

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Mallet, Anatole (1837-1919)
Titre	Les locomotives à l'exposition universelle de 1878
Adresse	Paris : Librairie polytechnique de J. Baudry, 1879
Collation	1 vol. (VIII-99 p. - 3 pl. dépl.) ; 24 cm
Nombre de vues	114
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 276
Sujet(s)	Exposition internationale (1878 ; Paris) Locomotives -- 19e siècle
Thématique(s)	Expositions universelles Transports
Typologie	Ouvrage
Note	La planche 1 est lacunaire.
Langue	Français
Date de mise en ligne	01/10/2012
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/091273013
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE276

LES
LOCOMOTIVES
A
L'EXPOSITION UNIVERSELLE
DE 1878



SAINT-OUEN (SEINE). — IMPRIMERIE JULES BOYER
(Société générale d'Imprimerie).

LES

LOCOMOTIVES

A

L'EXPOSITION UNIVERSELLE

DE 1878

PAR A. MALLET, INGÉNIEUR

Ancien élève de l'École centrale, lauréat de l'Institut de France

AVEC DEUX PLANCHES ET UN TABLEAU



PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE

J. BAUDRY, LIBRAIRE-ÉDITEUR

RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

LIÈGE, MÊME MAISON

1879

Tous droits réservés



AVANT-PROPOS

L'étude que nous présentons au lecteur a été publiée par articles dans la *Revue industrielle* pendant le cours de l'Exposition.

Quelques amis ont bien voulu penser que ce travail, si insuffisant qu'il fût, pouvait présenter quelque intérêt en demeurant comme un souvenir de la remarquable collection de machines locomotives que le Champ de Mars et le Trocadéro ont exposée pendant six mois aux yeux des visiteurs du monde entier, et nous ont engagé à réunir ces articles sous forme de brochure.

Le seul changement qui y ait été fait, en dehors de la rectification d'erreurs matérielles, a été l'élimination de quelques lignes dont le caractère, non technique d'ailleurs, admissible dans des articles écrits au courant de la plume, était moins approprié à la forme que nous donnons aujourd'hui à ce travail.

Bien qu'une étude de ce genre ait un but plutôt descriptif que critique, il ne nous a pas paru possible de nous dispenser de formuler un jugement sommaire sur chaque machine. Ce jugement, qui n'est d'ailleurs que la manifestation d'une opinion personnelle, a toujours été exprimé sous une forme modérée et nous avons toujours réservé la possibilité d'une erreur d'appréciation

ou de l'ignorance des motifs véritables qui ont pu imposer au constructeur la disposition critiquée.

Ces critiques, visant, sauf un ou deux cas, des questions de détail plutôt que d'ensemble, ont été l'exception et nous sommes heureux d'avoir pu apporter notre tribut d'admiration à la magnifique réunion de locomotives qui fait que, sous le rapport de l'industrie de la construction de ces machines, l'Exposition de 1878 s'est montrée la digne émule des précédentes.

1^{er} mars 1879.

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
INTRODUCTION.	1
LOCOMOTIVES FRANÇAISES.	
A <i>Galerie de Labourdonnaye</i>	
1 ^o <i>Machines express</i>	15
Orléans	16
Lyon	18
Est	20
Midi	23
Nord	24
Ouest	27
2 ^o <i>Machines à voyageurs</i>	30
3 ^o <i>Machines à marchandises</i>	
6 roues couplées Lyon.	31
— Ouest.	32
8 roues couplées Lyon.	33
— Orléans.	34
4 ^o <i>Machines pour services spéciaux</i>	
Service de gare Orléans.	35
Intérêt local, système Compound.	36
B <i>Pavillon du Creusot</i>	40
C <i>Annexe du Trocadéro</i>	
Machine de Fives-Lille.	43
— Cail et C ^{ie}	45
Société des Batignolles.	46
Société de Passy.	47
Corpet et Bourdon.	48
LOCOMOTIVES ÉTRANGÈRES	
BELGIQUE	
Compagnie Belge.	52
Société de Couillet.	55
Société John Cockerill.	57
Société de Saint-Léonard	59

	PAGES
SUISSE.	
Riggenbach	60
Société de Winterthur.	63
AUTRICHE-HONGRIE	
Société de Floridsdorf.	67
Ateliers de Buda-Pest.	69
Ateliers de Wiener-Neustadt.	72
ITALIE.	74
SUÈDE.	
Usine de Motala.	76
Usine de Trollhatten.	78
ETATS-UNIS D'AMÉRIQUE.	80
ANGLETERRE	
Sharp Stewart.	84
London Brighton.	88
Fairlie.	90
Fox et Walker.	93
CONCLUSION	96

LES LOCOMOTIVES

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878

INTRODUCTION

Le matériel servant à l'exploitation des chemins de fer forme, à l'Exposition universelle de 1878, la classe 64, dans le sixième groupe de la classification officielle, groupe comprenant l'outillage et les procédés des industries mécaniques.

Sans vouloir discuter ici, et à propos d'une question isolée, le principe de cette classification, nous nous bornerons à faire observer que des appareils destinés à l'exploitation des voies ferrées, et qui par leur ensemble représentent une industrie dont l'influence sur la civilisation moderne a été aussi considérable¹, méritaient peut-être l'honneur d'une division plus tranchée, tandis qu'ils se trouvent presque confondus avec des machines et procédés servant, soit à l'extraction des matières premières, soit à la transformation de ces mêmes matières en produits manufacturés, machines et procédés qui n'ont qu'un rapport bien lointain avec ceux qui nous occupent; mais nous croyons surtout qu'il est permis de regretter de voir, par suite de nécessités plus ou moins justifiées d'aménagement, une classe de cette importance divisée, on pourrait dire émiettée, dans une quantité d'emplacements séparés, fort éloignés souvent les uns des autres, ce qui rend à la fois l'étude de

1. Quelque découverte qui puisse être faite dans l'industrie et dans les arts, il n'y en a pas qui vaille celle qui a abaissé de quatre à un le prix du transport de toutes choses, en augmentant la vitesse dans le rapport de un à cinq.

(Eugène Flachat, *Rapports du Jury international de l'Exposition de 1867*.

cette industrie fort laborieuse et son importance réelle fort difficile à apprécier.

En effet, les locomotives et certaines voitures destinées aux grandes lignes, ou plus exactement aux lignes à grande voie, ainsi que divers modèles, dessins, pièces détachées, accessoires de l'exploitation, etc., occupent dans le Champ de Mars la partie centrale de la galerie annexe des machines qui longe l'avenue de Laborde, côté sud ; une partie du matériel de la voie se trouve dans un espace à découvert situé près de l'Ecole militaire ; le matériel roulant destiné aux chemins à voie étroite et même à voie large, et aux tramways et divers accessoires, dessins, appareils divers, etc., sont exposés sous des hangars élevés dans l'enceinte du Trocadéro, près du pont d'Iéna, côté de Passy ; il y a également du matériel fixe autour de ces hangars ; enfin le bâtiment spécial du Creusot renferme encore des locomotives.

Nous ne parlons ici que de l'exposition française. Pour les machines et voitures étrangères, on en trouve à peu près partout ; quelques-unes dans la grande galerie des machines, d'autres dans les galeries latérales, quelques-unes moins favorisées sont reléguées dans des annexes en bordure de l'enceinte du Champ de Mars, et on peut ajouter que la division du catalogue et la répartition des mêmes groupes et classes dans plusieurs volumes d'un format peu portatif ne contribuent pas à faciliter la tâche de celui qui cherche à se rendre un compte à peu près exact de l'importance de la classe 64 à l'Exposition universelle de 1878.

Ces critiques de forme une fois faites, nous n'hésitons pas à reconnaître que cette classe 64 se trouve représentée à Paris d'une manière brillante et tout à fait en rapport avec l'importance réelle de l'industrie dont elle est la manifestation dans ce concours.

Ainsi on ne compte pas moins de quarante-neuf machines locomotives ou voitures automobiles de toutes dimensions exposées *en nature* ; il est bien entendu que nous ne garantissons pas à une ou deux unités près l'exactitude de ce chiffre, qui n'est pas facile à contrôler, grâce à la division peu commode que nous avons dû signaler.

On sera peut-être étonné d'apprendre que ce chiffre est à peine supérieur à celui des machines qui figuraient à l'Exposition de Vienne en 1873 ; mais si l'on tient compte de l'absence de l'Alle-

magne qui eût pu, étant donné le nombre de ses usines de production, exposer facilement cinq ou six machines (elle en avait envoyé dix-huit à Vienne), ainsi que de l'abstention partielle que les circonstances imposent actuellement à la Russie qui exposait deux locomotives en 1873, on conviendra que le chiffre de quarante-neuf machines indique une situation extrêmement favorable.

Il est juste de dire qu'un certain nombre sont des machines de petite exploitation, des machines de tramways, ou même des voitures-machines, mais cette extrême variété de types qui ne s'était encore produite à aucune Exposition est un élément d'intérêt de plus.

Nous n'avons l'intention d'étudier ici que les locomotives proprement dites, mais, avant de commencer cette étude, nous pensons qu'il n'est pas inutile de jeter un regard rétrospectif sur les expositions précédentes pour faire ressortir, par cet examen rapide, l'importance de celle qui nous occupe.

Si on laisse de côté les expositions de 1851 à Londres et de 1876 à Philadelphie, auxquelles on peut reprocher de n'avoir pas présenté, sous le rapport tout au moins des locomotives, un caractère suffisamment international, ne contenant guère, la première que des machines anglaises, la seconde que des spécimens de fabrication américaine, nous trouvons qu'il y avait en 1855, à Paris, 20 locomotives, en 1862 à Londres, 21 ; en 1867, à Paris, 34, et en 1873 à Vienne, 46, chiffre, comme nous l'avons dit, presque identique à celui de l'Exposition de 1878. Le tableau ci-dessous donne la répartition de ces machines suivant les provenances.

PROVENANCE	PARIS 1855	LONDRES 1862	PARIS 1867	VIENNE 1873	PARIS 1878
Machines allemandes	3	2	5	18	»
— américaines	»	»	1	»	1
— anglaises	2	12	5	2	7
— autrichiennes	2	2	3	14	4
— belges	3	1	5	6	»
— françaises	8	3	15	3	23
— italiennes	»	1	»	1	1
— russes	»	»	»	2	»
— suédoises	»	»	»	»	2
— suisses	»	»	»	»	4
TOTAL	20	21	34	46	49

Avant d'aborder l'étude des progrès réalisés dans la construction

des locomotives que nous montre l'Exposition de 1878, nous reviendrons rapidement sur l'histoire de l'état successif de ce genre de machines, tel qu'il s'est produit aux diverses expositions précédentes.

Nous n'avons pas l'intention de remonter aux origines de la locomotive, ce serait sans intérêt au point de vue qui nous occupe; nous la prendrons seulement au moment où on commençait à organiser en France le matériel des grandes lignes, c'est-à-dire au moment de la création des premiers grands chemins de fer, tels que celui du Nord, dont le matériel a servi, à cette époque, de point de départ pour bien d'autres.

On divisait alors les locomotives en trois classes : les machines à voyageurs qui étaient à roues indépendantes, les machines mixtes à deux essieux couplés et les machines à marchandises à trois essieux couplés; on y ajouta bientôt un type de machines express, c'est-à-dire à roues libres de plus grand diamètre, qui furent souvent en France et en Allemagne du type Crampton.

Toutes ces machines étaient relativement très-légères, car les premières machines à marchandises du chemin de fer du Nord ne pesaient que 22,5 tonnes en charge, soit 7 1/2 tonnes par essieu. Leurs cylindres avaient 0,38 de diamètre, 0,61 de course, avec des roues de 1,22 de diamètre et une chaudière de 0,925 de surface de grille et 71,5 de surface de chauffe totale. Ce type, reconnu bientôt insuffisant comme dimensions et comme stabilité, se vit remplacer dans bien des cas par le type à cylindres intérieurs inauguré au chemin de Lyon, pesant 26,5 tonnes en charge avec des cylindres de 0,42 de diamètre, 0,600 de course et une chaudière de 1,210 de surface de grille et cent mètres carrés de surface de chauffe.

L'Exposition de Londres en 1851 ne présenta guère que des spécimens de locomotives anglaises appropriés à l'exploitation des chemins de fer de ce pays. C'étaient donc en général des machines à grande vitesse, le *Lord des Iles*, machine à grande voie du Great Western, la machine Crampton de Bury, la machine Stephenson à faux essieu.

Sur le continent les tendances étaient autres, le moment était venu où il allait falloir s'occuper d'autre chose que de la vitesse.

En effet, les lignes les plus faciles avaient été faites les premières, et comme c'étaient les plus productives, on avait pu écarter à

grands frais des tracés les déclivités supérieures à quelques millimètres et les courbes inférieures à 7 ou 800 mètres de rayon ; mais il y avait d'autres lignes à faire dans des conditions moins favorables, des pays à sol accidenté réclamaient des chemins de fer, enfin on commençait à s'occuper de relier des contrées voisines séparées par de hautes barrières de montagnes.

C'est alors (1852) que le concours du Sëmmering vint attirer l'attention des ingénieurs sur l'étude des machines à forte traction.

On sait qu'à ce concours se présentèrent quatre machines que nous citons d'après l'ordre de mérite où elles furent classées,

1° *Bavaria*, machine de Maffei à deux cylindres extérieurs commandant quatre essieux en deux groupes reliés par une chaîne sans fin.

2° *Wiener Neustadt*, de Günther, à quatre cylindres extérieurs commandant deux trucks à deux essieux couplés chacun, sous une chaudière unique.

3° *Seraing*, machine de la Société John Cockerill à quatre cylindres commandant deux trucks à deux essieux couplés chacun, sous une chaudière double.

4° *Vindobona*, de la fabrique de Glognitz, machine à deux cylindres commandant quatre essieux accouplés.

On peut dire que le concours du Sëmmering a été le point de départ de l'étude des machines à grande puissance et faible vitesse, et qu'à ce titre il a une importance historique tout à fait comparable à celle du célèbre concours de Rainhill en 1829 ; non pas qu'il soit rien sorti du concours proprement dit, au moins immédiatement, puisqu'aucune des machines qui y figuraient, et qui furent toutes récompensées, ne fut adoptée ; mais il a donné lieu à la production ultérieure de la machine Engerth qui a joué un rôle considérable pendant une assez longue période. Il est juste d'ailleurs de dire que si les machines du Sëmmering n'ont pas réussi, elles n'en ont pas moins déposé des germes dont quelques-uns ont fructifié plus tard comme on le verra plus loin.

L'Exposition de 1855, à Paris, fut un reflet assez exact de la situation des chemins de fer ; il y avait un certain nombre de machines puissantes, entre autres trois machines Engerth, du Creusot, de Cockerill et de Kessler, toutes trois destinées à la France. Car on peut dire qu'avec l'Autriche, pays de l'inventeur, et la Suisse,

qui adopta ce système pour ses lignes du Centre et de l'Est, moins peut-être pour sa valeur intrinsèque que pour des questions de personnes, c'est la France qui a fait la plus forte consommation de ce genre de machines, construites en grand nombre pour les chemins de fer du Nord, de l'Est, de Lyon, du Midi et même pour une ou deux lignes secondaires.

On voyait également à l'Exposition de 1855 une machine à 8 roues accouplées, la *Wien-Raab*, le premier spécimen de ce genre de machines, tel qu'on les construit actuellement.

A côté de ces grosses machines à marchandises figurait le type antipode, la machine Crampton, en plusieurs spécimens dont quelques-uns allemands à avant-train mobile.

Les deux types, après avoir joué un rôle considérable, devaient disparaître tous les deux pour des raisons bien différentes.

A partir de 1855, on suivit le courant; les chemins de fer qui n'avaient pas adopté le système Engerth firent des machines à quatre essieux couplés, tandis que d'autres, revenus de leur engouement primitif, détachaient le tender des machines Engerth pour en faire des machines à 8 roues couplées; cette transformation donna lieu entre ingénieurs éminents à des polémiques qu'on retrouvera dans les recueils scientifiques de l'époque.

Mais la machine Engerth était condamnée.

Ce serait ici une magnifique occasion d'émettre des réflexions philosophiques sur le peu de stabilité des choses de ce monde en général et des types de locomotives en particulier; en effet n'est-il pas curieux de voir la machine Engerth, qui trônait à l'Exposition de 1855, après avoir supplanté les quatre machines du concours du Sëmmering, complètement disparue aujourd'hui, sans qu'on puisse en trouver de trace à l'Exposition de 1878, alors qu'on y voit figurer, soit en nature, soit en dessins, les machines Meyer et Fairlie (la première était à Vienne en 1873) qui sont les héritières directes des machines *Wiener Neustadt* et *Seraing* du concours de 1852.

Cette singulière coïncidence est loin d'être unique.

La machine à crémaillère de Blenkinsop a précédé les machines à adhérence; supplantée par celles-ci, dans des conditions, il est vrai, où elle avait peu de raisons d'être, elle est, après cinquante ans d'oubli, ressuscitée par l'ingénieur suisse Riggenbach et paraît appelée à fournir cette fois une belle carrière pour des cas spéciaux

qui se rencontreront plus souvent qu'on ne serait peut-être tenté de le croire. Il n'est pas jusqu'à la primitive machine à béquilles de Brunton qui ne figure, rajeunie, à l'Exposition de 1878.

On se tromperait étrangement en ne voyant dans ces retours de fortune que mode ou caprice, bien que, pas plus qu'autre chose, la construction des machines ne soit exempte d'engouement, témoin le *Corlissicus morbus* qui sévit en ce moment au plus haut degré sur les constructeurs européens. Il y a autre chose. L'exploitation des chemins de fer forme un ensemble compacte dont les parties sont fortement reliées ensemble. Une solution isolée a peu de chance de succès, elle ne s'impose pas, elle doit venir en son temps ; le moment arrivé on lui ouvre à deux battants des portes que quelques années plus tôt on aurait laissé obstinément fermées devant elle. Cela se conçoit : des difficultés d'emploi s'atténuent avec l'usage, certains inconvénients disparaissent vis-à-vis d'avantages dont l'importance s'accroît avec les circonstances. Le condenseur à surface de Hall eut peu de succès avec les machines à basse pression pour lesquelles il présentait le minimum d'avantages ; on fut très-heureux de le retrouver lorsque l'emploi des hautes pressions en eut fait sentir le besoin.

Il faut se garder de devancer son époque. Dieu est avec les patients, dit un proverbe arabe que nous avons traduit prosaïquement par : tout vient à point à qui sait attendre ; il est à regretter seulement que bien des fois la période d'attente atteigne les limites de la longévité humaine.

En 1862, à Londres, on trouve un dérivé de la machine Engerth, la machine *Steierdorff* à adhérence totale et grande flexibilité, des machines à huit roues couplées, les machines fortes rampes et à quatre cylindres de Petiet qui produisirent une si singulière impression sur les Anglais. On y voyait également des tentatives isolées, comme on en trouve à toutes les expositions, tentatives qui, sans être exemptes de mérite, ne laissent souvent pas de trace matérielle et disparaissent pour ne plus reparaître ; ce sont des comètes à période infinie dans le firmament des locomotives.

La machine *Steierdorff* reparait à Paris en 1867, ce qui n'empêche pas ce type d'être abandonné puisqu'il ne paraît pas avoir été reproduit à plus de deux exemplaires et cela sur un réseau où de puissants motifs personnels devaient le recommander. On trouvait à

la même Exposition une machine à quatre cylindres du type Petiet, mais les autres machines à grande puissance de traction appartenaient toutes au système à deux cylindres et essieux parallèles, même la machine *Cantal* à cinq essieux accouplés qui ne paraît pas non plus avoir été reproduite à plus de deux ou trois exemplaires.

L'Exposition de 1867 présentait également la tendance bien accusée du renforcement des machines, qu'on aurait appelées mixtes dans l'ancienne classification, et qui sont simplement des machines à voyageurs destinées à la traction rapide de trains express lourds, ou à la traction de trains ordinaires de voyageurs sur des profils un peu accidentés. Ces machines ont deux essieux accouplés portant des roues de grand diamètre, atteignant et dépassant même 2 mètres, et pesant jusqu'à 32 tonnes. Il y avait même une machine du chemin de fer du Midi à trois essieux couplés, pouvant recevoir, pour le service des voyageurs, des roues de 1,600. Cette Exposition contenait une machine de la Société de Saint-Léonard, à Liège, destinée à un chemin de fer espagnol, et munie d'un avant-train mobile ou *bogie*; ce type de machines, originaire d'Amérique, est très-employé en Allemagne et surtout en Autriche. A cette exposition figure, pour la première fois, une machine venant des Etats-Unis, et du type classique de ce pays.

