou par un jet rouge écarlate, saccadé; que le blessé, pâle, défaillant, est menacé de périr d'hémorrhagie, il faut porter immédiatement un ou plusieurs doigts dans la plaie, sur le point d'où le sang jaillit, et y exercer une compression suffisante pour en arrêter l'écoulement. Si la disposition des parties le permet, on fera bien de saisir et comprimer le point qui fournit le sang entre le pouce et les autres doigts.

Cette compression sera remplacée ensuite par un tampon d'amadou, de charpie d'ouate ou de linge, appliqué sur la plaie ou au-dessus d'elle et maintenu par une bande serrée. On a préconisé, comme hémostatique, le perchlorure de fer; l'efficacité de cet agent est très-contestable et son emploi dangereux. (M. Ar. Verneuil.)

3° CRACHEMENT OU VOMISSEMENT DE SANG.

Lorsqu'un blessé crache ou vomit du sang, il faut le placer sur le dos ou sur le côté correspondant à la blessure, la tête et la poitrine élevées, doucement soutenues, et lui faire prendre par petites gorgées de l'eau fraîche. On appliquera, en outre, des compresses trempées dans de l'eau fraîche, sur le devant de la poitrine et le creux de l'estomac.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° LUXATIONS, FOULURES OU ENTORSES.

Dans les cas de luxation ou déboîtement, il faut éviter avec le plus grand soin de faire exécuter au membre malade aucun mouvement brusque et étendu. On se contentera de placer et de soutenir ce membre dans la position qui occasionnera le moins de douleur au blessé, et l'on attendra ainsi l'arrivée du médecin.

S'il y a foulure ou entorse, il faut plonger la partie blessée dans un vase rempli d'eau fraîche et l'y maintenir très-longtemps, en renouvelant l'eau. Si la partie ne peut être plongée dans l'eau, il faut la couvrir de compresses imbibées d'eau froide que l'on arrosera continuellement pour les maintenir fraîches.

5° FRACTURES.

Il faut éviter d'imprimer au membre blessé aucun mouvement inutile : pendant le transport du blessé, on doit le soutenir avec la plus grande précaution.

A. *Fracture d'un des membres supérieurs.*

Si le bras, l'avant-bras ou la main ont été fracturés, on rapprochera doucement le membre du corps et on le soutiendra avec une écharpe dans la position qui sera la moins pénible pour le blessé. Pour plus de sécurité, on pourra, dans quelques cas, maintenir le membre immobile sur la poitrine avec une bande ou un mouchoir appliqué transversalement.

B. *Fracture d'un des membres inférieurs.*

S'il s'agit de la cuisse ou de la jambe, il faudra, après avoir placé doucement le blessé sur un brancard ou sur un lit, étendre avec précaution le membre fracturé sur un oreiller ou des coussins de paille au besoin, et l'y maintenir à l'aide de deux ou trois rubans, suffisamment serrés par-dessus l'oreiller ou les coussins.

On peut aussi, à défaut de ce moyen, rapprocher le membre blessé du membre sain et les unir ensemble dans toute leur lon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gueur avec des bandes ou des mouchoirs, sans trop les serrer, mais de manière que le membre sain soutienne l'autre et prévienne le dérangement de la fracture. Il est important de soutenir le pied et de l'empêcher de tomber en dedans ou en dehors.

Ce dernier moyen de contention sera employé surtout quand le blessé doit être transporté dans un autre lieu.

6° FRACTURES COMPLIQUÉES DE PLAIES. — MEMBRES BROYÉS OU ARRACHÉS.

Lorsqu'un membre a été broyé ou déchiré, et complétement ou presque complétement séparé du corps, l'accident immédiat le plus à redouter, c'est l'hémorrhagie ou perte de sang, qu'il faut arrêter le plus promptement possible, soit en comprimant avec les doigts le point d'où sort le sang, soit en appliquant une ligature serrée au moyen d'un mouchoir ou d'une bande, sur le membre blessé, immédiatement au-dessus de la plaie.

Si la ligature suffit pour arrêter le sang, on cesse la compression avec les doigts, on recouvre la plaie avec de larges compresses trempées dans l'eau froide, et on cherche à maintenir les parties blessées dans l'immobilité la plus complète.