De l'Exposition de 1867, date la disparition, au moins officielle, de la machine à roues indépendantes; ce type ne figure plus que dans l'exposition anglaise, mais même au delà de la Manche, son existence est menacée.

A Vienne, en 1873, on trouve un nombre considérable de machines à quatre essieux accouplés, et des machines à deux essieux couplés avec avant-train mobile. On peut citer, comme exception, la machine Meyer à six essieux accouplés avec deux trucks et quatre cylindres.

A partir de cette époque, la classification des machines s'établit nettement; dans les pays accidentés on se sert, pour les trains de voyageurs, de machines à six roues couplées; pour les trains de marchandises, de machines à huit roues couplées; dans les pays où les déclivités sont moindres, les machines à quatre roues couplées servent à la traction des express et des trains de voyageurs ordinaires; les machines à six et huit roues couplées font le service des marchandises suivant les sections. Les machines-tenders ne sont employées par les grandes Compagnies que comme machines de

banlieue et de gare, sauf exception bien entendu. Au contraire, les Compagnies d'intérêt local se servent exclusivement de machines-tenders, généralement à six roues couplées, pour tout leur service.

Ces dispositions, avec des charges par essieu de 8 à 9 tonnes pour les petites lignes, et de 12 à 13,5 pour les grandes, qui font un usage de plus en plus considérable des rails d'acier, permettent d'obtenir des poids adhérents de 24 tonnes au moins, pouvant atteindre 50 tonnes, et par conséquent de réaliser des efforts de traction de 3,500 à 7,500 kilogrammes sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à des arrangements mécaniques spéciaux.

Nous n'avons cherché ici qu'à retracer à grands traits les modifications générales éprouvées par les locomotives pendant une période de trente années, laissant entièrement de côté les progrès incessants dans les détails que les expositions successives n'ont cessé de nous montrer. Progrès dans la construction proprement dite, dans les appareils de combustion, de vaporisation, d'alimentation, de distribution, etc., dans les moyens d'arrêt et de ralentissement, etc., dont la simple nomenclature nous aurait entraîné à des développements inadmissibles dans un travail de ce genre.

Il est cependant un point de vue que nous ne saurions passer sous silence, c'est celui de l'amélioration de la locomotive en tant que machine à vapeur. Dans cet ordre d'idées, nous ne pouvons signaler qu'un certain nombre d'appareils de détente variable, celui de Gonzenbach appliqué à la locomotive Koechlin en 1855, et la détente Guinotte exposée sur une machine belge en 1873. Ni l'un ni l'autre de ces appareils n'est passé dans l'usage.

Nous voici maintenant arrivés à l'Exposition de 1878.

Suivant un usage consacré par plusieurs précédents, le catalogue officiel contient une notice sommaire rédigée par les soins du comité d'installation, et qui, à la suite de quelques renseignements statistiques, donne un aperçu des progrès réalisés depuis la dernière Exposition.

Cet aperçu ne se compose que de quelques lignes que nous reproduisons :

« Pour les machines locomotives, les progrès portent principalement sur l'emploi plus étendu des machines à quatre roues couplées de grand diamètre, pour le remorquage à grande vitesse de trains plus lourds que les trains anciens.

« Si nous entrons dans le détail de la construction des machines, nous signalerons :

« 1° La substitution de l'acier au fer, dans un grand nombre de pièces de l'organisme des machines ;

« 2° La substitution du changement de marche à vis au changement de marche à levier ;

« 3° L'emploi de la contre-vapeur ;

« 4° Les roues forgées en fer étampées d'une seule pièce ;

« 5° Enfin l'appropriation des foyers à la consommation du combustible tout-venant. »

Cette notice rédigée, comme on le voit, avec une extrême réserve et conçue dans les termes les plus vagues ne paraît pas devoir fournir beaucoup de lumières sur les points saillants de l'Exposition de 1878.

Il nous a paru intéressant de rechercher l'impression des Anglais sur cette partie de l'Exposition qui est pour eux d'une importance capitale ; la locomotive est, on le sait, pour nos voisins une création britannique.

L'*Engineering*, le recueil technique le plus répandu peut-être du monde entier, après avoir dit (numéro du 24 mai 1878) que « l'Exposition française des locomotives est une admirable représentation de la pratique courante du pays, » résume son appréciation comme suit :

« Un point remarquable de l'Exposition de 1878 est le grand nombre de machines de tramways qui y figurent, c'est la première fois que ce genre de machines apparaît dans un concours international. On voit aussi exposées pour la première fois une machine Fairlie, et une des machines à crémaillère de M. Riggbach ; une autre nouveauté est la locomotive Compound de M. Mallet, qui figure dans la section française.

« A côté de ces « more prominent spécialities » il y a aussi beaucoup de nouveautés de détails sur lesquelles nous reviendrons à l'occasion de l'étude des sections où elles se présentent. »

Notre confrère est assez bon juge en pareille matière pour qu'on nous pardonne cette citation.

Malgré le nombre respectable des locomotives qui figurent dans les galeries du Champ de Mars et du Trocadéro, et quel que soit l'intérêt que présente l'étude de ces machines de types très-variés,

on ne peut se dissimuler qu'il serait absolument téméraire d'espérer retirer de cet examen des indications précises sur les tendances qui régissent actuellement dans les divers pays la construction des machines de chemins de fer. C'est fort aisé à comprendre. Le nombre total des locomotives exposées, si on compte seulement celles qui sont destinées à faire un service régulier de voyageurs ou de marchandises ou même des transports industriels, en laissant de côté toutefois les machines de gares, manœuvres, tramways, les voitures à vapeur, etc., qui forment une catégorie à part, est de 35 : sur ce nombre la France à elle seule en fournit dix-neuf, la Grande-Bretagne quatre, la Belgique et l'Autriche chacune trois, la Suède et la Suisse chacune deux et enfin les Etats-Unis et l'Italie chacun une.

Lorsqu'un pays expose chez lui et que tous les producteurs de la contrée prennent part au concours, on peut espérer trouver dans l'exposition une représentation à peu près fidèle de l'industrie nationale. Au contraire, lorsqu'une nation envoie deux, trois ou même quatre échantillons de sa production à une exposition plus ou moins lointaine, ce chiffre même porté au maximum est toujours hors de proportion avec le nombre de machines qui se construisent dans le pays, pour peu, bien entendu, que celui-ci ait une production sérieuse dans la branche qui nous occupe.

D'autre part, il arrivera souvent que pour des raisons de temps, d'argent, d'amour-propre, de convenances personnelles, etc., un constructeur soit conduit à envoyer à une exposition une machine qui constituera un type tout à fait exceptionnel, n'ayant aucun rapport avec la fabrication courante. C'est ce qu'on a pu constater à toutes les expositions. Combien a-t-on vu de machines ayant fait une bruyante apparition à ces grands concours et auxquelles on a pu appliquer ensuite la lamentable et laconique mention qu'emploie le bureau Veritas : *Supposé perdu faute de nouvelles?*

Pour ces raisons il ne semble pas qu'on puisse tirer de l'Exposition actuelle autre chose que des indications très-générales sur les dispositions d'ensemble et tout au plus sur quelques points de détail.

Si par exemple on considère les machines exposées au point de vue du nombre d'essieux et de l'accouplement de ceux-ci, on constate tout d'abord, ce qui était facile à prévoir d'ailleurs, l'absence totale des machines à roues indépendantes ; le nombre des essieux

accouplés varie de deux à quatre; on trouve seize machines à deux essieux couplés dont trois seulement n'ont que deux essieux et dont sept ont quatre essieux.

Il y a seize machines à trois essieux accouplés dont trois seulement plus de trois essieux et trois machines à quatre essieux accouplés dont deux en France et une construite en Belgique pour une Compagnie espagnole.

Cinq machines ont des trucks articulés Bogies ou Bissels, dont quatre ont ces trucks à l'avant et une, la machine Fairlie, en a deux.

Si des roues nous passons aux châssis, on peut remarquer tout d'abord que des types classiques pour ainsi dire jusqu'ici dans certains pays ne figurent pas à l'exposition, par exemple les machines à châssis et cylindres extérieurs avec ou sans manivelle Hall, si employées en Autriche: l'Angleterre sur quatre machines n'en a pas une à châssis extérieur.

On trouve trente et une machines à châssis intérieur et quatre à châssis extérieur, trois de ces machines ont des châssis partiellement doubles.

Sous le rapport de la position des cylindres on rencontre 29 machines à cylindres extérieurs, c'est l'immense majorité; six seulement ont des cylindres intérieurs, dont trois en France, une en Belgique, deux en Angleterre. C'est à ce point de vue que les tendances sont le plus nettement manifestées.

Vingt-trois machines ont leurs mouvements de distribution à l'extérieur, douze à l'intérieur des châssis.

Ces mouvements de distribution se classent comme suit; quatorze sont à coulisse ordinaire dite de Stephenson, dix à coulisse renversée, sept à coulisse droite dite d'Allan, trois ont la distribution Walschaerts, et enfin une machine est munie d'une distribution sans excentriques ni coulisse, d'un système fort original, appliqué récemment aux locomotives, mais ayant été proposé il y a fort longtemps pour les machines marines.

Tous les appareils de distribution employés sont des tiroirs simples, sauf un qui consiste en un système de tiroirs cylindriques à pistons.

Il ne figure pas à l'Exposition, sauf sur des modèles, d'appareils spéciaux de détente variable pour locomotives.

Si nous examinons les machines au point de vue de la position du foyer, nous trouvons treize machines avec foyer complètement en porte-à-faux, huit avec foyer placé entre deux essieux et quatorze avec un essieu placé en dessous du foyer; dans une de ces dernières, la machine envoyée des Etats-Unis, le foyer déborde au-dessus des roues.

Une seule machine présente un mode nouveau, pour les locomotives, d'emploi de la vapeur.

Enfin, quant à la disposition générale, on trouve 18 machines à tender séparé, dont 11 en France et 7 à l'étranger et 17 machines-tender dont 8 en France et 9 à l'étranger.

Bien que la réaction en faveur des machines-tender soit un des faits saillants de l'Exposition, comme on le verra plus loin, on doit faire remarquer que, s'il y a beaucoup de machines de ce genre dans les sections étrangères, cela tient en grande partie à ce que la plupart de ces machines appartiennent à des types de petites dimensions, choisis à cause du transport à distance, types qui rentrent nécessairement à cause même de ces dimensions dans la catégorie des machines-tender.

Nous sommes ici obligé de nous borner à esquisser rapidement les grandes lignes, mais nous relaterons pour chaque machine, à mesure que nous y arriverons, les particularités de détail qu'elle présente.

La classification géographique étant la plus naturelle d'abord, en tout cas la plus commode, nous commencerons l'examen détaillé des machines par la section française,

FRANCE

Les machines locomotives exposées par la France qui, comme nous l'avons dit, sont au nombre de dix-neuf, se trouvent réparties dans trois emplacements différents ; treize figurent dans la galerie annexe des machines le long de l'avenue de Labourdonnaye, une dans le bâtiment spécial du Creusot, et cinq dans les annexes du Trocadéro. Nous avons signalé déjà les critiques qu'a soulevées cette division, peu justifiée d'ailleurs ; nous n'y reviendrons pas.

Galerie de Labourdonnaye. — Cette galerie contient la partie la plus importante ; on y trouve, avons-nous dit, treize locomotives, il y en a en réalité quatorze, mais nous laissons de côté une petite machine de manœuvre qui s'écarte des types ordinaires des machines de service. Sur ces treize machines, douze appartiennent aux grandes Compagnies de chemins de fer et une est destinée à un chemin de fer d'intérêt local. Six ont été construites par les Compagnies elles-mêmes et sept sortent d'ateliers particuliers.

Sur les six grandes Compagnies, trois exposent chacune trois machines et les trois autres une seulement.

Six machines peuvent être considérées comme machines à grande vitesse ; une est destinée au service des voyageurs, mais dans des conditions spéciales (machine-pilote de l'Ouest), quatre sont des machines à marchandises, dont deux à trois essieux couplés et deux à quatre essieux couplés ; enfin il y a une machine de gare et une pour service spécial d'intérêt local.

C'est cette division par nature de service qu'il paraît le plus logique d'adopter pour l'étude que nous allons faire.

1° *Machines express.* — Nous désignons la première catégorie de machines sous ce nom, parce que ces machines font le service des trains express sur les grandes lignes dont le profil est peu accidenté; mais, contrairement à ce qui se faisait autrefois, lorsque ce genre de machines était à roues indépendantes, elles ne se bornent pas au service express, elles font également la traction des trains de voyageurs sur les lignes à rampes plus fortes des mêmes réseaux. On les a désignées, dans certaines classifications, par l'expression de machines pour trains lourds et rapides. Cette catégorie est brillamment représentée à l'Exposition; chacune des grandes Compagnies a envoyé son type; de ces types, les uns sont tout nouveaux et ont pour ainsi dire été faits à l'occasion de l'Exposition, d'autres sont plus anciens et ont déjà fait leurs preuves, mais même ces derniers ont reçu quelque modification récente, et on peut dire que les machines exposées sont la représentation fidèle des idées actuelles des ingénieurs en chef de traction des grandes Compagnies en fait de machines à grande vitesse.

Les six machines dont nous nous occupons sont toutes, bien entendu, à deux essieux accouplés; trois ont plus de trois essieux, parmi lesquelles une a à l'avant un bogie; quatre machines ont l'essieu d'arrière moteur ou accouplé, savoir, deux l'ont moteur et deux l'ont accouplé, tandis que deux autres ont des petites roues à l'arrière.

Deux machines seulement ont des cylindres intérieurs, les quatre autres les ont extérieurs.

Dans deux machines, le châssis principal est extérieur, et dans quatre il est intérieur. Mais, dans les dernières, trois ont des longerons extérieurs pour un essieu de support; de sorte qu'une seule machine peut être considérée comme ayant un châssis simplement intérieur.

Aucune des locomotives de ce genre n'a de foyer en porte-à-faux, tous les foyers sont entre deux essieux ou au-dessus d'un essieu. Ce fait s'explique par la nature du service que font ces machines.

Enfin, au point de vue des pressions, on peut dire que celles-ci sont en général modérées; dans deux machines seulement le timbre atteint 10 kilogrammes.

La planche I donne les diagrammes d'ensemble des principales machines de la section française; les locomotives express occupent les deux premières lignes.

Nous examinerons d'abord les machines à cylindres extérieurs exposées par les Compagnies d'Orléans, de Lyon, du Midi et de l'Est.

Machine d'Orléans. — Cette machine, dont la figure 1 donne la disposition générale, a été étudiée par M. Forquenot, ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer d'Orléans. Elle fait partie d'une série de dix-huit machines construites aux ateliers de la Compagnie, à Paris. Ce type est dérivé de celui qui avait été fait dès 1864 par le même ingénieur, et qui figurait à l'Exposition de 1867.

La modification essentielle qu'il a subie a été l'addition d'un quatrième essieu placé sous le foyer, à l'arrière de celui-ci, pour diminuer un peu la charge de l'essieu à grandes roues d'arrière, et surtout augmenter la stabilité de la machine aux grandes vitesses par la suppression du porte-à-faux du foyer et l'augmentation de la base de la machine. On avait d'abord simplement ajouté à l'arrière du longeron des plaques de garde pour saisir l'essieu additionnel par des boîtes à graisse intérieures; mais on a cru préférable d'éloigner ces boîtes du foyer, tant à cause de la chaleur que par suite du défaut de place, et on a rapporté des portions de châssis extérieur pour l'essieu de support d'arrière. Une disposition analogue avait été employée pour la transformation de machines du chemin de fer de Lyon, dont l'essieu porteur d'arrière avait été reporté sous le foyer; une de ces machines figurait à l'Exposition de 1867.

Les dimensions principales de cette machine sont données dans le tableau général; nous nous bornerons donc à une description rapide, en insistant seulement sur les points les plus caractéristiques.

La chaudière, timbrée à 9 K^o, est en tôle de fer, le foyer est du système Tenbrinck, adopté généralement par la Compagnie d'Orléans, avec bouilleur en cuivre, trémie de chargement, clapets de prise d'air et grille en éventail avec gradins latéraux.

Le rivetage de la chaudière est fait à la machine Tweddel.

Les tubes sont en laiton, la cheminée est en tronc de cône, le régulateur à tiroir incliné, avec tringle extérieure, est dans un dôme

placé au milieu de la chaudière ; il y a deux soupapes de sûreté ordinaires et une soupape à ressort à charge directe.

Le châssis est intérieur, comme nous l'avons dit, avec deux longeronnets extérieurs pour l'essieu porteur d'arrière. Les essieux accouplés ont leurs boîtes chargées de chaque côté par un balancier attaché en son milieu à un ressort dont les extrémités portent les tiges de suspension reliées au châssis, cette disposition divise la charge à peu près également entre les deux essieux accouplés ; cette charge est de près de treize tonnes pour l'essieu le plus chargé ; avec l'emploi des rails d'acier, on se résigne aujourd'hui à ces charges même pour des machines à grande vitesse.

Les essieux porteurs ont chacun deux ressorts latéraux.

Les boîtes à graisse de ces essieux sont munies de plans inclinés pour faciliter l'entrée en courbes.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux, les tiroirs placés au-dessus avec double inclinaison ; ils sont actionnés par des coulisses renversées ; la manœuvre du changement de marche est à vis ; l'arbre de relevage général est en dessous, commandé par un mouvement de sonnette supporté à la partie supérieure du longeron ; cette disposition est nécessitée par la présence de la partie inférieure du corps cylindrique qui descend très-bas entre les roues. Comme particularité, on peut citer les tiroirs en bronze phosphoreux munis, dans la partie en contact avec la table, d'alvéoles pour diminuer le frottement.

Les roues ont des contre-poids en forme de croissant venus de forge et les bandages sont fixés au moyen de rebords agrafes.

L'alimentation de la chaudière se fait au moyen d'un injecteur Bouvret et d'une pompe à deux pistons fonctionnant en sens inverse.

La machine a un abri complet avec évidements latéraux reposant à l'arrière sur les colonnettes de rampe.

Le tender est à quatre roues avec frein à vis à quatre sabots, il contient dix mètres cubes d'eau.

Cette machine doit être considérée comme un bon type de locomotive de vitesse à cylindres extérieurs. Elle réalise une vitesse effective de 63 kilomètres à l'heure avec les trains rapides de Paris à Bordeaux et peut circuler à grande vitesse sur des lignes présentant des inclinaisons de 10 à 16 millièmes avec courbes de 300 à 500

mètres de rayon. Elle est admirablement étudiée dans tous ses détails. Nous ne parlerons pas de l'exécution matérielle; tout au plus serions-nous porté à critiquer l'exagération du fini; une machine semblable n'avait pas besoin de mise en scène.

Machine de Lyon. — La machine exposée par la Compagnie de Paris-Lyon Méditerranée, et représentée figure 3, offre une grande analogie avec la précédente. Elle a passé par les mêmes modifications successives. Cette machine a été construite dans les ateliers de la Compagnie à Paris.

La chaudière construite pour 10^k, bien que timbrée seulement à 9^k, est en tôle de fer, et diffère notablement de celle de la machine d'Orléans; le foyer est beaucoup plus grand, la grille a 2,117 de longueur au lieu de 1,554; c'est une grille ordinaire très-inclinée avec une petite grille mobile à l'avant; le ciel du foyer est entretoisé avec l'enveloppe qui est de forme carrée, par des tirants verticaux en acier perforés et ouverts à l'intérieur du foyer; il y a des entretoises horizontales pour maintenir les parois verticales en dessus du foyer. Ces dernières sont posées avec double écrou de chaque côté, un en dedans, un en dehors, elles sont aussi perforées, mais ouvrent à l'extérieur; la partie supérieure de l'enveloppe présente sur les côtés des portes de regard pour visiter et nettoyer le ciel du foyer. Les tubes en laiton ont 4,930 de longueur entre plaques, ils sont un peu plus courts que ceux de la machine d'Orléans.

Le régulateur est incliné à double tuile, placé dans un dôme posé sur le milieu du corps cylindrique, ce dôme porte deux soupapes de sûreté ordinaires.

La disposition du châssis et de la suspension est tout à fait semblable à celle de la machine d'Orléans, seulement à cause des dimensions du foyer l'essieu d'arrière se trouve plus chargé que dans la machine précédente; il porte 8 1/2 tonnes environ au lieu de 5 1/2, le poids adhérent est de 25,220 kilog, pour un poids total en service de 44,840 kilog. soit 56 0/0, tandis que le poids adhérent de la machine d'Orléans est de 24,950 pour 41,800 soit 60 0/0.

Les roues motrices et accouplées de 2,100 de diamètre sont du système dit Arbel, avec les contre-poids en croissant venus de forge.

Les essieux d'avant et d'arrière ont un jeu latéral réglé par des plans inclinés.

La disposition générale du mécanisme diffère peu de celle de la machine précédente.

Les pistons sont en fer évidés et font corps avec les tiges : leur garniture est composée de cercles en fonte logés dans les gorges. L'arbre de relevage est aussi à la partie inférieure, mais il est commandé directement par le tirant de changement de marche. La particularité essentielle de cette machine est dans les dimensions inusitées des cylindres dont le diamètre atteint 0,500 avec 0,650 de course. On doit penser que le volume considérable donné à ces organes a pour but de faire travailler la vapeur dans des conditions particulièrement économiques, en augmentant la durée de la détente. Si on cherche les valeurs relatives de $\frac{d^2 l}{D}$ (d étant le diamètre du cylindre, l la course et D le diamètre de la roue motrice) pour la machine d'Orléans et pour celle de Lyon, on trouve pour la première 1 et pour la seconde 1,23. Si on suppose le travail à faire égal pour les deux machines, le timbre étant d'ailleurs le même, la durée de l'admission supposée de 25 à 30 p. cent pour la machine d'Orléans devra être réduite à environ de 17 à 20 pour cent de la course dans la machine de Lyon.

Nous croyons que des admissions aussi faibles, loin de conduire à de bons résultats, doivent à tous les points de vue aller absolument contre le but qu'on s'est proposé; l'exagération des dimensions des cylindres ne représente donc nullement un progrès et nous sommes persuadé qu'on ne tardera pas à revenir à des dimensions plus modérées qui, adoptées tout d'abord, auraient permis de réduire notablement le poids de la machine.

La chaudière est alimentée par un injecteur vertical. La machine est munie d'un écran-abri du type ordinaire de la Compagnie de Lyon.

Le tender à six roues contient 10,2 mètres cubes d'eau, approvisionnement qui peut être porté à 12 mètres cubes. Le frein est à six sabots avec commande à vis et double écrou système Delpech, disposition qui permet une avance rapide des sabots jusqu'au contact et une grande puissance de serrage à partir du contact.

En résumé on peut dire que cette machine diffère de la précédente par des modifications que nous ne saurions considérer comme très-heureuses, exagération des dimensions du foyer et des cylin-

dres conduisant à l'exagération du poids de la machine. C'est la plus pesante des machines express exposées ; il y a, paraît-il, 60 machines de ce type en service ; elles traînent, dit la notice de la Compagnie, à la vitesse de 50 kilomètres des trains directs de 190 tonnes et à 70 kilomètres des trains rapides de 105 tonnes sur des profils à rampes de 5 millièmes. Nous ferons, quant à l'exécution, la même observation que pour la machine d'Orléans.

Machine de l'Est. — Ce type de machines, figure 6, a été fait pour remplacer le type Crampton employé sur les chemin de fer de l'Est pour la traction des trains rapides et devenu insuffisant depuis que la charge de ces trains a augmenté, comme sur les autres lignes. Bien qu'il existât déjà depuis longtemps des machines à 2 essieux couplés, ayant l'essieu moteur à l'arrière du foyer, notamment sur le Grand Central Belge, où ce type a été introduit à une époque déjà ancienne, on ne peut contester que la machine Crampton n'ait servi de point de départ à l'étude de la machine de l'Est ; on trouve en effet dans celle-ci, en dehors des points communs avec la machine belge et la machine du Midi, dont nous parlerons plus loin, la disposition caractéristique du châssis composé de longerons intérieurs pour les grandes roues et de longerons extérieurs pour les petites, ces deux cours de longerons fortement entretoisés et comprenant entre eux les cylindres dont l'attache devient dès lors très-facile. Mais on aurait tort, comme on a cherché à le faire, de vouloir, pour ce seul point de contact, conserver à ces machines le nom de Crampton, alors qu'elles ne peuvent, vu la présence d'un second essieu à grandes roues, avoir l'avantage capital des vraies Crampton, l'abaissement de la chaudière qu'avait permis de réaliser le rejet de l'unique essieu à grandes roues derrière la boîte à feu.

L'axe de la chaudière est, en effet, dans les machines de l'Est, aussi relevé que dans les types à cylindres intérieurs, que nous examinerons plus loin, et il était très-facile de réduire cette hauteur en modérant un peu le diamètre des grandes roues.

Celles-ci ont 2,300, diamètre des roues des anciennes Crampton, c'est le plus grand diamètre qu'on rencontre à l'Exposition. Son emploi a conduit à diverses dispositions gênantes, par suite de l'élévation exagérée du foyer dont la partie supérieure arrive à 2,88

au-dessus du rail et à 1,60 au-dessus de la plate-forme du machiniste.

On sait que les Anglais sont revenus des très-grands diamètres de roues ; quant aux Américains, qui atteignent cependant de belles vitesses, ils n'ont jamais employé, si ce n'est exceptionnellement, que des diamètres que nous trouverions très-faibles.

Le type de l'Est aurait gagné beaucoup à être monté sur des roues de 2 mètres, le nombre des oscillations des pistons en aurait été augmenté dans le rapport de 100 à 115, à développement égal des roues ; c'est absolument insignifiant.

La machine exposée fait partie d'un lot de 10 construites aux ateliers de la Compagnie à Épernay.

La chaudière est en tôle de fer timbrée à 9 kil.

Le foyer est carré, relié à l'enveloppe par des tirants verticaux en fer vissés dans les tôles et retenus en outre par des écrous ; les entretoises horizontales sont en cuivre percées jusqu'à la moitié de la longueur.

La grille destinée à brûler des combustibles menus, est en trois parties, celle d'arrière, très-courte, est une sorte de sole en fonte, la seconde est formée de barreaux en fer inclinés, et la troisième est une petite grille mobile pour nettoyer le feu. La surface de grille est très-grande, 2,38 mètres carrés.

Les tubes sont courts relativement à ceux des machines précédentes, ils n'ont que 3,500.

Le régulateur est du type Crampton logé dans une boîte spéciale avec tringle extérieure ; il y a en plus au milieu du corps cylindrique un dôme portant deux soupapes de sûreté. Une troisième soupape à ressort direct se trouve au-dessus du foyer.

L'alimentation se fait au moyen de deux injecteurs Friedmann.

Les roues sont du système Arbel, de 2,300 de diamètre, avon-nous dit ; les roues d'avant ont 1,350, comme dans les Crampton ; l'essieu d'avant a un jeu transversal réglé par des plans inclinés, interposés entre les coussinets et leurs boîtes.

La machine est suspendue sur les essieux à grandes roues par quatre ressorts reliés deux à deux par des mouvements de sonnettes, dont les bras sont proportionnés pour diviser la charge, de telle sorte que la pression exercée par chaque paire de roues sur le rail soit la même, malgré le poids différent des deux essieux

montés. Cette pression est de 13,500 kil., donnant un poids total adhérent de 27 tonnes, c'est 70 p. 100 du poids total, qui est de 38,500 kilogrammes, tandis que dans les types à quatre essieux, le maximum est de 60 pour 100.

Les cylindres sont pris entre le longeron intérieur et le longeron extérieur; les glissières en acier à section en T vont du cylindre jusqu'à un support fixé au longeron extérieur, et relié plus loin au longeron intérieur, disposition qui est un peu compliquée, mais qui permet de réduire la longueur des glissières, qui sans cela devraient, comme dans la machine du Midi, avoir une longueur supérieure au diamètre des grandes roues. Les tiroirs sont au-dessus des cylindres avec double inclinaison, leurs tiges sont maintenues par des guides carrés. Les pistons sont du type suédois, avec contre-tige sortant par l'avant; cette disposition est peu justifiée pour des pistons de 0,45 de diamètre, à moins qu'elle ne soit encore une réminiscence des anciennes Crampton, où ce prolongement servait à commander la pompe alimentaire.

Les tiroirs sont actionnés par des coulisses renversées.

Le mécanisme de relevage a été difficile à établir à cause de la présence de la boîte à feu; il a fallu avoir deux arbres séparés, un de chaque côté, et les relier par un coude qui embrasse la boîte à feu, et passe sous la sablière superposée à celle-ci, dans un évidement ménagé à cet effet, disposition compliquée et peu élégante, à laquelle nous préférons, sans toutefois l'admirer beaucoup, celle qui a été employée pour la machine du Midi; la meilleure est celle des machines du Grand Central Belge, où on se trouvait dans le même cas.

Les roues d'avant peuvent être pressées par un frein à sabots, avec commande à crémaillère.

La machine a un abri complet, évidé sur les côtés.

Le tender est à quatre roues, avec frein à quatre sabots commandé par crémaillère; il contient 10 mètres cubes d'eau.

La machine de l'Est est un très-bon type de machine à grande vitesse et grande traction. La position du foyer, par rapport aux roues accouplées, lui donne une grande stabilité, sans entraîner à l'exagération du poids des machines à quatre essieux. Nous nous permettons, toutefois, de trouver encore ce poids exagéré; nous ne voudrions pas dépasser 36 tonnes, dont 25 sur les roues accouplées;

on y arriverait sans doute, en réduisant le diamètre des roues motrices à 2 mètres et même à 1,93, comme dans les machines de l'Ouest, et cette réduction simplifierait bien des choses. On aurait ainsi, croyons-nous, un excellent type de machine à grande vitesse.

Machine du Midi. — Cette machine, représentée figure 4 et construite dans les ateliers de la Compagnie à Bordeaux, offre une grande analogie, au point de vue de la disposition générale, avec la machine précédente. Elle en diffère, toutefois, par beaucoup de détails et notamment par l'emploi exclusif du châssis intérieur. La suppression du longeron extérieur a simplifié la construction, mais elle a entraîné des dispositions gênantes et surtout peu élégantes, notamment pour les glissières.

La chaudière est en tôle de fer, timbrée à 9 kg. Le ciel du foyer est soutenu par des fermes posées transversalement avec disposition spéciale pour le nettoyage ; la partie supérieure de l'enveloppe est cylindrique et du même diamètre que le corps cylindrique ; le foyer a, d'ailleurs, des dimensions beaucoup moindres que dans la machine de l'Est ; la grille n'a que 1^m,70 de longueur, ce qui a permis de faire descendre le foyer entre les essieux accouplés et de lui donner une grande profondeur.

Le régulateur à tiroir avec tringle extérieure est placé dans une boîte spéciale ; il présente une particularité intéressante ; sa commande se fait au moyen d'un volant à manivelle et d'une tige filetée. Il y a sur la chaudière un dôme portant les deux soupapes de sûreté du système ordinaire.

La boîte à fumée présente à la partie inférieure une caisse pour recevoir les escarbilles avec porte au-dessous pour la vider, disposition très-employée en Allemagne et en Autriche. La cheminée est très-légèrement conique. L'alimentation se fait au moyen de deux injecteurs du système Bouvret.

Le longeron est, comme nous l'avons dit, complètement intérieur ; la suspension est faite au moyen de ressorts indépendants pour chaque essieu. Les ressorts des grandes roues sont placés à la partie inférieure très-près du sol, et les tiges de suspension de chaque ressort sont attachées l'une au longeron et l'autre à la partie inférieure du foyer. Cette disposition, à laquelle on a été contraint par la grande profondeur du foyer, a été vivement critiquée ; l'indépen-

dance des ressorts des roues accouplées rend difficile une répartition à peu près égale des charges sur les roues, et, pour notre part, nous avons quelque peine à croire que l'essieu moteur porte 13 tonnes comme celui qui est à l'avant du foyer, ainsi que l'indique la notice publiée par la Compagnie.

L'essieu d'avant a ses ressorts au-dessus, et ses boîtes à graisse sont munies de plans inclinés.

Les cylindres sont fixés au longeron intérieur à la manière ordinaire, les glissières ont une longueur énorme nécessitée par la présence de roues de 2^m,090, et acquièrent par suite des dimensions colossales, ce qui donne à cette partie de la machine un aspect peu gracieux.

Le support de glissières est une pièce fondue en cuivre jaune au lieu d'être en fer comme partout ailleurs; c'est une disposition employée d'une manière très-générale au chemin du Midi.

Les tiroirs sont au-dessus des cylindres et ont leur tige horizontale; la bielle qui la relie à la coulisse étant fort longue, l'influence de l'obliquité est peu sensible. Les coulisses sont renversées; l'installation du mécanisme de relevage présentait ici la même difficulté que dans la machine de l'Est; on a employé également des arbres indépendants pour chaque coulisse, mais ces deux arbres, au lieu d'être reliés par un coude immense entourant la chaudière, le sont par un arbre transversal posé sur celle-ci, cet arbre transversal étant lui-même commandé par le changement de marche à vis.

La machine a un abri ouvert sur les côtés supporté par l'écran d'avant et par les colonnettes de rampe.

Le tender, à trois essieux, contient 9 mètres cubes d'eau; il possède une particularité assez rare, celle d'avoir le châssis intérieur aux roues. Le frein est à vis et à six sabots, un agissant sur chaque roue.

La machine du Midi, sous réserve de quelques détails que nous avons signalés, peut être considérée comme un bon type de machine express, elle est un peu moins lourde que celle de l'Est. La notice de la Compagnie indique qu'elle peut remorquer en palier un train de 160 tonnes à la vitesse de 75 kilomètres à l'heure.

Machine du Nord. — Nous arrivons maintenant aux locomotives à cylindres intérieurs. La machine exposée par la Compagnie du

chemin du Nord et construite dans les ateliers de la Société alsacienne (André Koechlin et Graffenstaden réunis) est représentée figure 2.

Ce type avait été étudié d'après celui des machines du Great-Northern par M. Beugnot, ingénieur des ateliers Koechlin, et exécuté pour la Compagnie du Nord en 1871 ; il a été modifié en 1873 dans le but de permettre à ces machines, par l'agrandissement du foyer, de brûler du charbon tout-venant. On a obtenu ainsi des machines qui opéraient dans des conditions excellentes la traction des trains lourds et rapides sur les lignes à courbes de grand rayon du réseau du Nord. La machine exposée a été faite dans le but d'étendre la traction aux lignes à courbes de plus petit rayon et pour cela on a remplacé l'essieu porteur d'avant par un truck articulé ou bogie d'après le système employé en Amérique, en Angleterre, en Allemagne et surtout en Autriche.

La chaudière est en fer, timbrée à 10 kil. La boîte à feu est du système Belpaire, à enveloppe carrée reliée au foyer par des entretoises verticales vissées dans les tôles avec écrous extérieurs ; les tirants horizontaux sont à double écrou. La grille à barreaux inclinés avec jette-feu à l'avant n'a pas moins de 2,273 de longueur horizontale ; elle a à peu près la même surface que celle de la machine de l'Est. Les tubes ont 3,500 de longueur entre les plaques tubulaires.

Le régulateur à est tiroir dans une boîte séparée à l'avant de la chaudière ; il reçoit la vapeur d'un tube coudé contenu dans le corps cylindrique, et remontant dans un dôme placé près de la jonction du corps cylindrique à l'enveloppe du foyer. Ce dôme porte une des soupapes de sûreté, l'autre est au-dessus du foyer.

La cheminée est tronc-conique et descend dans la boîte à fumée jusqu'à une faible distance de la rangée supérieure des tubes ; l'ouverture du tuyau d'échappement se trouve ainsi descendue beaucoup plus bas que dans la généralité des machines françaises.

Le châssis est formé de deux cours de longerons comprenant entre eux les grandes roues, l'essieu moteur placé à l'avant du foyer a quatre boîtes à graisse, l'essieu accouplé placé sous le foyer n'en a que deux ; les ressorts extérieurs sont reliés ensemble par des mouvements de sonnette, comme dans la machine de l'Est ; les

boîtes intérieures de l'essieu moteur ont leurs ressorts en dessous. Les roues accouplées ont 2,100 de diamètre.

Les roues du bogie ont 1,010; elles ont chacune un ressort de suspension; le châssis du bogie a au centre une crapaudine, dans laquelle pénètre un pivot à génératrices curvilignes; ce pivot ne sert que d'axe, la charge est transmise par deux supports latéraux à glissières, disposés comme les pièces analogues des machines Engerth.

Le châssis avec traverses en fer à l'avant et à l'arrière présente une très-grande solidité. Les cylindres horizontaux avec les tiroirs placés verticalement entre eux, forment un seul bloc serré entre les longerons intérieurs.

L'essieu coudé, chargé en quatre points, comme nous l'avons vu, a ses coudes frettés; l'accouplement se fait par des manivelles extérieures et des bielles à bague sans serrage. Les tiges des tiroirs sont à guides carrés et commandées par des coulisses de Stephenson à deux flasques. Les bielles motrices ont les grosses têtes avec chappe à écrous et les petites à fourche.

La machine n'a qu'un abri-écran de très-petites dimensions.

Elle est munie d'un frein à vis agissant sur les roues d'arrière et d'une installation complète de frein à vide avec déclenchement électro-automatique dont l'examen sortirait du cadre que nous nous sommes imposé.

Cette machine pèse en service 41,600 kilogrammes, dont 27,200 ou 65 pour 100 servent pour l'adhérence.

Le tender à quatre roues contient 8 mètres cubes d'eau, il y a un frein à vis à quatre sabots.

La machine du Nord est incontestablement un beau spécimen de machine à cylindres intérieurs à très-grande vitesse; elle rentre évidemment dans la catégorie des machines lourdes, et on peut discuter la convenance de l'emploi du bogie, qui n'est pas sans avoir contribué, pour sa part, à l'exagération du poids (car on n'eût pas fait porter 14,400 kilogrammes à un seul essieu porteur d'avant) pour des lignes où, en définitive, les courbes ne descendent jamais à de bien faibles rayons. Nous aurions, en tout cas, préféré l'emploi d'un Bissel, qui est plus simple. Il y a donc une distinction à faire entre le type général de la machine et sa modification par l'emploi du bogie; si on peut faire quelques réserves à l'égard de celui-ci,

nous croyons que le premier peut être considéré comme parfaitement réussi.

Machine de l'Ouest. — Cette machine, représentée figure 5, est aussi à cylindres intérieurs ; c'est la seconde modification d'un type construit pour la première fois vers 1855, et qui, sous ses trois formes, réunit actuellement, sur le réseau de l'Ouest, plus de deux cents machines à voyageurs.

La chaudière est en fer timbrée à 9 kilogrammes, le foyer a des fermes longitudinales reliées à l'enveloppe de forme circulaire et renflée par rapport au corps cylindrique.

Le foyer est peu profond, à cause de l'essieu d'arrière qui est au-dessous ; la grille, faiblement inclinée, est en deux parties, dont la plus courte est à l'arrière, contrairement à ce qui se pratique d'ordinaire.

Ces machines sont d'ailleurs destinées à consommer du combustible de bonne qualité, comme il est d'usage sur tout le réseau de l'Ouest. Les tubes ont 3,85 de longueur. La plaque tubulaire d'avant est reliée au corps cylindrique par une cornière circulaire rivée à l'extérieur de celui-ci, et servant en outre d'attache à la boîte à fumée.

Le régulateur à tiroir est dans une boîte fixée non sur le corps cylindrique, comme d'habitude, mais sur la face antérieure du dôme de prise de vapeur ; le régulateur est ainsi plus facile à visiter que s'il était dans le dôme, et, d'autre part, on n'a pas d'ouverture spéciale à percer dans le corps cylindrique.

Le dôme porte une soupape de sûreté ; une seconde est au-dessus du foyer, toutes les deux sont munies d'une ancre d'arrêt à l'intérieur pour les retenir en cas de rupture du levier ou du ressort de la balance.

Le châssis est composé de deux longerons extérieurs et d'un longeron partiel intérieur, portant une boîte pour charger le milieu de l'essieu moteur au moyen d'un ressort placé en dessous ; les ressorts des boîtes extérieures sont tous indépendants et placés au-dessus des longerons.

Les boîtes à graisse sont en acier coulé, et l'essieu moteur est à coude simple du système Martin, très-employé au chemin de fer de l'Ouest ; les manivelles d'accouplement situées à l'extérieur des

longerons sont calées dans le même sens que les manivelles motrices. Cette disposition, qui n'utilise pas l'accouplement au point de vue de l'équilibre des parties tournantes et conduit à l'emploi de contre-poids plus forts, a été adoptée pour prévenir l'ovalisation des fusées des essieux.