Il ne faut jamais couper aucun lambeau de chair, quelque mince que soit le pédicule qui le retient au reste du corps.

7° BRULURES.

Il faut conserver et replacer avec le plus grand soin les parties d'épiderme soulevées ou en partie arrachées.

On pourra percer les ampoules avec une épingle et en faire sortir le liquide.

Dans tous les cas, on recouvrira la partie brûlée avec un linge enduit de cérat ou trempé dans de l'huile d'amandes douces, et on placera par-dessus ce linge des compresses imbibées d'eau fraîche que l'on arrosera fréquemment.

8° PERTE DE CONNAISSANCE. — SYNCOPE.

Lorsqu'un blessé a perdu connaissance ou lorsqu'on le voit défaillir, il faut tout d'abord desserrer les vêtements, enlever et relâ-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cher tous les liens qui peuvent comprimer le cou, la poitrine ou le ventre. On couchera ensuite le blessé horizontalement, la tête médiocrement élevée ; on débarrassera la bouche et les narines du sang, de la boue et autres obstacles qui empêcheraient l'entrée de l'air dans la poitrine. On fera sur le visage de fortes et brusques aspersions d'eau froide ; on frictionnera les tempes et les narines avec du vinaigre ; on pourra aussi faire respirer les vapeurs d'un flacon d'éther ou d'ammoniaque, et, au besoin, frictionner la région du cœur avec de l'alcool camphré.

Ces secours doivent être quelquefois prolongés longtemps avant de ramener la connaissance.

Si le blessé a perdu beaucoup de sang, et s'il est froid, il faut pratiquer sur tout le corps des frictions avec de la flanelle chaude, le recouvrir avec soin et réchauffer son lit.

Lorsque la perte de connaissance est accompagnée de blessures considérables au crâne, il faut se contenter de placer le blessé dans la situation la plus commode, la tête médiocrement soulevée, maintenir la chaleur du corps, surtout des pieds, et attendre l'arrivée du médecin.

Si le blessé est dans un état d'ivresse profonde, on peut lui faire prendre par gorgées, à quelques minutes d'intervalle, un verre d'eau sucrée à laquelle on ajoutera dix à quinze gouttes d'ammoniaque. On pourra répéter une fois l'administration de cette préparation, s'il en est besoin. — M. Ar. Verneuil conseille de provoquer le vomissement et de prescrire l'éther ou les boissons chaudes.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Il faut empêcher qu'il y ait un trop grand nombre de personnes autour des individus blessés qui ont besoin de secours. Pour être efficaces, ces secours doivent être donnés avec calme et sans précipitation.

Il faut éviter surtout d'inquiéter le blessé.

Il ne faut pas laver les plaies avec de l'urine, de l'eau salée ou tout autre liquide. L'eau froide seule doit être employée à cet usage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les cas de fracture, il faut éviter tout tiraillement, et l'on ne doit enlever les vêtements d'un blessé que lorsqu'il y a nécessité évidente.

Dans les cas de lésion d'un des membres inférieurs, il faut éviter de faire marcher le blessé et se garder de toute traction ou attouchement sur le membre affecté.

Il ne faut administrer à un blessé aucune boisson spiritueuse, comme bière, eau-de-vie ou liqueur : l'eau froide pure ou sucrée et aiguisée de vin ou de teinture d'arnica, en petite quantité, doit suffire dans tous les cas.

Un blessé ne doit prendre aucun aliment solide ou liquide avant l'arrivée du médecin. — Cependant un peu de bouillon, quelques aliments légers, s'il le demande, serviront à soutenir le malade épuisé. (M. Ar. Verneuil.)

N. B. Ces instructions, uniquement destinées à des personnes étrangères à la médecine, sont, par cela même, nécessairement incomplètes ; mais elles doivent suffire dans le plus grand nombre des cas, et il est expressément recommandé à tous ceux qui peuvent en faire l'application de ne pas aller au delà, à moins d'être parfaitement sûrs des moyens qu'ils voudront employer : dans le doute, mieux vaut s'abstenir.

FIN DES ANNEXES.