Les cylindres sont à l'intérieur avec les boîtes à tiroir et le mécanisme de distribution extérieur aux longerons.

Les tiges de piston sont fixées sur les crosses par un emmanchement à coin sans clavettes ni filetage, d'un système original ; les tiges de tiroir sont disposées avec fourreau et écrou extérieur pour éviter l'emploi de parties mortaisées ou filetées plongées dans un courant de vapeur ; tous les presse-étoupes sont à garnitures métalliques.

La distribution est faite au moyen de coulisses droites du genre Allan, avec coulisseau extérieur et attache des barres d'excentriques à l'intérieur. Le changement de marche est à vis avec support en acier coulé fixé à la chaudière. Il y a un simple écran pour protéger les agents de service.

Le tender est relié à la machine par un attelage spécial avec tendeur à double rochet, chaînes de sûreté à ressorts en rondelles d'acier, et tampons doubles ; ces dispositions ont pour but de produire un serrage énergique qui tend à solidariser les mouvements de la machine et du tender, tout en permettant sans trop de difficulté le passage dans les courbes de petit rayon des gares et des dépôts.

Le tender contient 6,300 litres d'eau, il est à quatre roues avec frein Stilmant à quatre sabots.

Cette machine étudiée par M. l'ingénieur en chef Mayer et construite par la Société des Batignolles (ancienne maison Gouin) est d'un poids modéré, 36,000 kilogrammes dont 24,900 ou 69 pour cent sont utilisés pour l'adhérence. Elle a des roues de 1,93 seulement ; c'est le plus petit diamètre des machines express françaises de l'Exposition, et c'est bien suffisant à notre avis. Ce type réunit les avantages des machines à cylindres intérieurs comme stabilité, avec ceux des machines à cylindres extérieurs comme facilité de surveillance et de nettoyage, et on ne pourrait guère lui reprocher que les dimensions un peu faibles de la chaudière, ce qui n'a d'ailleurs qu'un peu d'influence avec des combustibles de choix.

Nous nous sommes étendu longuement déjà sur les machines express, mais pour compléter cette étude et tirer tout le profit possible de la bonne fortune qui a réuni au Champ de Mars tous les types de ce genre appartenant aux grandes Compagnies françaises, il est nécessaire de comparer entre eux les éléments de production et d'utilisation de la vapeur que possèdent ces machines dont la puissance et la nature de service sont sensiblement les mêmes. La seule distinction à faire serait la nature du combustible employé, et c'est là en partie la cause de certaines différences que nous trouverons.

Au lieu donc de nous borner à reproduire des dimensions que nous n'aurions eu que la peine de copier dans les documents fournis par les Compagnies exposantes, nous avons composé le tableau A (voir à la fin) qui, pour les six machines décrites, contient, outre les dimensions intéressantes, les principaux rapports de ces dimensions entre elles, ainsi que certaines expressions composées qui peuvent servir d'indication utile pour la question qui nous occupe. Nous citerons entre autres les rapports de la surface de chauffe au volume du foyer, à la section de passage des tubes, à la surface du niveau d'eau, au volume des cylindres, etc. On verra combien certains de ces rapports diffèrent d'une machine à l'autre, ce qui conduirait à conclure, soit dit en passant et sous réserve de l'observation ci-dessus, ou que l'influence de ces rapports est insignifiante ou que l'étude en est encore à faire.

L'inspection du tableau montre également quelles sont, pour la machine de Lyon, les conséquences de l'exagération des dimensions de cylindres que nous avons signalée. En effet, dans cette machine seule, le rapport de l'effort de traction calculé à la manière ordinaire, à l'adhérence comptée au sixième du poids dépasse l'unité ; il atteint la valeur de 1,08, tandis que pour la machine d'Orléans il n'est que de 0,89, et descend même à 0,72 pour la machine du Midi.

On demande également dans la machine de Lyon un travail bien plus considérable à la chaudière, et cela, en vue d'une utilisation supposée meilleure de la vapeur, puisque chaque mètre carré de surface de chauffe réduite doit fournir un effort de traction de 94,5 kilogrammes, tandis qu'on ne demande que 73,10 à la machine d'Orléans et 84,90 à la machine de l'Ouest, dont nous avons signalé

la faible surface de chauffe relative. Nous n'insisterons pas sur ces points, laissant au lecteur qui voudra creuser la question, le soin de commenter les chiffres du tableau que nous mettons sous ses yeux.

2° *Machines à voyageurs.* — Nous n'avons à placer sous cette dénomination que la machine de l'Ouest, désignée sous le nom de machine-pilote, parce qu'elle a été combinée pour faire ce dernier service aussi bien que la traction de trains de voyageurs, notamment sur les lignes de banlieue.

Cette machine, représentée figure 8 et construite par la Compagnie de Fives-Lille, est semblable pour la plus grande partie à la machine de banlieue de la Compagnie de l'Ouest; toutefois la machine a été allongée par l'arrière et a reçu un quatrième essieu placé sous le foyer, ce qui a permis de donner aux caisses à eau la capacité d'un tender ordinaire de la Compagnie de l'Ouest, soit 6,500 litres et d'installer les agrès nécessaires au service spécial que cette machine pouvait être appelée à faire. Les deux essieux porteurs ont été munis de plans inclinés avec boîtes à graisse pour parer aux conséquences de l'augmentation d'écartement des essieux extrêmes. La machine devant marcher dans les deux sens, surtout lorsqu'elle fait fonction de machine-pilote, a reçu un abri fermé à l'arrière. La construction ne différant pas de celle de la machine de banlieue, nous nous bornerons à inscrire ici les principales dimensions :

Surface de grille.	1 ^m 37 cent.
Surface de chauffe directe	6 04
— — des tubes.	93 62
— — totale.	99 66
Timbre de la chaudière.	8 ^{kg} 50
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail.	1 ^m 795
Diamètre des cylindres	0 42
Course des pistons.	0 56
Diamètre des roues motrices	1 63
— — de support.	1 12
Ecartement des essieux extrêmes	5 10
Longueur hors tampons	9 77

Poids de la machine vide	33.500 kil.
— — en service	44.400
Poids adhérent.	24.600

Cette machine présente, à notre avis, un très-grand intérêt ; elle peut rendre des services comme machine de secours, mais elle nous paraît surtout constituer une tentative pour revenir à l'emploi des machines-tender pour le service des voyageurs sur les grandes lignes, emploi auquel des insuccès célèbres avaient fait généralement renoncer. Elle est parfaitement apte à ce service, et si on obtient, ce qui n'est pas douteux, avec cette machine pesant 44,400 kil. en service, et contenant 6,500 litres d'eau, le même effet qu'avec une machine qui pèserait, pour le même poids adhérent, 35,000 kil. plus un tender de 22,500 kil. comme ceux de l'Ouest, total pour le moteur 57,500 kil., on gagne un poids de 13 tonnes soit 22 p. 100 : le bénéfice n'est pas négligeable. Il semble naturel de profiter de l'adjonction, nécessitée par une raison ou par une autre, d'un quatrième essieu pour faire porter à la machine ses approvisionnements, et, à ce titre, la machine de l'Ouest mérite d'être étudiée avec soin.

3° *Machines à marchandises.* — Il y a dans la galerie de Labourdonnaye quatre machines à marchandises dont deux à trois essieux accouplés et deux à quatre essieux accouplés.

Machine à six roues accouplées, de Lyon. — Cette machine, qui n'est pas figurée sur les dessins, est le type ordinaire à six roues couplées de la Compagnie de Lyon, qui possède, dit la notice, 942 machines semblables.

Les cylindres sont extérieurs, mais le mécanisme de distribution et les tiroirs sont intérieurs, le foyer est en porte-à-faux, la distribution est faite par coulisse Stephenson avec manœuvre de changement de marche à vis.

Voici les dimensions principales :

Surface de grille.	1 ^m 34 cent.
Surface de chauffe directe	7 15
— — des tubes	108 76
— — totale	115 91
Timbre de la chaudière	9 kil.

Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail.	1 ^m 83
Diamètre des cylindres.	0 45
Distance d'axe en axe des cylindres . . .	2 09
Course des pistons.	0 65
Diamètre des roues.	1 30
Ecartement des essieux extrêmes. . . .	3 37
Longueur hors tampons.	8 27
Poids de la machine vide.	30.500 kil.
— — — en service.	34.660

Cette machine constitue un excellent type de locomotive à six roues couplées ; c'est, à notre avis, et bien qu'elle produise moins d'effet que les deux autres, la pièce la plus réussie de l'exposition de la Compagnie de Lyon.

Ces machines font le service des voyageurs sur des sections à rampes de 15 à 25 millièmes, et celui des marchandises sur des sections à rampes allant jusqu'à 20 millièmes.

Elles traînent les charges suivantes sur un profil à rampes de 20 millièmes : à la vitesse de 25 kilomètres, des trains de marchandises de 115 tonnes ; à la vitesse de 35 kilomètres, des trains de voyageurs de 88 tonnes et enfin à la vitesse de 45 kilomètres, des trains de voyageurs de 67 tonnes.

Machines à six roues accouplées de l'Ouest. — Cette machine, qui n'est pas figurée sur la planche, a été construite par la Société de Fives-Lille, d'après un type adopté dès 1866 par la Compagnie de l'Ouest et réunissant déjà 188 machines semblables.

Les cylindres sont extérieurs, avec les tiroirs et le mécanisme de distribution extérieurs. La coulisse, du type renversé, présente une disposition exceptionnelle ; elle est guidée à ses deux extrémités pour éviter tout déplacement latéral. Le foyer est en porte-à-faux. On rencontre dans cette machine la plupart des détails de construction que nous avons signalés à propos des deux autres types de la même Compagnie, le régulateur, l'attache de la plaque tubulaire d'avant, etc.

Voici les dimensions principales de ce type qui partage les qualités du précédent, tout en présentant plus de facilités d'accès pour le mécanisme.

Surface de grille.	1 ^m 41 cent.
Surface de chauffe des tubes.	129 42
— — directo.	8 10
— — totale	137 52
Timbre de la chaudière.	9 kil.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail	2 ^m 00
Diamètre des cylindres.	0 46
Course des pistons.	0 64
Distance d'axe en axe des cylindres. . .	2 040
Diamètre des roues.	1 420
Ecartement des essieux extrêmes. . . .	3 700
Longueur à l'extérieur des tampons. .	8 560
Poids de la machine vide.	32.600 kil.
Poids en service.	36.500

Machine à huit roues accouplées de Lyon. — Cette machine, représentée figure 9, a été construite en 1874, dans les ateliers de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée et fait partie d'une série de quatre-vingt-quatorze machines qui sont employées sur les parties du réseau de cette Compagnie, présentant des rampes de 25 à 30 millièmes.

Le foyer est en porte-à-faux, les tubes ont une grande longueur 5,360. La grille est inclinée avec jette-feu, et desservie par deux portes de chargement. Le régulateur, placé dans un dôme sur l'avant du corps cylindrique, est à double tuile.

Les essieux d'avant et d'arrière ont un jeu transversal pour faciliter le passage dans les courbes de 180 à 200 mètres de rayon et, dans le même but, les tourillons correspondants des bielles d'accouplement ont des portées sphériques; des balanciers répartissent la charge entre les essieux voisins; les longerons sont coudés auprès du foyer de manière à permettre d'élargir celui-ci au delà de l'écartement intérieur des roues.

Les pistons ont, à cause de leur très-grand diamètre, des contretiges qui font corps avec eux et avec les tiges motrices. Les tiroirs sont au-dessus des cylindres et la distribution à coulisse renversée à son mécanisme extérieur.

L'alimentation se fait au moyen d'un seul injecteur vertical de

11 ^m/_m. L'appareil de contre-vapeur est du système de la Compagnie de Lyon avec injection de vapeur et d'eau à réglages séparés.

Voici les dimensions principales :

Surface de grille	2 ^m 08 cent.
Surface de chauffe des tubes.	189 77
— — directe	9 71
— — totale.	48. 199
Timbre de la chaudière	9 kil.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail.	1 ^m 99 cent.
Diamètre des cylindres.	0 54
Course des pistons.	0 66
Distance d'axe en axe des cylindres.	2 10
Diamètre des roues.	1 26
Écartement des essieux extrêmes.	4 05
Longueur à l'extérieur des tampons	9 838
Poids de la machine vide.	45.300 kil.
— — en service.	51.700

Cette machine peut traîner sur les rampes extrêmes de 30 millièmes des trains de marchandises de 157 tonnes à la vitesse de 15 kilomètres et des trains de voyageurs de 85 tonnes à la vitesse de 30 kilomètres.

La machine exposée présente une particularité intéressante ; c'est un appareil respiratoire du système Galibert formé d'un réservoir d'air placé au-dessus de l'abri ; ce réservoir est composé de deux caisses de 250 litres de capacité chacune ; ces caisses reçoivent des tuyaux de caoutchouc terminés par des embouchures destinées, l'une au mécanicien, l'autre au chauffeur ; le renouvellement de l'air se fait par un aspirateur Giffard. Cet appareil est destiné à permettre aux agents de respirer plus facilement dans les tunnels, et à prévenir dès lors le retour de certains accidents qu'on a eu à constater.

Machine à huit roues accouplées d'Orléans. — Cette machine, construite et exposée par M. Claparède et C^{ie}, fait partie d'une commande de 15 machines faite en 1877 par la Compagnie du chemin de fer d'Orléans.

Elle a une grande analogie avec la précédente, mais les dimen-

sions de la chaudière sont un peu moindres ; le foyer, du système Tenbrinck, est plus étroit et ne nécessite pas l'emploi des longerons coudés. Les cylindres sont plus petits et le poids total est notablement moindre, ainsi que, par suite, la charge maxima des essieux, qui ne dépasse pas sensiblement 13 tonnes, tandis qu'elle atteint 13,700 kilogrammes dans la machine de Lyon.

La répartition du poids sur les essieux est aussi un peu différente, et le foyer ayant plus de porte-à-faux à l'arrière, on a pu diminuer le poids du lest de la traverse d'avant qui est réduit à 700 kilogrammes.

Nous donnons ci-dessous les principales dimensions de la machine :

Surface de grille	1 ^m 674 cent.
Surface de chauffe des tubes.	193 96
— — directe	11 52
— — totale.	205 48
Timbre de la chaudière	8 kil.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail	2 ^m 00 cent.
Diamètre des cylindres	0 52
Course des pistons.	0 65
Distance d'axe en axe des cylindres.	2 143
Diamètre des roues.	1 26
Ecartement des essieux extrêmes	4 080
Longueur à l'extérieur des tampons	9 767
Poids de la machine vide.	43.150 kil.
— — en service.	48.800

Cette machine peut exercer un effort de traction à la circonférence des roues égal à 7,700 kilogrammes, l'adhérence comptée au sixième du poids étant de 8,130 kilogrammes.

4^e Machines pour services spéciaux. — Ces machines sont au nombre de deux seulement, c'est par elles que nous terminons l'étude des locomotives de l'annexe de Labourdonnaye.

Machine de gare d'Orléans. — Cette machine (figure 10) est construite et exposée par la société Cail et C^{ie}, elle est destinée au service des gares.

Le foyer est en porte-à-faux avec grille inclinée. Les roues mo-

trices sont à l'arrière et chargées au moyen de ressorts latéraux communs avec les roues du milieu. Les tiroirs sont inclinés au-dessus des cylindres et commandés par des coulisses renversées avec mécanisme disposé à l'extérieur. Les caisses à eau sont placées latéralement.

Il semble qu'on aurait pu mettre l'essieu moteur au milieu, ce qui, en laissant encore aux bielles motrices une longueur suffisante, aurait permis de ramasser et d'alléger le mécanisme.

Voici les dimensions de cette machine.

Surface de grille	0 ^m 93 cent.
Surface de chauffe de tubes.	80 24
— — directe	4 93
— — totale	85 17
Timbre de la chaudière	8 kil.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail.	1 75
Diamètre des cylindres	0 40
Course des pistons.	0 46
Distance entre les axes des cylindres	2 074
Diamètre des roues	1 05
Ecartement des essieux extrêmes	2 60
Longueur à l'extérieur des tampons	8 134
Capacité des caisses à eau.	2.000 lit.
Poids de la machine vide.	26.800 kil.
— — en service.	32.190

Machine Compound pour chemins de fer d'intérêt local. — Cette machine, figure 11, construite par la Société anonyme des ateliers de construction de Passy, d'après un type étudié pour le chemin de fer de Bayonne à Biarritz, qui emploie exclusivement des machines de ce genre, est une locomotive tender à six roues accouplées d'un système tout particulier. Les cylindres sont de diamètre différent et sont mis en relation ensemble et avec la chaudière par un appareil spécial, de telle sorte que la machine peut fonctionner à volonté comme machine Compound ou comme machine ordinaire; on emploie ce dernier mode de fonctionnement au démarrage ou lorsqu'on a besoin de développer un effort de traction considérable, par exemple pour remonter une rampe.

La machine exposée présente quelques perfectionnements par rapport aux premières locomotives Compound du chemin de Biarritz qui ont déjà été décrites dans diverses publications ; le tiroir de démarrage est muni d'un détendeur automatique qui modère la pression dans le grand cylindre, lors de la marche avec admission directe sur les deux pistons, et l'appareil de changement de marche présente une disposition qui permet de varier à volonté la durée de l'introduction dans les deux cylindres séparément de manière à réaliser l'expansion de la vapeur dans les meilleures conditions.

Le foyer est placé au-dessus de l'essieu d'arrière, la grille a de grandes dimensions relatives et les tubes sont courts de manière à n'exiger qu'un tirage modéré. L'essieu moteur est au milieu, les tiroirs sont au-dessus des cylindres et commandés par des coulisses de Stephenson. Les caisses à eau sont placées latéralement. L'échappement est fixe mais de forme annulaire, disposition essayée, il y a trente ans déjà, au chemin de fer d'Orléans et qui est en réalité fort efficace au point de vue du tirage.

Voici les dimensions principales :

Surface de grille	1 ^m 26 cent.
Surface de chauffe des tubes.	51 00
— — directe	5 70
— — totale.	56 70
Timbre de la chaudière	10 kil.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail	1 ^m 86 cent.
Diamètre du petit cylindre	0 28
— du grand cylindre.	0 42
Course des pistons.	0 55
Distance entre les axes des cylindres	1 95
Diamètre des roues	1 20
Ecartement des essieux extrêmes	2 70
Longueur à l'extérieur des tampons	7 50
Capacité des caisses à eau	2.500.lit.
Poids de la machine vide	20.400 kil.
— — en service	24.000

Ce type de machine, qui est employé, sur le chemin de fer de Bayonne à Biarritz, les jours d'affluence, très-nombreux en été, remorque des trains de 100 tonnes, à la vitesse de 35 kilomètres à

l'heure, sur un profil qui comporte, dans un tiers de sa longueur, des inclinaisons de 15 à 16 millièmes ; ce n'est d'ailleurs pas là la limite de sa force. Le principe de son fonctionnement lui assure une grande puissance de démarrage, avec la facilité de donner un coup de collier prolongé, en même temps qu'une marche très-économique dans les conditions ordinaires.

La machine exposée a été déclarée, d'un commun accord, une des rares nouveautés que présente l'Exposition des locomotives. Toutefois, beaucoup de personnes ont pu la considérer comme une tentative, intéressante sans doute, mais isolée et destinée probablement à renforcer la pléiade des étoiles filantes, à laquelle il a été fait allusion au début de cette étude.

Nous sommes assurément dans une situation un peu délicate pour insister beaucoup sur ce sujet dans un travail de ce genre ; néanmoins, il nous paraît indispensable d'expliquer que la locomotive exposée est la douzième machine neuve, établie sur ce principe par l'auteur, depuis deux ans ; de ces douze machines, qui avaient parcouru, à la fin de 1878, environ deux cent quarante mille kilomètres, neuf sont employées sur deux chemins de fer qui ne se servent pas d'autres systèmes : le premier, celui de Bayonne à Biarritz, est la ligne d'intérêt local dont les recettes sont les plus élevées en France : 32,500 francs par kilomètre ; l'autre est le premier chemin de fer à voie étroite de grande longueur établi en France sur accotement de route, le chemin d'Haironville à Triaucourt, dans le département de la Meuse.

Les résultats économiques ont été des plus satisfaisants : du 2 juin 1877 au 2 juin 1878, pour un parcours total de 123,000 kilomètres, la consommation des trois machines du premier type du chemin de fer de Bayonne à Biarritz (machines construites au Creusot et pesant 19,5 tonnes en service), ressort à 3,82 kilogrammes par kilomètre sans aucune défalcation ; la consommation minima a été atteinte en décembre 1878 ; elle est en effet descendue, pour la machine n° 2, à 3,07 kilogrammes par kilomètre pour un parcours de 4,818 kilomètres. Nous ne croyons pas qu'il existe de chemin de fer à voie normale où, quelque faible que soit le trafic, la consommation brute descende au-dessous de 4 kilogrammes par kilomètre.

Bien que des applications même importantes faites sur des lignes secondaires risquent fort de laisser les grandes Compagnies indiffé-

rentes ; quelques-unes de celles-ci, tant en France qu'à l'étranger, ont paru s'intéresser à la question et ont commencé, sur une petite échelle, l'expérimentation du système Compound. Il est permis de croire que celui-ci aura, à la prochaine Exposition internationale, un tout autre rôle qu'à celle de 1878, où il n'aura guère paru que pour prendre date. La confiance que nous manifestons peut paraître téméraire en présence de l'accueil peu chaleureux que le jury international a fait à la locomotive Compound ; mais on sait que les jurys se croient obligés à beaucoup de réserve à l'égard des nouveautés. Au moment où les machines Compound, fixes et marines, ont occupé une place si brillante à l'Exposition de 1878, il n'est peut-être pas inutile de rappeler que la première machine fixe à cylindres de diamètres différents, réservoir intermédiaire et manivelles à angle droit, et la première machine marine du même système qui aient paru à une exposition internationale, celle de 1867, non-seulement ne reçurent que des récompenses insignifiantes, mais encore furent à peine mentionnées dans les rapports officiels du jury.

Mais à défaut de récompenses d'un ordre élevé, récompenses qui ont, comme nous le verrons plus loin, été si parcimonieusement mesurées à la classe 64, nous basons notre confiance sur l'opinion d'ingénieurs dont l'autorité est incontestée ¹, et surtout sur la haute récompense dont l'auteur a été honoré par le premier corps savant du monde, l'Institut de France ².

Avant de quitter la galerie de Labourdonnaye, nous signalerons, parmi les modèles exposés, celui d'une machine pour voie d'un mètre projetée par M. Edmond Roy. Cet ingénieur s'est proposé de

1. « Les locomotives sont restées jusqu'à présent en dehors du grand progrès introduit d'abord dans les machines fixes (système de Woolf), et plus récemment dans les bateaux à vapeur (machines Compound) ; M. A. Mallet a eu récemment l'heureuse idée d'étendre l'application du principe à la locomotive, en conservant sa disposition générale, c'est-à-dire en faisant agir les deux pistons, de diamètres inégaux, sur deux manivelles à angle droit. La dissymétrie ne paraît pas incompatible avec une bonne allure de la machine, et une notable économie de combustible est au moins très-probable. » (Couche, *Voie, Matériel roulant et Exploitation technique des chemins de fer*, tome troisième, page 749.)

2. « En décernant à M. Mallet le prix Fourneyron pour 1877, » dit le rapport de la Commission, composée de MM. Phillips, Morin, Rolland et Tresca, « l'Académie a surtout eu en vue de récompenser une tentative qui a pour objet de faire profiter les machines locomotives des avantages déjà reconnus, dans l'application aux machines marines, du système Compound, qui a constitué, sans aucun doute, une des grandes améliorations de ces dernières années. »

faire une locomotive d'une certaine puissance pour circuler dans des courbes de petit rayon, en ne chargeant les rails que de 6 tonnes par essieu. Cette machine présente plusieurs particularités ; le tender fait partie de la machine, mais il peut en être séparé facilement ; il est supporté par une paire de roues, avec boîtes à glissières obliques ou boîtes radiales, système inventé par M. Roy en 1856¹, et récemment perfectionné par lui par l'addition de plans inclinés qui donnent à l'essieu qui en dépend une action directrice. Le foyer est muni d'un appareil carbonisateur et d'un écran tubulaire pour obtenir la combustion sans fumée des charbons tout-venant. La machine a cinq essieux, dont quatre accouplés ; elle est disposée pour marcher tender et foyer en avant, à l'inverse de ce qui se pratique habituellement, à cause de l'action directrice de l'essieu du tender monté avec ses coussinets à glissières obliques, ce qui facilite d'ailleurs l'arrivée de l'air sous la grille et laisse la vue complètement libre devant le mécanicien et le chauffeur.

Nous mentionnerons pour terminer les dessins de la machine à deux trucks moteurs de trois essieux chacun, sous une chaudière unique, construite par M. Meyer pour le chemin de fer de l'Hérault. Ce système figurait en nature à l'Exposition de Vienne en 1873, et il ne paraît pas avoir eu de nouvelles applications depuis cette époque.

Pavillon du Creusot. — Le bâtiment spécial élevé dans l'enceinte du Champ de Mars pour contenir les objets exposés par MM. Schneider et C^{ie}, renferme une locomotive du type établi par cette maison pour la Compagnie du chemin de fer des Dombes. Cette machine, représentée figure 7, est destinée à faire la traction des trains directs de voyageurs, à la vitesse de 50 kilomètres, entre Châlons et Lyon, ligne qui présente des rampes modérées, de 10 millièmes au maximum, mais où on rencontre des courbes de 300 mètres en pleine voie.

Six machines de ce type ont été exécutées pour la Compagnie des Dombes, et sont en service depuis six mois.

La machine exposée, qui porte le n° 1928 de construction du Creusot, est une locomotive-tender à trois essieux ; l'essieu d'arrière

1. *Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils*, 2^e trimestre 1857.

est placé au-dessous du foyer et accouplé avec l'essieu moteur ; les caisses à eau sont installées latéralement à la chaudière.

Le foyer a son ciel entretoisé dans sa partie horizontale avec l'enveloppe de forme carrée, suivant le système Belpaire ; la grille est inclinée avec partie mobile et jette-feu à l'avant ; elle a une grande surface pour permettre l'emploi des combustibles médiocres. Les tubes sont relativement courts, 3^m,300 de longueur seulement.

Le dôme est placé au milieu de la longueur du corps cylindrique ; il porte les deux soupapes de sûreté et renferme le régulateur commandé par une tringle de manœuvre disposée extérieurement.

Les essieux sont chargés par des ressorts indépendants ; ceux de l'essieu d'arrière sont placés en dessous, à cause de la présence du foyer.

Les cylindres et le mécanisme de distribution sont extérieurs ; les tiroirs inclinés et placés au-dessus des cylindres, ont leurs tiges munies de guides carrés et commandées par des coulisses de Stephenson avec la disposition usitée dans les machines étudiées au Creusot.

Il y a un abri avec écran à l'avant et supporté par les quatre colonnettes de rampe. Le frein, à vis, est à quatre sabots agissant sur les roues d'arrière. Les tiges de piston, bielles, essieux, bandages, glissières et les diverses autres pièces du mouvement sont en acier.

Voici les principales dimensions de cette machine :

Surface de grille	1 ^m 75 cent.
Surface de chauffe directe	7 40
— — des tubes.	82 00
— — totale	89 40
Timbre de la chaudière	9 kil.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail.	1 95 cent.
Diamètre des cylindres.	0 40
Course des pistons.	0 60
Distance entre les axes des cylindres. . .	1 86
Diamètre des roues motrices.	1 61
— — de support	1 21
Ecartement des essieux extrêmes	3 90

Longueur de la machine à l'extérieur des

tampons	8 ^m 40
Capacité des caisses à eau	4 000 lit.
Poids de la machine vide.	27 800
Poids de la machine en service. , . .	35 600
Poids adhérent.	23 500

Le poids adhérent représente donc 66 centièmes du poids total.

La machine est munie d'un appareil à contre-vapeur du système Harmignies, employé sur la ligne des Dombes, où la présence de rampes de 22 et même 28 millièmes, sur la section de Bourg à Nantua et de Mâcon à Paray-le-Monial, rend nécessaire l'usage d'un frein de ce genre.

Le principe de cet appareil consiste dans la fermeture absolue du tuyau d'échappement au moyen d'un tiroir manœuvré par le mécanicien, fermeture qui prévient l'aspiration des gaz de la boîte à fumée lors du renversement de la marche; la manœuvre qui ferme l'échappement ouvre en même temps une injection d'eau froide empruntée aux caisses à eau; cette eau se vaporise et la vapeur seule est aspirée par les pistons. Le refoulement ne présente rien de particulier. Le tiroir qui ferme le tuyau d'échappement est muni d'un petit clapet ouvrant vers la boîte à fumée; ce clapet sert à prévenir un excès de pression, notamment dans le cas d'une fausse manœuvre. Cet appareil donne de bons résultats,

La machine qui vient d'être décrite est un très-bon type de locomotive pour service ordinaire de voyageurs; elle peut remorquer les charges brutes ci-dessous :

	Vitesse	
	de 35 kilomètres.	de 50 kilomètres.
Rampe de 5 millièmes.	360 tonnes.	190 tonnes.
— 10 —	220 —	120 —
— 15 —	150 —	80 —

Les approvisionnements sont suffisants pour parcourir, sans renouvellement, des distances assez considérables et le poids total est modéré par rapport au poids adhérent.

L'examen de cette machine nous confirme dans l'opinion que nous avons émise à propos de la machine pilote exposée par la Compagnie de l'Ouest, et nous persistons à trouver dans l'Exposition des symptômes très-sérieux en faveur de l'extension de l'emploi des

machines-tenders et de la réaction prochaine contre les poids excessifs des moteurs de chemins de fer.

La machine des Dombes est étudiée avec tout le soin qu'on peut attendre d'un établissement comme le Creusot, son exécution est parfaite, trop parfaite même, car nous nous voyons obligé de reproduire ici une observation déjà faite plus haut. Pourquoi des maisons de premier ordre croient-elles devoir recourir à des procédés de mise en scène dont les Américains nous avaient, il est vrai, donné le fâcheux exemple en 1867, mais dont cette année les exposants étrangers ont, du moins dans la section qui nous occupe, eu le bon goût de s'abstenir sans exception ? Un degré d'achèvement hors de proportion avec la construction courante, l'extension à outrance du poli, l'emploi abusif d'un brillant factice et autres moyens du même genre peuvent séduire le visiteur profane et le frapper d'admiration ; les gens du métier en reçoivent plutôt une impression défavorable.

Ces procédés ont pu servir parfois à masquer une exécution défectueuse ; ils n'ont donc, dans le cas qui nous occupe, aucune raison d'être employés.

Le Creusot expose, en outre, une chaudière de locomotive destinée à une machine du chemin de fer privé de l'usine ; cette chaudière, timbrée à 9 kilogrammes, est entièrement faite en acier, y compris le foyer, les tubes, les entretoises et les rivets. De remarquables échantillons de ces diverses parties sont visibles à côté et indiquent, par les épreuves qu'ils ont subies, une qualité tout à fait supérieure de la matière. L'emploi de l'acier dans les chaudières de locomotives a donné lieu à de graves mécomptes, surtout peut-être en France ; mais le dernier mot n'est pas dit à ce sujet.

Annexe du Trocadéro. — Un des bâtiments situés dans l'enceinte du Trocadéro, sur le quai du côté de Passy, renferme des locomotives pour voie étroite exposées par divers constructeurs. Nous allons examiner, en détail, les plus importantes.

Compagnie de Fives-Lille. — La Compagnie de Fives-Lille expose une locomotive, représentée figure 12, et qui fait partie d'une série de vingt machines construites pour le chemin de fer, à voie de 1 mètre, de Pernambuco au Brésil ; des machines semblables ont également été faites, par la même maison, pour le chemin de fer de Rio-Grande.

Les dispositions d'ensemble de cette machine sont empruntées à des types américains et ont été imposées par les ingénieurs brésiliens ; mais les constructeurs, tout en respectant les formes générales et même certains accessoires traditionnels, ont pu fort heureusement traiter les détails à l'euro péenne.

C'est une machine à tender séparé, à trois essieux accouplés et un avant-train mobile à un essieu, du système connu sous le nom de Bissel ; l'essieu d'arrière est placé sous le foyer. Celui-ci, en cuivre rouge, est de forme carrée entretoisé par le ciel avec l'enveloppe, façon Belpaire ; le dôme, situé sur l'avant du corps cylindrique, porte les deux soupapes de sûreté et contient le régulateur commandé par une tringle extérieure. La cheminée est à enveloppe conique et ailettes, disposition bien connue et qui semble indiquer l'emploi du bois comme combustible. Toutefois, la machine est également destinée à brûler de la houille ; seulement, on a tenu à multiplier les précautions pour prévenir le danger des incendies occasionnés par les flammèches, incendies faciles à allumer au milieu d'une végétation abondante sous un climat tropical.

L'alimentation se fait au moyen d'un injecteur placé en contre-bas et d'une pompe commandée par un excentrique spécial.

La suspension présente des dispositions particulières d'origine américaine. Les deux essieux d'arrière ont des ressorts indépendants, mais l'essieu accouplé d'avant a ses deux ressorts latéraux rattachés au châssis à l'arrière, seulement par des tiges de suspension, tandis qu'à l'avant ils sont reliés ensemble par une traverse, au milieu de laquelle s'appuie un balancier dirigé dans le sens de la longueur de la machine, lequel balancier porte à son autre extrémité sur le Bissel, tandis qu'il reçoit dans la partie intermédiaire la charge de la machine. Il résulte de cette disposition que cette charge se répartit entre l'essieu accouplé d'avant et l'essieu du Bissel, qui sans cela serait trop peu chargé. Le Bissel a son articulation en arrière et le poids agit sur lui par l'intermédiaire d'une pièce à double plan incliné pour le ramener dans la position normale ; ces plans inclinés sont dans une cuvette pleine d'huile.

Les roues accouplées du milieu, roues motrices, n'ont pas de boudin, pour faciliter le passage dans les courbes.

Les cylindres sont extérieurs avec les tiroirs au-dessus et le mécanisme de distribution extérieur avec coulisses de Stephenson.

La machine est munie, suivant la tradition américaine, d'un chasse-vaches à l'avant, d'un fanal de dimensions énormes et d'une cloche; il y a un attelage central d'un système analogue à celui qui est connu sous le nom d'attelage norvégien. La cabine-abri est également d'un modèle américain.

Cette machine est assurément fort intéressante; néanmoins, en présence de la complication inévitable amenée par la disposition à avant-train mobile, on peut se demander si l'emploi de cet organe, qui dans le cas actuel réduit le poids adhérent à 84 centièmes du poids total, est bien justifié pour un chemin de fer dont les courbes sont de 100 mètres de rayon avec la voie de 1 mètre; on ne peut considérer ces courbes comme de bien petit rayon, car elles correspondraient avec la voie normale à des courbes de 250 à 300 mètres. Il semble qu'on pourrait faire une machine équivalente, à trois essieux accouplés seulement, ne pesant que 18 tonnes et ne chargeant pas sensiblement plus la voie, machine ayant le même poids adhérent et de dispositions plus simples.

Les partisans de l'avant-train mobile répondent que son emploi facilite singulièrement le passage des courbes, surtout avec les voies médiocrement établies et entretenues qu'on rencontre en Amérique, et que, somme toute, on gagne en facilité de traction plus qu'on ne perd en adhérence. Il y a là une question intéressante qu'il est difficile de trancher, et on ne peut se refuser à tenir quelque compte de la pratique américaine si générale à ce sujet.

Au lieu de donner à part les dimensions principales de la machine de Fives-Lille, nous croyons préférable de profiter de la réunion de cinq machines à voie de 1 mètre pour former, au moyen des données de ces machines, un tableau B (voir à la fin) analogue à celui que nous avons déjà établi plus haut pour d'autres; ce tableau présentera ainsi des éléments utiles de comparaison.

Société Cail et C^{ie}. — MM. Cail et C^{ie} exposent une locomotive destinée principalement aux travaux de terrassement. C'est une machine à trois essieux accouplés, dont l'essieu d'arrière moteur; les cylindres et le mouvement de distribution à coulisse Stephenson sont extérieurs et le châssis intérieur. Le tamponnage est très-bas et les traverses d'avant et d'arrière descendent très-près du sol,

précaution prise pour empêcher les conséquences fâcheuses des déraillements sur les voies provisoires de travaux.

Le foyer est en porte-à-faux, le régulateur, à tringle extérieure, est dans le dôme placé à l'avant du corps cylindrique ; les deux soupapes de sûreté sont au-dessus du foyer ; l'alimentation se fait au moyen d'un injecteur Friedmann et d'une pompe injecteur, système Chiazzari. Ce dernier appareil, qui réchauffe l'eau d'alimentation par le contact intime de la vapeur d'échappement, réalise, dit la notice publiée par les exposants, une économie de combustible de 15 à 20 pour cent et une réduction de $\frac{1}{5}$ dans l'approvisionnement d'eau. Les caisses à eau sont sur les côtés ; il y a un abri supporté par les quatre colonnettes de rampes et un frein à vis agissant sur les roues d'avant et d'arrière.

La machine est munie d'un éjecteur aspirant avec lequel on remplit les caisses à eau au moyen de la vapeur de la chaudière, ce qui évite l'installation de réservoirs en charge et de pompes. Cet arrangement donne de très-bons résultats.

Cette machine est la plus légère des machines à voie de 1 mètre exposées, elle ne pèse que 12 tonnes en charge. Les dimensions principales en sont données dans le tableau.

MM. Cail et C^{ie} ont déjà exécuté une vingtaine de machines sur ce modèle pour des entrepreneurs ou des chemins de fer d'intérêt local.

Les mêmes constructeurs exposent aussi une locomotive à deux essieux pour voie de 0^m,80, pesant 3,700 kilogrammes et destinée à des applications industrielles et agricoles, et une toute petite machine pesant 1,500 kil. pour voie de 0^m,60. La chaudière de cette dernière est verticale, du système Field ; le cylindre unique, disposé verticalement, commande l'essieu d'avant par engrenages. Ce type est principalement destiné aux sucreries et distilleries, pour remplacer la traction par chevaux sur des voies légères et généralement transportables.

Société de construction des Batignolles. — Cette Société, ancienne maison E. Gouin et C^{ie}, expose une locomotive à six roues accouplées pour voie de un mètre pesant 13,600 kilogrammes en service ; l'essieu moteur est au milieu ; le châssis est intérieur, et les cylindres et le mécanisme sont extérieurs ; ce dernier présente diverses

particularités que nous allons signaler ; les poulies d'excentrique ont un très-petit diamètre et sont fixées à la contre-manivelle au moyen d'un assemblage à talons ; les bielles d'excentriques ont un oeil qui embrasse ces poulies ; ces bielles sont très-longues et portent la coulisse tout près de la boîte à tiroir. Il en résulte qu'on peut sans inconvénient sensible donner à la coulisse la forme rectiligne, et que le guidage de la tige du tiroir est très-facile à établir.

Il n'y a pour la tige du piston qu'une seule glissière placée en dessus, ce qui a l'avantage d'éloigner du sol les parties frottantes de ce genre. Les têtes des bielles d'accouplement sont à bagues sans serrage. Le foyer est en porte-à-faux, le dôme au milieu du corps cylindrique contient le régulateur et porte les deux soupapes de sûreté. Il y a un abri avec écran et colonnettes. Les caisses à eau sont placées latéralement à la chaudière.

Société de construction de Passy. — Cette Société expose une machine d'entrepreneur d'un type créé par son fondateur, M. Petau, et très-apprécié pour les travaux.

C'est une locomotive à quatre roues qui peut être disposée pour la voie d'un mètre ou pour la voie normale suivant que les roues se trouvent à l'intérieur ou à l'extérieur du châssis, ce qui n'exige que le changement des essieux montés.

Dans la machine exposée, les roues sont à l'intérieur et les bielles motrices et d'accouplement agissent sur des manivelles calées à l'extrémité des essieux. La distribution est à coulisse renversée et son mécanisme se trouve à l'intérieur ainsi que les tiroirs, dans une position moins accessible, mais qui est commandée par la nécessité de ne pas exagérer la largeur de la machine par rapport à la voie, l'écartement des cylindres étant déterminé pour la voie normale.

Le foyer est en porte-à-faux, le régulateur à tiroir incliné avec tringle extérieure est dans un dôme sur l'avant du corps cylindrique. Les caisses à eau sont sur les côtés de la chaudière.

Cette machine pèse environ 16 tonnes en service, soit 8 tonnes par essieu ; ce serait beaucoup pour les voies définitives de 1 mètre où les rails sont généralement légers, mais cela a peu d'inconvénients pour les voies de terrassement et les machines à quatre roues ont l'avantage de se prêter plus facilement aux sinuosités

qu'on y rencontre. On trouvera les dimensions principales de cette machine dans le tableau.