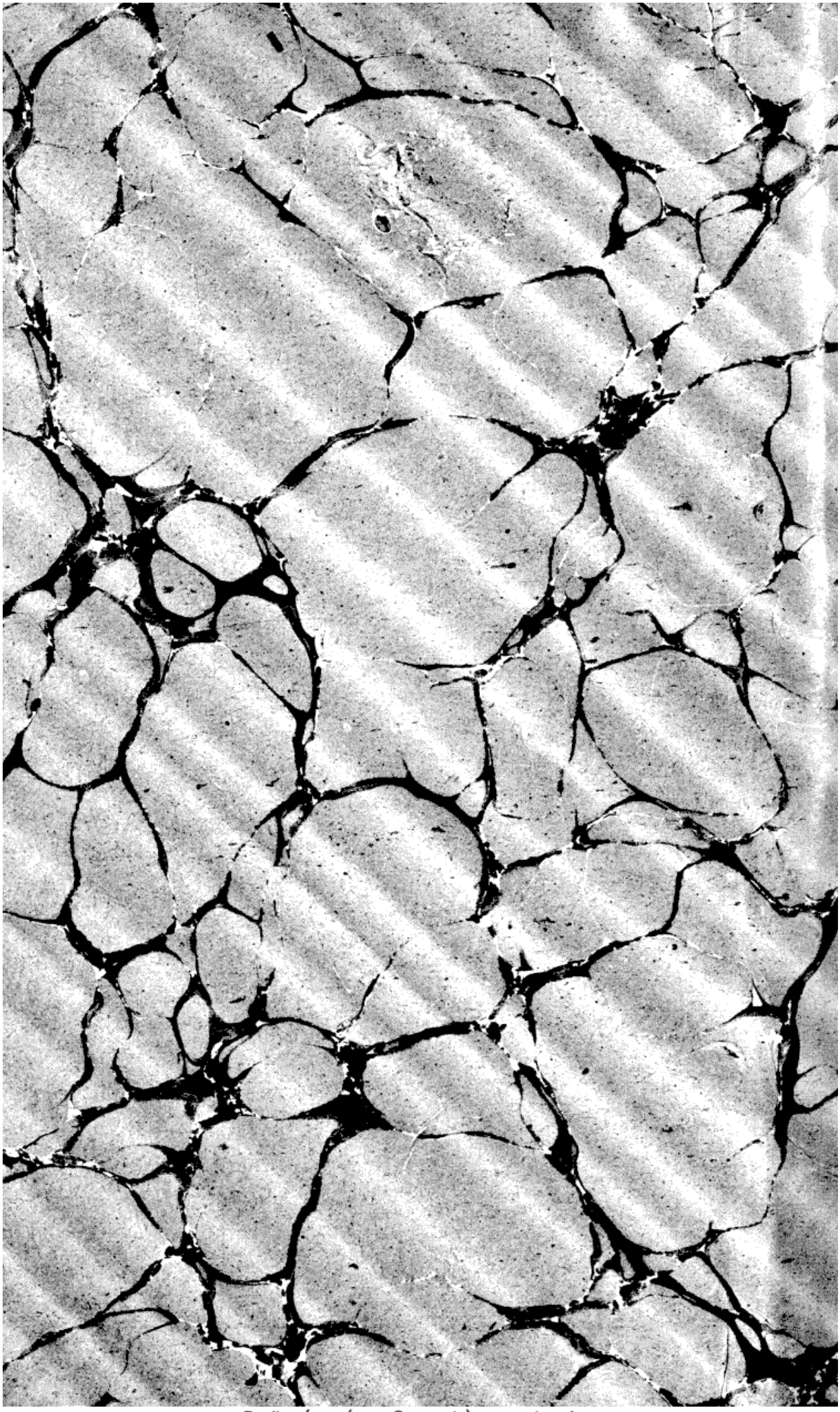
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ERRATA.

—

Page 55, ligne 23, *au lieu de* 570k, *lisez :* 750k.
— 67, — 2, *au lieu de* annexe B, *lisez :* annexe C.
— 74, — 26, *au lieu de* 58k à 55f, *lisez :* 58k à 35f.
— 132, — 23, *au lieu de* annexe B, *lisez :* annexe C.
— 182, fig. 373, *lisez :* appareil de rappel pour signal à trois transmissions.
— 525, ligne 12, *au lieu de* annexe D, *lisez :* annexe E.
— 527, — 1, *id.* *id.*
— 531, — 1, *au lieu de* annexe E, *lisez :* annexe F.
— 548, — 5, *au lieu de* annexe E, *lisez :* annexe G.
— 364, — 21, *au lieu de* — 376, — *lisez* : — 377 —.
— 584, — 19, *au lieu de* par la pépinière, *lisez* : par là la pépinière.
— 585, — 1, *au lieu de* — 391, *lisez* : — 392 —.
— 585, — 3, *au lieu de* annexe Q, *lisez* : annexe O.