Corpet et Bourdon. — MM. Corpet et Bourdon exposent au Trocadéro une machine à trois essieux accouplés pour voie de un mètre. Le châssis est intérieur et les cylindres extérieurs actionnent l'essieu d'arrière placé sous le foyer. Le mécanisme de distribution est extérieur avec coulisse droite du système Allan; il n'y a qu'une glissière supérieure pour la tige du piston. Deux ressorts placés à cheval sur les deux essieux d'arrière, répartissent la charge sur ces essieux et évitent les ressorts placés en dessous des boîtes à graisse, que la position du foyer nécessiterait. Les caisses à eau sont latérales à la chaudière. Neuf machines ont déjà été exécutées sur ce modèle, principalement pour des entrepreneurs.

Cette machine dont les dimensions principales sont données dans le tableau général, pèse 18,400 kilogrammes en service; elle a sensiblement le même poids adhérent et le même effort de traction que la machine à tender séparé et à avant-train mobile de la Compagnie de Fives-Lille, mais elle présente un poids total avec approvisionnements notablement inférieur; il nous semble cependant qu'elle doit pouvoir circuler tout aussi facilement dans des courbes de 100 mètres de rayon, l'écartement des essieux extrêmes n'étant que de 1^m,83.

Il nous paraît intéressant de signaler à ce sujet que les machines que nous avons établies pour les chemins de fer à voie étroite de la Meuse et que nous avons déjà eu l'occasion de citer, machines à trois essieux accouplés avec 1^m,68 d'empatement, circulent dans des courbes de 50 mètres, fréquentes sur ces lignes, et même accidentellement dans une courbe de 35 mètres de rayon.

MM. Corpet et Bourdon exposent également une toute petite machine pour voie de 0^m,500 qui ne pèse que 1,400 kilogrammes; cette machine avait été faite pour le porteur Decauville.

La chaudière est à foyer cylindrique vertical avec tubes horizontaux de 0^m,955 de longueur; le mécanisme est placé sous le corps cylindrique, il se compose de deux cylindres renversés inclinés à 45 degrés environ de la verticale et ayant leurs axes dans le plan vertical longitudinal de la machine; ils actionnent un coude central de l'essieu d'avant, les deux essieux de la machine étant accou-

plés à la manière ordinaire par des bielles extérieures calées de façon à faire équilibre aux bielles motrices.

Le changement de marche se fait au moyen d'un excentrique à calage variable manœuvré par un engrenage conique et une tige à embrayage arrivant à portée du conducteur. Il y a un frein à patin qui appuie sur le rail et qui est mis en jeu par une pédale.

Les caisses à eau sont sur les côtés et contiennent 80 litres d'eau.

Nous avons terminé l'examen des locomotives françaises qui rentraient dans le cadre que nous nous étions tracé. Si nous avons cru devoir formuler à l'occasion quelques critiques de détails qui ne sont d'ailleurs que la manifestation légitime d'opinions personnelles, nous pensons avoir par contrefait ressortir, autant que nous l'avons pu et comme nous l'avions fait pressentir au début de cette étude, la grande valeur de cette exposition et l'intérêt qu'elle présente par l'excellence de ses types et leur variété.

Mais, si on est conduit à reconnaître que l'industrie française de la construction des locomotives est brillamment représentée au Champ de Mars et au Trocadéro, il est en revanche pénible de constater que cette industrie, comme d'ailleurs la classe 64 en général, a été particulièrement maltraitée dans la distribution des récompenses.

La classe 64, matériel des chemins de fer, comprend 190 exposants français; cette classe a obtenu, pour la France, 6 diplômes d'honneur équivalent à une grande médaille, un grand prix et six médailles d'or. Nous laissons de côté les récompenses inférieures. Il est assez curieux de constater qu'alors que cette classe 64, qui représente en somme une industrie touchant aux plus grands intérêts du pays ¹, a obtenu six médailles d'or, les récompenses de même nature décernées aux exposants français ont, pour d'autres classes, été dans les proportions suivantes :

Classe 45, produits et instruments de la pêche et de la chasse, 24 médailles d'or; classe 47, produits chimiques et pharmaceutiques, 67; classe 49, cuirs et peaux, 23; classe 62, carrosserie et charronnage, 15; classe 67, navigation et sauvetage, 14; classe 74, condiments, stimulants, sucres et produits de la confiserie, 86; classe 84, poissons, mollusques et crustacés, 17. Tout commentaire semble inutile après cette énumération.

1. Voir la note au bas de la page 1.

Nous savons bien qu'on va nous opposer les six diplômes d'honneur décernés à la classe 64 pour la France ; mais ces diplômes d'honneur ne doivent pas être considérés comme des récompenses, ils ne sont que la constatation d'une mise hors concours, les six grandes Compagnies, auxquelles ils ont été décernés, ayant toutes au moins un de leurs représentants dans le jury. Il est donc parfaitement exact que la classe 64 n'a eu, pour la France, que sept grandes récompenses, un grand prix et six médailles d'or.

Mais ce n'est pas tout : si nous prenons seulement, dans cette même classe 64, les exposants français de locomotives (nous ne comptons que les locomotives de chemins de fer), nous trouvons que ces exposants, au nombre de 14, ont obtenu six diplômes d'honneur, un grand prix, deux médailles d'or, trois médailles d'argent et deux mentions honorables, soit seulement trois grandes récompenses, si nous laissons de côté les diplômes d'honneur.

Si maintenant nous rapprochons cette situation de celle qui a été faite aux exposants étrangers, nous constatons tout d'abord que sur 21 médailles d'or accordées à la classe 64, la France en a eu six et l'étranger 15.

Mais il est plus intéressant de comparer seulement les récompenses données aux exposants de locomotives. Aussi avons-nous cru devoir former le petit tableau ci-dessous :

	France.	Etranger.
Nombre d'exposants	14	17
Diplômes d'honneur	6	2
Grand prix	1	»
Médailles d'or	2	10
Médailles d'argent.	3	3
Médailles de bronze.	»	1
Mentions honorables	2	»
Hors concours	»	1

Si donc on écarte les diplômes d'honneur, on trouve que la France a eu 3 grandes récompenses et l'étranger 10 pour un nombre à peu près égal d'exposants. On devrait logiquement en conclure, ou que l'industrie française de la construction des locomotives est très-inférieure à celle de l'étranger, ou bien que cette industrie est à peu près uniquement concentrée entre les mains des

six grandes Compagnies de chemins de fer. L'une et l'autre de ces hypothèses étant contraire à la vérité, il ne resterait plus qu'une chose à admettre : c'est que les jurés français ont tenu à faire acte de générosité envers leurs invités, et que leurs collègues étrangers, au lieu de faire assaut de politesses, ont accepté sans trop de cérémonies ces témoignages de gracieuse hospitalité.

Les exposants français de la classe 64 trouveront peut-être dans cette supposition des motifs de consolation ; mais il resterait à expliquer d'une manière satisfaisante l'insuffisance du nombre des récompenses attribuées à une classe aussi importante.

II

LOCOMOTIVES ÉTRANGÈRES

BELGIQUE

L'Exposition belge, la seconde¹ qu'on rencontre en suivant la grande galerie des machines étrangères, depuis l'extrémité qui regarde l'École militaire, contient trois grandes locomotives et deux petites. Les trois grandes sont exposées par la Compagnie belge, par la Société de Marcinelle et Couillet, et par la Société John Cockerill.

Compagnie belge. — La machine envoyée par la Compagnie belge pour la construction de machines et de matériel de chemins de fer, à Bruxelles, dont le directeur est M. Ch. Evrard, est représentée figure 6; elle fait partie d'un lot de quatre machines faites pour les chemins de fer de l'Etat belge; ce type a été étudié par les ingénieurs de l'Etat dans le but de desservir les lignes à profil accidenté, ainsi que des embranchements sur lesquels il n'existe pas de plaques tournantes de grande dimension.

C'est une machine-tender à cinq essieux, dont trois accouplés, à

1. L'Exposition hollandaise, qui se présente la première, ne contient pas de locomotives.

cylindres intérieurs et châssis extérieur; on est parti d'ailleurs du type à six roues accouplées de l'État belge, dont on a conservé la chaudière et le mécanisme.

La chaudière est du système Belpaire, le foyer placé au-dessus de l'essieu accouplé d'arrière, la grille a des dimensions énormes, 2^m,74 de longueur; le dôme est sur l'avant du corps cylindrique et contient le régulateur à tringle de manœuvre intérieure.

Le châssis est composé de trois longerons, dont deux extérieurs aux roues et complets; le troisième, placé dans l'axe longitudinal de la machine, va du foyer aux cylindres, et porte une boîte centrale pour l'essieu coudé.

La suspension est faite au moyen de dix ressorts indépendants placés en dessus.

Les essieux porteurs, situés l'un à l'avant, l'autre à l'arrière de la machine, ont des boîtes radiales pour faciliter le passage dans les courbes en présence du grand écartement des essieux extrêmes, qui atteint 8^m,40; c'est la disposition dont nous avons parlé au sujet du modèle présenté par M. Edmond Roy; les guides obliques de ces boîtes sont tracés sous un angle qui correspond à un rayon de 2^m,60; les fusées des essieux ont, au milieu, une embase cylindrique qui se loge dans une rainure circulaire du coussinet, et entraîne les boîtes sous la pression des boudins des roues, les tiges de pression des ressorts portant sur des crapaudines en bronze qui glissent horizontalement sur la partie supérieure des boîtes.

Les cylindres sont intérieurs avec les boîtes à tiroir extérieures, ils sont inclinés pour que les guides passent au-dessus de l'essieu accouplé d'avant; ces guides sont au nombre de quatre par cylindre, disposition peu usitée en dehors des machines anglaises. Le mouvement de distribution à coulisse de Stephenson est placé contre les roues à l'intérieur de celles-ci.

Les bielles d'accouplement sont à bagues sans serrage et commandent des manivelles extérieures.

Les caisses à eau sont sur les côtés, surélevées à cause des ressorts de suspension, et débordent à l'avant de la boîte à fumée; les soutes à charbon sont à l'arrière de la plate-forme, qui est surmontée d'un abri complet.

La machine est munie d'un frein à vis et d'un frein à air comprimé Westinghouse commandant six sabots, un sur chaque roue

accouplée; le frein à air sert également de frein continu pour le train; la pompe est placée sur la plate-forme et le réservoir d'air et le réservoir auxiliaire au-dessous; les dispositions sont prises pour qu'on puisse remorquer dans les deux sens des trains munis de freins de ce système.

Voici les dimensions principales de cette machine :

Surface de grille	3 ^m 2
Diamètre extérieur des tubes	45 millimétr.
Nombre des tubes	226
Longueur entre plaques	3 ^m 467
Surface de chauffe des tubes (à l'intérieur).	98 55
Surface de chauffe directe	10 95
— totale	109 50
Timbre de la chaudière	8 kilog.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail	2 ^m 10
Diamètre des cylindres	0 45
Course des pistons	0 60
Diamètre des roues accouplées	1 70
— de support	1 06
Ecartement des essieux extrêmes	8 40
— accouplés	4 00
Longueur hors tampons	11 94
Contenance des caisses à eau	9.950 litres.
Poids de la machine vide	44.900 kilog.
— en service	58.000
Poids adhérent	38.000
Effort de traction à 65 0/0	3.800

Le poids adhérent représente 65 centièmes du poids total; il est vrai que la charge par essieu atteint 13 tonnes sur celui du milieu et n'est que de 10 tonnes sur les essieux porteurs. L'effort de traction n'est compté qu'au dixième du poids adhérent, parce que ce poids est variable et diminue dans de grandes proportions avec l'épuisement des approvisionnements. On sait que c'est la grande objection qui avait été faite à l'emploi des machines-tender pour des parcours de quelque longueur.

La machine de l'Etat belge est un exemple à ajouter à ceux que nous avons déjà signalés de la tendance très-accentuée qui se mani-

festé en faveur de l'emploi des machines-tender; elle est intéressante à comparer à la machine-pilote de l'Ouest, conçue dans un ordre d'idées analogue, mais présentant des dimensions et un poids plus modérés, ce qui lui donne, à notre avis, une supériorité incontestable sur la machine belge, où ces éléments sont exagérés. La machine-tender ne supporte pas la complication et ne doit pas être poussée au-delà de certaines limites, autrement il arrivera, de ces types, ce qui est arrivé de la machine Engerth, qui était aussi une machine-tender, et dont, au début de cette étude, nous avons dû signaler la disparition.

La Compagnie belge expose également une voiture à vapeur, système Belpaire, pesant 20 tonnes, chargée de 50 voyageurs et de 500 kilogrammes de bagages; un certain nombre de ces voitures ont été construites pour le chemin de fer de l'État belge; la description de ce type a été donnée dans diverses publications, entre autres dans la *Revue industrielle* du 26 octobre 1876.

Société de Couillet. — La Société anonyme de Marcinelle et Couillet expose une locomotive-tender construite sur les plans de M. Maurice Urban, ingénieur en chef, directeur du matériel et de la traction du chemin de fer Grand-Central belge.

Cette machine, représentée figure 9, a été étudiée pour remorquer des trains moyennement lourds sur des lignes présentant des rampes de 10 à 14 millimètres, et surtout sur des embranchements de faible longueur où l'emploi des locomotives à tender séparé est peu commode à cause des retournements fréquents; ces machines doivent également être aptes au service de réserve.

La machine a quatre essieux, dont deux accouplés et deux porteurs placés, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière; elle a quelque analogie avec les machines de Lyon et d'Orléans, sauf les caisses à eau.

Le foyer est du système Belpaire placé au-dessus de l'essieu accouplé d'arrière; les entretoises horizontales sont creuses, la rangée d'entretoises verticales, qui se trouve près de la plaque tubulaire, est articulée pour laisser à celle-ci toute liberté de dilatation; les angles de la partie supérieure de la boîte à feu extérieure sont munis de regards qui permettent le nettoyage et l'inspection des parois. Les tubes sont en fer sans viroles ni bouts de cuivre du côté du foyer; la plaque tubulaire de la boîte à fumée est en cuivre, dis-

position tout à fait exceptionnelle et prise en vue de la corrosion à laquelle est exposée cette partie.

Le régulateur à tringle de manœuvre intérieure est contenu dans un dôme placé sur l'avant du corps cylindrique et portant les deux soupapes de sûreté.

Le châssis est intérieur aux roues ; la suspension est faite par des ressorts indépendants pour les essieux porteurs et par deux ressorts communs avec balanciers placés en dessous pour les essieux accouplés.

Les bandages sont fixés aux roues, suivant le système Kaselowsky, au moyen d'un anneau en zinc coulé dans une gorge en queue d'aronde pratiquée dans le bandage et dans la jante de la roue.

Les cylindres sont extérieurs et les pistons commandent l'essieu d'arrière ; les tiroirs sont au-dessus des cylindres ; ils sont du système Trick à canal intérieur, disposition jadis très-employée, surtout en Allemagne, mais dont l'Exposition actuelle ne présente que de rares exemples ; le mouvement de distribution du système Walschaerts est extérieur avec commande à vis et levier suivant un système employé depuis longtemps en Belgique. Sur la machine exposée, la tige du tiroir porte une plaque de cuivre représentant le tiroir et glissant sur une plaque fixe qui porte l'indication des lumières ; cet appareil, fort simple, permet d'apprécier la régulation sans découvrir les tiroirs. Les caisses à eau sont latérales à la chaudière, les soutes à charbon à l'arrière de la plate-forme ; celle-ci est surmontée d'un abri soutenu par huit colonnettes. Il y a à l'avant une rampe et deux marchepieds.

Un frein à vis agit sur les roues accouplées au moyen de sabots en fonte. La machine est munie de deux injecteurs du système Wehrenpfennig, dont le refoulement peut être dirigé soit vers la chaudière pour l'alimentation, soit vers le train pour le chauffage à circulation d'eau chaude du système Belleruche, adopté par la Compagnie du Grand-Central belge.

Voici les dimensions de la machine :

Surface de grille	2 ^m 16
Diamètre extérieur des tubes	50 millimètr.
Nombre des tubes	188
Longueur entre plaques	3 ^m 50.

Surface de chauffe des tubes	98 ^m 17
— du foyer	7 72
— totale.	106 00
Timbre de la chaudière	9 kilog.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-des-	
sus du rail.	2 ^m 25
Diamètre des cylindres	0 44
Course des pistons.	0 60
Distance entre les axes des cylindres. .	1 98
Diamètre des roues accouplées.	1 70
— de support.	1 14
Ecartement des essieux extrêmes	4 80
Longueur hors tampons	9 90
Capacité des caisses à eau	5.000 litres.
Poids de la machine vide.	37.000 kilog.
— en service.	49.200
Poids adhérent.	25.800
Effort de traction à 65 0/0.	3.650

Le poids adhérent représente seulement 52 pour 100 du poids total, c'est peu ; il est vrai que l'effort de traction est sensiblement le même que dans la machine précédente, bien que le poids total soit de près de 10 tonnes inférieur. En somme, la machine du Grand-Central belge est intéressante comme spécimen de machine-tender pour service de voyageurs ; c'est un exemple de plus des tendances qui se manifestent à l'Exposition, surtout peut-être dans les sections étrangères et que nous aurons de nouvelles occasions de signaler.

La Société de Couillet expose également une petite locomotive pour voie de 0^m,50, pesant 3,000 kilogrammes en service et applicable aux transports par wagonnets.

Société John Cockerill. — La machine représentée figure 7 a été construite par la Société John Cockerill à Seraing pour le chemin de fer de Séville à Merida ; c'est une machine à quatre essieux accouplés et à cylindres extérieurs, qui présente un grand nombre de détails intéressants.

Le foyer est en porte-à-faux, le ciel entretoisé avec l'enveloppe de forme carrée ; les tirants horizontaux, au nombre de 12, qui

relient les faces latérales de l'enveloppe au-dessus du foyer, s'emmanchent sur des bouchons autoclaves, de sorte qu'en les enlevant, on peut visiter et nettoyer très-facilement le ciel du foyer entre les diverses rangées d'entretoises verticales.

Le dôme est à l'avant du corps cylindrique; il contient le régulateur à tringle de manœuvre intérieure et porte deux soupapes de sûreté à ressort direct agissant par compression.

Le châssis est intérieur; la suspension se fait au moyen de huit ressorts, soit un par roue, disposés comme suit: les deux essieux d'avant ont leurs ressorts en dessus reliés deux à deux par des balanciers à la manière ordinaire; mais les essieux d'arrière ont leurs boîtes chargées par des traverses longitudinales ayant chacune un ressort de chaque côté, ces ressorts recevant au milieu la charge du longeron et la transmettant à leurs extrémités, à la traverse longitudinale. Cette disposition permet l'emploi de huit ressorts identiques et reporte les ressorts d'arrière sur l'avant de la boîte à feu.

Les cylindres sont extérieurs avec les tiroirs au-dessus; il n'y a, par cylindre, qu'un seul guide placé à la partie supérieure et embrassé par la crosse du piston; cette pièce sert également de guide à la tige du tiroir. Le mouvement de distribution est du type Walschaerts. Les bielles d'accouplement et les bielles motrices ont leur tête fermée même sur les boutons de manivelles motrices; toutes les pièces du mécanisme sont symétriques par rapport à leur plan d'action, ce qui simplifie la construction et les rechanges. Les roues sont à plateau plein.

L'alimentation se fait au moyen de deux injecteurs d'un système spécial à l'usine.

Il y a sur la plate-forme un abri complet avec écran antérieur et en partie latéral avec colonnettes à l'arrière.

Le tender n'est pas exposé.

Voici les dimensions principales de la machine :

Surface de la grille.	1 m 81
Diamètre extérieur des tubes.	50 millimètr.
Nombre des tubes	248
Longueur entre plaques	5 m 10
Surface de chauffe des tubes.	178 74
— du foyer	11 27

— totale	190 01
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail.	2 00
Timbre de la chaudière	8 kilog. 25
Diamètre des cylindres	0 50
Course des pistons	0 65
Distance des axes des cylindres.	2 28
Diamètre des roues.	1 30
Ecartement des essieux extrêmes	4 14
Longueur hors tampons	9 36
Poids de la machine vide.	39.900 kilog.
— en service	46.300
Effort de traction à 65 0/0	6.700

L'effort de traction est sensiblement égal au septième du poids.

Ce type de machine à quatre essieux accouplés est très-employé sur les divers chemins de fer espagnols pour le service des marchandises; la machine exposée, qui appartient à ce type, est intéressante par les détails de construction nouveaux et généralement très-bien étudiés qu'elle présente.

Société de Saint-Léonard. — La Société de Saint-Léonard à Liège, directeur Vaessen, expose deux petites locomotives, l'une pour travaux, manœuvres ou service d'usine, l'autre pour tramways; nous dirons quelques mots de la première, bien qu'elle ne fasse pas partie de notre nomenclature.

Cette machine n'a que deux essieux accouplés ensemble et commandés par deux cylindres inclinés placés au-dessus d'un des essieux; la chaudière est verticale avec tubes Field; la caisse à eau est à l'extrémité opposée aux cylindres, la distribution est du système Walschaerts. Il y a un frein à vis à quatre sabots dont un par roue. La machine est à l'écartement et aux tamponnements ordinaires.

Voici les dimensions principales :

Surface de chauffe du foyer	1 ^m 82
— des tubes	19 18
— totale	21 00
Timbre de la chaudière	8 kilog.
Diamètre des cylindres.	0 ^m 20

Course des pistons	0 ^m 30
Diamètre des roues.	0 65
Ecartement des essieux	2 00
Capacité des caisses à eau.	1.350 litres.
Poids de la machine vide	7.000 kilog.
— en service.	9.000
Effort de traction à 65.0/0	900

Ces petites machines sont très-employées en Belgique, notamment dans les grandes usines métallurgiques. On sait que la Société John Cockerill en avait envoyé une de ce genre à l'Exposition de Vienne en 1873.

SUISSE

La Suisse compte deux exposants de locomotives, M. Riggenbach, directeur de la fabrique de machines d'Aarau et la Société suisse pour la construction de locomotives et de machines à Winterthur; ces établissements sont les seuls qui construisent actuellement des locomotives; les ateliers du Central suisse à Olten, dirigés autrefois par M. Riggenbach, et ceux de MM. Escher-Wyss et C^e à Zurich, paraissant avoir renoncé depuis plusieurs années à ce genre de fabrication.

Machine Riggenbach. — La machine exposée par M. Riggenbach appartient au type de machines à crémaillère dont cet éminent ingénieur s'est fait une spécialité. Elle est représentée figure 8.

Le chemin de fer pour lequel cette locomotive a été étudiée, a son trafic principal à la descente, tout au moins pour les marchandises; on n'a à remonter que des wagons vides ou des voitures à voyageurs.

La disposition générale est la suivante: les cylindres actionnent

un essieu libre portant deux pignons, dont l'un commande une grande roue dentée engrenant avec la crémaillère posée entre les rails, tandis que l'autre engrène avec un pignon calé sur un faux essieu, lequel est accouplé à la manière ordinaire par des bielles avec les deux essieux porteurs de la machine.

Les deux mouvements sont entièrement séparés; si la machine travaille au moyen de la roue dentée à crémaillère, les roues ordinaires ne servent que de roues porteuses; si au contraire la machine commande les roues et que le travail ait lieu par adhérence, la roue dentée à crémaillère reste immobile.

A cet effet un débrayage fort ingénieusement disposé et mû par le machiniste depuis sa plate-forme fait fonctionner l'un ou l'autre des mécanismes. Pour éviter les chocs qui se produiraient lors de l'embrayage des roues dentées, celles-ci restent toujours en prise: mais des clavettes fixes, au nombre de quatre, rendent à volonté l'une ou l'autre solidaire de l'arbre moteur; le changement se fait pendant la marche de la machine avec un léger ralentissement de vitesse.

La machine est une machine-tender à deux essieux accouplés.

Les cylindres sont extérieurs et placés notablement au-dessus du plan des essieux porteurs; ils commandent l'essieu des pignons au moyen de plateaux manivelles sur lesquels agissent des freins de serrage commandés par une manœuvre à vis. La distribution à mouvement extérieur est à coulisse rectiligne système Allan.

Le châssis est intérieur aux roues et la suspension se fait au moyen de trois ressorts, deux pour les roues d'arrière et un disposé transversalement pour l'essieu d'avant.

Le foyer est carré entretoisé avec l'enveloppe par des tirants verticaux; le régulateur est dans le dôme à l'avant du corps cylindrique et sa tige passe dans un tube qui met ce dôme en communication avec le dessus du foyer, disposition nécessitée par les fortes inclinaisons que doit prendre la machine, et pour lesquelles il faut faciliter l'émission de la vapeur.

Les engrenages sont en acier Krupp, les dents taillées dans des couronnes, et toutes les précautions sont prises pour assurer la durée de ces parties; il est bon de faire observer que le constructeur a déjà une expérience de huit années dans ce genre de fabrication.

La machine est munie d'un frein à air comprimé appliqué par M. Rigggenbach à toutes ses locomotives à crémaillère. Le tuyau d'échappement de la vapeur qui a agi dans les cylindres, porte une sorte de clé de robinet qui permet d'ouvrir l'accès à l'air extérieur, de sorte que, lors du renversement de la marche, c'est cet air qui est aspiré par les pistons au lieu des gaz de la boîte à fumée ; cet air refoulé ne peut pas rentrer dans la chaudière, le régulateur étant fermé, il ne peut sortir que par un tuyau, dont un robinet de très-faible dimension, mû par le machiniste à l'aide du doigt, règle la section de passage ; on a donc le contrôle le plus absolu sur la résistance.

Une injection d'eau froide provenant des caisses à eau, empêche l'échauffement des cylindres.

Ce moyen de modération, d'une grande simplicité, est employé à la descente des plus grandes pentes connues sur les chemins de fer ; les rampes de 25 centièmes et au-dessous des chemins de fer à crémaillère, et les pentes de 7 centièmes du chemin de l'Uetliberg et de 5 centièmes du chemin de Wadensweil à Einsiedeln, ces deux derniers à adhérence ordinaire.

Voici les dimensions principales de la machine à crémaillère exposée par M. Rigggenbach :

Surface de grille.	1 m 00
Diamètre des tubes	45 millimètr.
Nombre de tubes.	133
Longueur entre plaques	2 m 30
Surface de chauffe des tubes.	44 50
— — du foyer	5 80
— — totale.	50 30
Hauteur de l'axe au-dessus du rail.	1 m 80
Diamètre des cylindres.	0 30
Course des pistons	0 50
Ecartement des axes des cylindres	1 90
Diamètre de la grande roue dentée	1 05
— du pignon moteur	0 54
Pas de l'engrenage	0 10
Diamètre des deux pignons	0 45
Pas de l'engrenage	0 08
Diamètre des roues de support	0 90*

Ecartement des essieux.	3 00
Capacité des caisses à eau.	1.600 litres,
Poids de la machine vide.	14.400 kil.
— — en service.	18.000

La machine doit traîner derrière elle, sur des rampes de 20 millièmes, un train de 90 tonnes brutes, à la vitesse de 20 à 25 kilomètres par adhérence, et le même poids à la vitesse de 10 à 12 kilomètres sur des rampes de 52 millièmes au moyen de la crémaillère. De plus la locomotive doit être à même de retenir, à la descente, un train de 140 tonnes brutes.

M. Riggensbach a déjà établi avec le système à crémaillère 9 chemins de fer, en Suisse, Autriche-Hongrie et Allemagne, desservis par une quarantaine de locomotives. Ces divers types, qui ont tous parfaitement réussi, ont été pour la plupart décrits, au moins sommairement, dans diverses publications, notamment dans la *Revue industrielle* du 11 juillet 1877.

A côté de cette locomotive sont exposés des modèles de machines de ce genre, adaptées plus particulièrement aux chemins de fer secondaires ou industriels, et des modèles des aiguilles à ressorts qui permettent aux machines d'engrener dans la crémaillère sans arrêt. Ces aiguilles fonctionnent au chemin de fer de l'usine de Wasseraalengen (Wurtemberg) et à celui des carrières d'Ostermündingen (Berne).

C'est la première fois qu'une locomotive à crémaillère figurait à une Exposition, et on peut dire que cette machine a eu un vif succès de curiosité, tant de la part des ingénieurs que du public ordinaire dont l'attention était attirée par l'apparence inusitée de cette locomotive posée sur une pente de dix pour cent.

Société de Winterthur. — La Société suisse pour la construction de locomotives et de machines à Winterthur expose une locomotive à voie normale représentée figure 4, et destinée à un service de gare, d'usine ou de chemin de fer d'intérêt local.

C'est une machine tender de petites dimensions, à deux essieux accouplés ensemble, qui présente des dispositions intéressantes.

Le foyer en parallépipède est placé au-dessus de l'essieu d'arrière, le ciel entretoisé avec la partie supérieure de l'enveloppe qui est toutefois circulaire ; les tubes sont légèrement inclinés ; il y a à

l'avant du corps cylindrique un petit dôme portant deux soupâpes Ramsbottom ; le régulateur formé d'une soupape conique, mue par une tringle extérieure, est contenu dans une boîte, fixée à la paroi postérieure du dôme, de laquelle partent deux tuyaux extérieurs allant aux cylindres.

Le châssis est formé de deux longerons très-hauts, intérieurs aux roues, et comprenant entre eux et entre les essieux la caisse à eau, suivant le système employé principalement par M. Krauss de Munich.

La suspension est faite au moyen de trois ressorts, deux latéraux pour l'essieu d'arrière, et un transversal pour l'essieu d'avant. Les boîtes à graisse ont une disposition spéciale ; elles sont, pour le même essieu, reliées ensemble par des entretoises en tôle et sont munies de patins à tourillons qui permettent aux châssis de s'incliner, sans qu'il soit nécessaire de donner aux boîtes du jeu latéral dans les guides.

Il n'y a pas de coins de rattrapage de jeu ; l'usure se rachète par le remplacement de contre-plaques fixées sur les glissières.

Les cylindres sont horizontaux et commandent l'essieu d'arrière par l'intermédiaire de balanciers verticaux, oscillant sur un axe qui traverse la caisse à eau dans un tube ; les tiges des pistons sont guidées par une simple douille que traverse le prolongement de ces tiges au delà de l'attache des bielles des balanciers.

Les balanciers sont munis de bagues en bronze phosphoreux et l'axe d'oscillation est tressé pour éviter une usure qui amènerait du jeu dans ces parties.

Cette disposition de commande à balancier, qui se retrouve sur les trois machines locomotives exposées par la Société de Winterthur, figurait sur la machine à six roues couplées système Belpaire, envoyée par M. Carels, de Gand, à l'Exposition de Vienne. M. Couche en attribue l'idée à M. Th. Gross, ingénieur de Zurich, qui l'aurait proposée pour des machines destinées à fonctionner à vitesse réduite sur des lignes secondaires à fortes rampes.

On peut ainsi, en augmentant au besoin les bras de levier de la puissance, conserver aux cylindres des dimensions modérées ; de plus cet arrangement permet avec des proportions convenables, de supprimer les contre-poids si difficiles à loger sur les roues d'un petit diamètre. Mais l'origine en est plus ancienne ; le balancier

vertical a été employé, dès 1831, sur une machine à six roues couplées construite par les ateliers de Neath-Abbey dans le pays de Galles ; une disposition dérivée de celle-ci, le balancier d'équerre avec cylindres verticaux, a été appliqué en 1833, par Roberts, un des prédécesseurs de la maison Sharp, Stewart et C^o, à des locomotives construites pour les chemins de fer de Liverpool à Manchester et de Dublin à Kingston ; nous aurons bientôt l'occasion de les citer de nouveau.

Les tiroirs sont placés au-dessous des cylindres ; ils sont du système Trick, dit à canal, qui double la section de passage de la vapeur et sont munis d'une sorte de compensateur. Le mouvement de distribution est d'un système spécial à la fabrique de Wintertur ; il n'y a ni coulisse ni excentriques ; une bielle verticale, articulée à la bielle motrice au tiers de sa longueur à peu près, à partir de la grosse tête, a son autre extrémité assujettie par une sorte de parallélogramme à décrire une ligne droite, qui peut être verticale ou oblique d'un côté ou de l'autre, suivant la position du levier de changement de marche ; un point situé très-près de cette extrémité commande une longue bielle horizontale reliée à la tige du tiroir et ce point décrit une ellipse correspondant au mouvement du tiroir, ellipse dont la forme varie suivant l'obliquité de la trajectoire de l'extrémité de la bielle.

Cette combinaison cinématique fort curieuse est identique comme principe avec un des plus anciens systèmes de changement de marche proposés pour les machines marines, système tout à fait contemporain, comme date d'origine, de la coulisse de Stephenson, ayant été breveté en France le 18 février 1843, sous le nom d'Edouard Solms. Ce qu'il y a surtout de curieux dans ce brevet, c'est qu'à une époque où on ne connaissait, pour les plus grands appareils de navigation, que les changements de marche avec excentriques à tocs et manœuvre à la main séparée pour chaque machine, il indique non-seulement le renversement de la marche par une seule manœuvre du levier, mais encore la réduction de l'admission pour des positions intermédiaires, comme avec la coulisse de Stephenson, le levier de commande pouvant se placer à divers crans d'un secteur denté.

Il est singulier que cette disposition fort remarquable et déjà si

ancienne n'ait jamais été indiquée dans aucun traité de cinématique ni de machines à vapeur.

L'orifice du tuyau d'échappement est très-bas, placé à la partie inférieure de la boîte à fumée, mais il est surmonté d'un tuyau en tôle, analogue au *petticoat pipe* des locomotives américaines, allant à une faible distance de l'orifice de la cheminée.

La machine a un frein à vis à quatre sabots agissant sur les roues d'arrière.

Voici les principales dimensions :

Surface de grille.	0 m 44
Nombre de tubes	107
Longueur des tubes	1 m 80
Surface de chauffe des tubes.	23 71
— — du foyer	2 79
— — totale.	26 50
Timbre de la chaudière	8 kil.
Hauteur de l'axe au-dessus du rail	1 m 625
Diamètre des cylindres	0 22
Course des pistons.	0 35
Ecartement des axes des cylindres	1 65
Hauteur au-dessus du rail	1 25
Diamètre des roues	0 75
Ecartement des essieux	1 80
Longueur totale hors tampons	5 47
Capacité des caisses à eau	1.100 lit.
Poids de la machine vide.	9.500 kil.
— — en service	12.300

La Société de Winterthur expose également une locomotive de tramway et une locomotive à trois essieux accouplés, pour voie de 0 m 75, munie d'une grue à vapeur à action directe, de la force de 1,500 kilogrammes, à l'aide de laquelle on peut opérer des transbordements de marchandises de la voie étroite à la voie large et réciproquement.

AUTRICHE-HONGRIE

L'exposition austro-hongroise contient trois machines locomotives, dont deux sont dans la grande galerie des machines et une dans l'annexe située le long de l'avenue de Suffren. Les deux premières sont construites par la fabrique de Floridsdorf près Vienne et par les ateliers des chemins de l'Etat hongrois à Buda-Pest; la dernière est exposée par la direction impériale et royale pour la construction des chemins de fer de l'Etat.

Société de Floridsdorf. — La machine exposée par la Société Viennoise pour la construction de locomotives à Floridsdorf, M. Demmer, directeur, et représentée figure 12, est destinée à la traction des trains de voyageurs sur la ligne du Brenner; dix machines semblables ont été établies sur des dispositions arrêtées par M. Gottschalk, alors ingénieur en chef, directeur du matériel et de la traction des chemins de fer du sud de l'Autriche auxquels appartient la ligne du Brenner; elles doivent traîner, à la vitesse de 17 à 20 kilomètres à l'heure en rampe de 25 millièmes et en courbes de 285 mètres de rayon, des trains de voyageurs de 120 tonnes.

Cette machine est à six roues couplées avec cylindres extérieurs et mouvement de distribution intérieur.

Le foyer a son ciel entretoisé verticalement avec l'enveloppe parallépipédique; le régulateur à tringle de manœuvre intérieure est contenu dans un dôme sur l'avant du corps cylindrique; les soupapes de sûreté sont sur l'avant de la boîte à feu extérieure.

La cheminée de forme tronc-conique est en fonte, disposition très-employée en Autriche et en Allemagne.

Les joints de la chaudière sont à double rivure aussi bien dans le sens horizontal que dans le sens vertical; les tubes sont en fer avec bouts en cuivre rouge; l'alimentation est faite au moyen d'injecteurs Friedmann.

Les longerons, de 32 millimètres d'épaisseur, sont intérieurs aux

roues ; la suspension est faite au moyen de six ressorts indépendants ; l'essieu moteur, qui est au milieu, porte une charge de 14 tonnes, charge limite admise par les règlements techniques de l'Union des chemins de fer allemands.

Les essieux sont en acier Bessemer, les bandages en acier Krupp. Les cylindres sont extérieurs, et le mouvement de distribution, à coulisse de Stephenson, est intérieur ; il est vrai que l'élévation du corps cylindrique et la présence d'un tablier avec garde-corps en rend l'inspection facile. La manœuvre du changement de marche est à vis avec une manivelle au lieu du volant généralement employé.

La machine a un abri fermé avec colonnettes à l'arrière, elle est munie d'un frein pneumatique du système Hardy agissant par quatre sabots sur les roues motrices et d'arrière ; ce frein agit en même temps comme frein continu sur tout le train ; les deux cylindres pneumatiques de la machine sont dans l'axe longitudinal en dessus de l'essieu moteur et l'aspiration se produit par l'envoi de vapeur dans un injecteur placé près de la cheminée. On sait que les particularités principales du système Hardy consistent dans le remplacement des sacs en caoutchouc du frein Smith par des diaphragmes en cuir contenus dans des cuvettes métalliques et dans l'existence de deux conduites séparées mettant l'éjecteur en relation, l'une avec les cylindres pneumatiques de la machine et du tender, l'autre avec ceux des véhicules du train.

La machine est aussi munie d'un appareil à contre-vapeur, d'un graisseur pour les boudins des roues d'avant et d'une disposition spéciale pour nettoyer les rails à l'aide d'un jet d'eau envoyé de la chaudière.

Voici les dimensions principales :

Surface de grille.	1 m ² 70
Diamètre extérieur des tubes.	52 millimètres
Nombre.	181
Longueur entre plaques	4 m 275
Surface de chauffe des tubes.	126 40
» » du foyer	8 70
» » totale	135 10
Timbre de la chaudière.	10 kilog.
Hauteur de l'axe au-dessus du rail.	1 m 965
Diamètre des cylindres.	0 48

Course des pistons	0 61
Ecartement des axes des cylindres . . .	2 06
Diamètre des roues.	1 265
Ecartement des essieux extrêmes . . .	3 21
Longueur totale hors tampons	8 55
Poids de la machine vide	36,000 kilog.
» » en service.	41,000
Effort de traction à 65 0/0	7,200

Cette machine, d'une exécution remarquable, est probablement le plus puissant type de machine à six roues accouplées qui existe actuellement; il est vrai que cette puissance n'est atteinte qu'au moyen de charges par essieu, inusitées en France, mais qui n'ont rien d'inadmissible pour des machines à vitesse modérée, et qu'autorisent, comme nous l'avons indiqué, les règlements de l'Union des chemins de fer allemands.

Ateliers de Buda-Pest. — Les ateliers de construction des chemins de fer de l'Etat hongrois, à Buda-Pest, directeur Zimmermann, exposent une machine à trois essieux couplés, représentée figure 11, et destinée au chemin de fer de la Theiss.

Le foyer est placé au-dessus de l'essieu d'arrière, le ciel est entretoisé par des tirants avec l'enveloppe du foyer qui est de forme semi-circulaire et munie cependant de tirants horizontaux allant d'une paroi à l'autre; ces tirants prennent leur attache sur des cornières rivées aux parois, ils sont en deux parties réunies au milieu par un écrou de serrage à pas renversés. Le régulateur à clapet équilibré est dans le dôme placé au milieu du corps cylindrique; sa tringle de manœuvre est intérieure avec manivelle et secteur à crans sur la face postérieure de la boîte à feu. Le dôme porte une des soupapes de sûreté, l'autre est sur l'arrière du foyer. La cheminée a l'ancienne forme conique des cheminées à bois, forme qu'on emploie encore cependant dans quelques cas pour d'autres combustibles, comme nous l'avons indiqué au sujet de la machine construite pour le Brésil par la Compagnie de Fives-Lille, et dont l'Exposition ne nous offre que ces deux exemples.

L'alimentation se fait au moyen de deux injecteurs Friedmann.

L'échappement est variable, à valves intérieures.

Le châssis est intérieur aux roues, la suspension se fait au moyen

de six ressorts placés au-dessous des boîtes à graisse, et descendant par conséquent fort près du sol; les ressorts d'avant sont indépendants, et les ressorts du milieu et d'arrière sont reliés par des balanciers.

Les cylindres extérieurs commandent l'essieu du milieu; les pistons sont munis de contre-tiges à l'avant, disposition peu usitée pour des diamètres de 0^m42.

Le mouvement de distribution est à l'intérieur; il est à coulisse de Stephenson; le coulisseau est attaché au milieu d'une barre horizontale articulée à ses deux extrémités à deux leviers; l'ensemble forme parallélogramme articulé, de sorte que le coulisseau se meut rigoureusement en ligne droite; un des leviers a son axe prolongé en dehors des roues, et portant un autre bras de levier qui, par une longue bielle, commande le tiroir placé au-dessous du cylindre.

Le tiroir a une disposition particulière; il est formé de deux pistons emmanchés sur la même tige et se mouvant dans des portions de cylindres percés de lumières.

Ces pistons sont munis de cercles formant garniture. Ce n'est pas autre chose que le tiroir à piston employé fréquemment dans les machines fixes et marines, et qui n'est même pas nouveau pour les locomotives, car il a été employé par Roberts, un des prédécesseurs de la maison actuelle Sharp-Stewart, à une date qui remonte, croyons-nous, à 1833. Il faut se hâter d'ajouter que cette disposition, dont le but principal est de supprimer la pression de la vapeur sur les tiroirs, n'a, paraît-il, été appliquée qu'à la machine exposée, et n'a pas, par suite, été encore expérimentée sérieusement.

Nous pensons donc que l'expérience devra sanctionner la prétention qu'émet le constructeur dans la brochure distribuée à l'Exposition, « d'avoir acquis le droit de s'attribuer le mérite d'avoir rendu possible l'application définitive, aux locomotives, des tiroirs équilibrés. »

Nous sommes assurément loin de méconnaître l'intérêt que présenterait, pour les locomotives, un bon système de tiroir équilibré et de vouloir décourager les recherches faites dans ce sens, mais l'emploi de tiroirs cylindriques nous paraît médiocrement heureux, et surtout, dans le cas actuel, le mode de transmission est compliqué et sujet à objections; les bielles de commande des tiges de

tiroirs notamment paraissent démesurément faibles, surtout si on les compare aux tiges sur lesquelles elles agissent.

Le poids des coulisses et barres d'excentriques est compensé, non par un contre-poids, mais par un ressort, comme dans beaucoup de machines américaines : c'est le seul exemple qu'on trouve de cette disposition dans les locomotives européennes exposées.

Le changement de marche est commandé, chose à signaler, par un levier avec secteur denté ; il est probable qu'on aura voulu profiter de la présence des distributeurs équilibrés pour revenir à ce mode de commande peu usité aujourd'hui. La machine a un abri fermé avec fenêtres latérales ; une balustrade avec main-courante règne tout le long du tablier et sur la traverse d'avant.

Voici les principales dimensions.

Surface de grille.	1 ^m 97
Longueur des tubes.	3 50
Nombre.	177
Surface de chauffe des tubes.	95 ^m
» » du foyer.	9
» » totale.	104
Timbre de la chaudière.	9 kil.
Hauteur de l'axe au-dessus du rail.	1 ^m 90
Diamètre des cylindres.	0 42
Course des pistons.	0 63
Ecartement des axes des cylindres.	2 07
Diamètre des roues.	1 618
Ecartement des essieux extrêmes.	3 65
Largeur de la machine hors tampons.	8 41
Poids de la machine vide.	30.000 kil.
» » en service.	33.000
Effort de traction, à 65 pour 100.	4.000

Abstraction faite du système de distribution sur lequel nous avons fait toutes réserves, la machine que nous venons de décrire est un bon type de machine à trois essieux couplés ; ses roues, d'assez grand diamètre, la rendent propre au service des trains de voyageurs, même assez rapides ; son exécution est en outre très-soignée.

Machine des ateliers de Wiener-Neustadt. — La direction I et R. pour la construction de chemins de fer de l'Etat expose dans l'annexe autrichienne une locomotive construite dans les ateliers de la Société de Wiener-Neustadt (anciennement Sigl), directeur Schau ; cette machine est employée sur les chemins secondaires à voie normale que l'Etat autrichien fait construire en ce moment en Styrie et en Carinthie, notamment sur les lignes de Kriegdorf-Römerstadt et de Unterdrauburg-Wolfsberg. Ces chemins sont destinés à desservir des vallées secondaires où l'industrie est venue, dans ces dernières années, fonder d'importantes exploitations métallurgiques et minières.

Ce type est à trois essieux accouplés avec cylindres et mécanisme de distribution extérieurs ; c'est, bien entendu, une machine-tender.

La boîte à feu est placée au-dessus de l'essieu d'arrière, le ciel du foyer, à angles fortement arrondis, est entretoisé verticalement dans sa partie plane avec l'enveloppe ; la grille est inclinée ; le dôme portant les deux soupapes de sûreté, est placé sur l'avant du corps cylindrique ; il renferme le régulateur à tringle de manœuvre intérieure ; l'alimentation se fait au moyen de deux injecteurs. L'échappement est variable avec valves du modèle ordinaire.

Les longerons sont intérieurs aux roues ; la suspension, indépendante pour chaque essieu, est faite au moyen de ressorts placés au-dessus des roues.

Le mécanisme ne présente rien de particulier ; la distribution est à coulisse droite, système Allan, avec commande à levier et secteur denté.

Il y a une caisse à eau inférieure contenue entre les longerons, mais ne faisant pas partie du châssis comme dans les machines de Krauss et de Winterthur, et deux caisses latérales à la chaudière placées au-dessus des ressorts de suspension, avec tubes de communication entre elles et la caisse inférieure, et tubes de niveau d'eau en verre : les soutes à charbon sont à l'arrière de ces caisses et débordent latéralement ; l'abri a un écran extérieur avec lunettes et est soutenu à l'arrière par les colonnettes de rampe. Il y a un frein à vis à quatre sabots agissant sur les roues d'arrière et du milieu.

Voici les dimensions principales de ce type :

Surface de grille.	1 ^m 04
Diamètre extérieur des tubes.	52 millimétr.
Nombre des tubes.	99
Longueur entre plaques	3 ^m 45
Surface de chauffe des tubes.	55 6
— — du foyer	4 4
— — totale	60
Timbre de la chaudière	9 kilog.
Hauteur de l'axe au-dessus du rail	1 ^m 55
Diamètre des cylindres	0 325
Course des pistons	0 48
Ecartement des axes des cylindres. . . .	1 945
Diamètre des roues	0 94
Ecartement des essieux extrêmes	2 70
Longueur de la machine hors tampons . .	7 71
Capacité des caisses à eau	3,000 litres.
Poids de la machine vide	20,500 kilog.
— — en service	26,300
Effort de traction à 65 0/0	3,150

Cette machine, destinée à faire le service de chemins de fer secondaires, est fort bien étudiée et exécutée; on ne pourrait guère lui reprocher que la division des caisses à eau en trois capacités. Il aurait été possible de supprimer la caisse inférieure qui, placée entre les longerons, est gênante et peu accessible, en donnant un peu plus d'importance aux caisses latérales dont les parois sont plus rentrées que celles des soutes à charbon et de la plate-forme; il est intéressant de signaler que les proportions de cette machine sont, comme production et utilisation de la puissance, poids, écartement d'essieux, etc., si on fait abstraction du plus faible diamètre des roues, sensiblement identiques à celles de la locomotive Compound exposée dans la section française et destinée également à un service d'intérêt local. Il serait difficile, croyons-nous, de trouver deux types de machines conçus isolément et se ressemblant davantage, en dehors du principe du fonctionnement, et il serait d'un haut intérêt de pouvoir les comparer comme résultats de service.

L'Exposition austro-hongroise contient, en outre, une petite machine de mines et un certain nombre de pièces détachées de locomotives, telles que foyers, chaudières, organes divers, etc., qui

mériterait un examen détaillé, mais dont l'étude nous entraînerait bien au delà des limites dans lesquelles nous devons nous renfermer.

ITALIE

L'Exposition italienne ne contient qu'une locomotive envoyée par la Compagnie des chemins de fer de la haute Italie, et encore cette locomotive est-elle construite en Autriche par la Société Viennoise, à Floridsdorf. La machine est surtout là, croyons-nous, pour présenter un système d'alimentation à eau chaude, combiné avec un condenseur partiel de vapeur.

La locomotive, représentée figure 5, est destinée à faire la traction des trains express sur la ligne de la Ligurie ; c'est une machine à quatre roues accouplées avec avant-train mobile.

L'essieu d'arrière est sous le foyer, qui est du système Belpaire, avec ciel entretoisé avec l'enveloppe de forme carrée ; le régulateur, à tringle intérieure, est dans le dôme placé au milieu du corps cylindrique, lequel dôme porte deux soupapes de sûreté. Le châssis est intérieur aux roues ; l'avant-train a un pivot central de très-fortes dimensions, qui reporte lui-même la charge sur le châssis du bogie. Les cylindres sont extérieurs avec tiroirs en dessus ; le système de distribution, à mouvement extérieur, est à coulisse renversée. La machine a un abri avec écran en avant et sur les côtés supporté à l'arrière par les colonnettes de rampe. Le tender qui porte l'appareil de condensation, est à trois essieux avec châssis extérieur. Avant de décrire rapidement le système particulier d'alimentation, nous donnons les principales dimensions de cette machine.

Surface de grille	2 ^m 10 cent.
Diamètre extérieur des tubes	50 mil.

Nombre des tubes	179
Longueur entre plaques	3 ^m 50 cent.
Surface de chauffe des tubes.	98 40
Surface de chauffe du foyer.	9 10
— — totale.	107 5
Timbre de la chaudière	10 kil.
Hauteur de l'axe au-dessus du rail . . .	2 ^m 00 cent.
Diamètre des cylindres	0 43
Course des pistons	0 56
Ecartement des axes des cylindres. . .	1 92
Diamètre des roues accouplées. . . .	1 82
Ecartement des essieux accouplés . . .	2 70
Diamètre des roues de support	0 96
Ecartement des essieux extrêmes . . .	6 00
Longueur de la machine hors tampons. .	8 71
Poids de la machine vide	36.000 kil.
— — en service.	40.000
Poids adhérent	23.000
Effort de traction à 65 0/0	3.000
Capacité des caisses à eau du tender . .	8.000 litres.
Poids du tender vide	12.000 kil.
— — chargé	23.800

L'injecteur à eau chaude, du système Mazza, agit sous une pression supérieure à la pression atmosphérique.

Le tender porte en dessous un récipient cylindrique qui alimente l'injecteur et qui communique en outre avec les caisses à eau et avec la chaudière ; cette dernière communication permet d'établir, dans ce récipient, une pression de deux atmosphères environ, limitée par une soupape à ressort. Le récipient agit comme les anciennes bouteilles alimentaires ; sous la pression de la vapeur, il refoule l'eau vers l'injecteur, et lorsqu'on ferme l'accès de la vapeur de la chaudière, celle qui reste dans le récipient se condense et laisse rentrer l'eau des caisses à eau. Le réchauffage de l'eau des caisses du tender se fait suivant le système Kirchweger, employé primitivement et il y a déjà longtemps en Hanovre, par l'envoi dans ces caisses, d'une partie de la vapeur de l'échappement, envoi qu'on détermine à volonté par le mouvement d'une valve disposée dans le tuyau d'échappement ; les caisses sont d'ailleurs divisées en deux parties

pour rendre plus méthodique l'échauffement de l'eau et son passage de la première chambre au récipient alimentaire à eau chaude. Il y a une cheminée pour permettre le dégagement de la vapeur lorsque l'eau arrive à l'ébullition.

Cet appareil a été appliqué à une locomotive des chemins de fer de la Haute-Italie, et a, paraît-il, donné lieu à une économie assez notable. Il est en ce moment en expérimentation sur divers chemins de fer, notamment au Nord français. Il n'est pas douteux qu'on puisse réaliser un avantage notable au double point de vue de la diminution de la dépense de combustible et de la réduction de la consommation d'eau par une condensation partielle de la vapeur et un réchauffage considérable de l'eau d'alimentation ; il s'agit seulement d'employer des appareils simples, durables et peu encombrants ; la pratique seule peut décider en pareil cas, mais la question est certainement intéressante.

La machine porte également une pompe injecteur, du système Chiazzari que nous avons mentionné à propos de la locomotive à voie de un mètre de la maison Cail.

SUÈDE

L'exposition suédoise se compose de deux locomotives placées sous des hangars ouverts le long de l'avenue de Suffren, et construites, l'une par la Société de Motala, l'autre par les ateliers de Trollhatten.

Machine de Motala. — Cette machine, représentée figure 2, est une locomotive à voie normale, à deux essieux accouplés, destinée aux chemins de fer de l'Etat de Suède.

Le foyer est placé au-dessus de l'essieu accouplé d'arrière ; le ciel est entretoisé avec l'enveloppe de forme carrée ; mais les raccordements des parois verticales et horizontales sont très-arrondis ;

la face postérieure de l'enveloppe est reliée par des tirants longitudinaux avec les parois du corps cylindrique ; la grille est inclinée ; le foyer est muni d'un écran intérieur et d'une voûte en briques du modèle qu'on rencontre aujourd'hui sur beaucoup de machines anglaises. La porte du foyer est à deux vantaux glissant en sens inverse par un mouvement de leviers. Le régulateur, à tringle intérieure et à double tuile, est dans un dôme placé au milieu du corps cylindrique, dôme portant une soupape de sûreté à déclanchement ; une seconde soupape se trouve sur la boîte à feu.

Le châssis est intérieur aux roues ; la suspension a lieu au moyen de ressorts, placés au-dessus des essieux, pour l'avant et le milieu, et reliés par des balanciers, et des ressorts indépendants en dessous pour l'essieu d'arrière. Cette disposition, peu usitée, a pour but de reporter sur l'essieu moteur une partie de la charge de l'essieu d'avant qui, sans cela, serait probablement exagérée ; on arrive ainsi à une répartition sensiblement égale de 10 tonnes par essieu.

Les cylindres sont extérieurs avec les tiroirs disposés verticalement à l'intérieur, mécanisme de distribution également intérieur, à coulisse droite, modèle Allan, avec manœuvre à vis.

Il y a un abri fermé devant et sur les côtés avec fenêtres ; l'alimentation se fait au moyen de deux injecteurs.

Voici les dimensions principales :

Surface de grille	1 ^m 70 cent.
Diamètre extérieur des tubes	51 mil.
Nombre des tubes	154
Longueur entre plaques	3 ^m 30 cent.
Surface de chauffe des tubes	80
— — du foyer	6 07
— — totale	86 07
Timbre de la chaudière	10 kil.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail	1 ^m 895 cent.
Diamètre des cylindres	0 394
Course des pistons	0 559
Ecartement entre les axes des cylindres	1 88
Diamètre des roues accouplées	1 56
— — de support	1 08
Ecartement des essieux extrêmes	3 90

Longueur à l'extérieur des tampons . . .	7 62
Poids de la machine vide	27.500 kil.
— — en service	30.000
Poids adhérent	20.000
Effort de traction à 65 0/0	3.000

Le poids adhérent représente les deux tiers du poids total. Le tender, à quatre roues, contient 7,500 litres d'eau et 2,800 kilogrammes de combustible ; il pèse 20,400 kilogrammes en charge.

Cette machine est d'une belle exécution, ainsi qu'on pouvait s'y attendre d'un établissement comme celui de Motala.

Quant au type, il semble dériver de modèles anglais, et la plupart des dimensions principales se rapportent à des mesures anglaises.

Machine de Trollhatten. — La machine exposée par MM. Nidquist et Holm, constructeurs à Trollhatten, est une machine-tender à trois essieux accouplés, destinée aux chemins de fer à voie de 0^m,88 entre les rails de l'île de Gothland.

Le foyer est placé entre l'essieu moteur et l'essieu d'arrière ; il a son enveloppe de forme carrée entretoisée avec le ciel, suivant le type que nous avons déjà si fréquemment signalé, et qui tend aujourd'hui à prévaloir.

Le régulateur est dans un dôme placé au milieu du corps cylindrique et portant les deux soupapes de sûreté ; la tringle de manœuvre est à l'intérieur, disposition générale sur les machines étrangères, tandis que le contraire a lieu en France.

Le châssis est intérieur ; il n'y a pas de coins de rattrapage de jeu pour les boîtes à graisse ; la suspension se fait, pour les roues d'avant et motrices, au moyen de quatre ressorts reliés par des balanciers latéraux, et pour l'essieu d'arrière, par un seul ressort transversal ; la machine est donc suspendue sur trois points. L'attelage est central, du système dit Norvégien.

Les cylindres sont horizontaux, extérieurs, avec les boîtes à tiroir au-dessus. Les tiroirs présentent une particularité assez curieuse ; ils ont leur axe dans le même plan vertical que celui de la tige du piston, tandis que leur propre tige est absolument sur le côté et forgée avec un cadre latéral circulaire, qui entraîne le tiroir ; on obtient ainsi le déport de la tige nécessité par la position extérieure du mécanisme de distribution, sans que la boîte à tiroir dépasse

latéralement le cylindre. La distribution est à coulisse droite, système Allan, avec manœuvre à levier; la sablière est contre le longeron, suivant la mode anglaise, au lieu d'être sur la chaudière.

Les caisses à eau sont sur les côtés de la chaudière, mais ne vont pas jusqu'à l'avant de celle-ci, pour conserver la charge à l'arrière. Il y a un abri fermé devant et derrière, et échancré sur les côtés.

Le frein, à vis, commande six sabots, un sur chaque roue; l'alimentation se fait au moyen de deux injecteurs placés sur les caisses à eau.

Voici les dimensions principales :

Surface de grille	0 ^m 58 cent.
Diamètre extérieur des tubes	42 mil.
Nombre des tubes	126
Longueur entre plaques	2 ^m 337 cent.
Surface de chauffe des tubes	38 90
— — du foyer	4 16
— — totale.	43 06
Timbre de la chaudière	10 kil.
Hauteur de l'axe au-dessus du rail	1 ^m 435 cent.
Diamètre des cylindres	0 28
Course des pistons	0 406
Ecartement des axes des cylindres	1 330
Diamètre des roues.	0 991
Ecartement des essieux extrêmes	3 050
Longueur à l'extérieur des tampons	6 45
Capacité des caisses à eau	1.650 litres.
Poids de la machine vide	12.500 kil.
— — en service.	15.800
Effort de traction à 65 0/0	2.100

La répartition de la charge est à peu près égale, et le poids maximum ne dépasse pas 5 1/2 tonnes par essieu, les rails pesant 14^{kg}, 8 par mètre courant.

Cette machine est d'un joli dessin et bien exécutée.

En somme, les deux locomotives exposées par la Suède, donnent une idée favorable de l'état, dans cette contrée, d'une industrie de création relativement récente, les chemins de fer y ayant été, jusqu'à il y a peu d'années, principalement fournis de locomotives anglaises.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Les États-Unis d'Amérique n'ont envoyé, à l'Exposition, qu'une seule locomotive qui se trouvait placée sous un abri, dans le parc, entre le palais et l'annexe des produits américains.

Cette machine, exposée par la Compagnie du Philadelphia and Reading Railroad, présente, à côté des dispositions généralement en usage aux États-Unis, des détails qu'il est permis de croire exceptionnels même dans ce pays.

La chaudière est du système patenté par l'ingénieur du matériel de la ligne, M. Wooten.

C'est une machine à cinq essieux, dont trois accouplés et deux formant avant-train mobile.

Le foyer présente une disposition particulière pour permettre l'emploi, comme combustible, d'anthracite tout-venant. A cet effet, la grille, qui débord de chaque côté des roues, a des dimensions énormes, 2^m, 55 de longueur sur 2^m, 25 de largeur; elle est à peu près horizontale et formée de tubes en fer de 50 millimètres de diamètre, dans lesquels circule l'eau de la chaudière; entre ces tubes, écartés de 106 millimètres d'axe en axe, sont des barreaux en fonte, au nombre de deux par intervalle, dont la partie supérieure est de niveau avec l'axe des tubes. Le foyer est en tôle d'acier doux; il forme une voûte elliptique très-surbaissée, la hauteur du ciel n'étant que de 0^m, 62 au-dessus de la grille; à la suite du foyer, et séparée de celui-ci par un autel en briques, est une chambre de combustion terminée par la plaque tubulaire; l'enveloppe du foyer est entretoisée avec le ciel par des entretoises vissées dans les tôles et rivées en dehors; la partie supérieure de cette enveloppe est inclinée et va rejoindre le corps cylindrique. Le foyer a deux portes de chargement