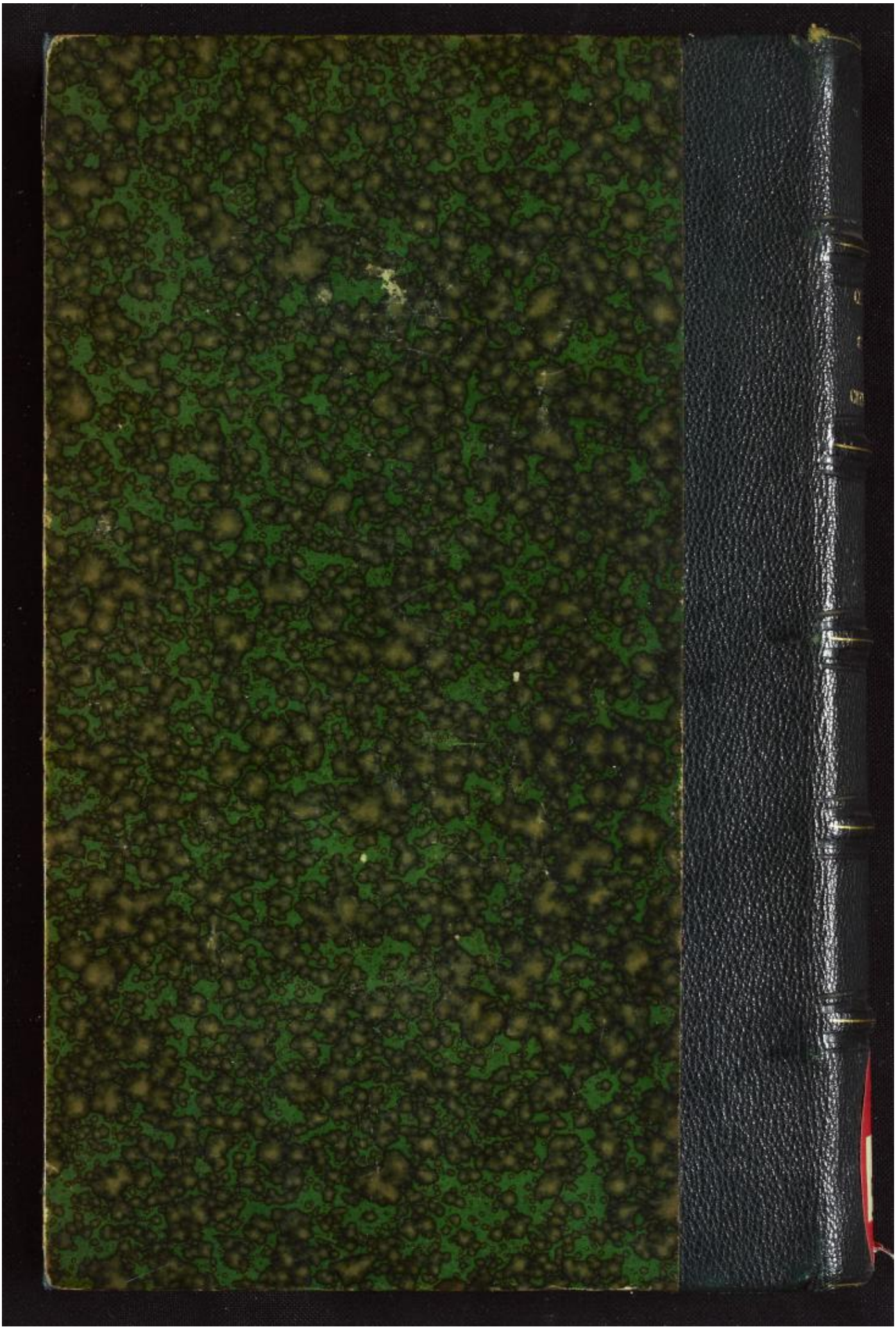
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires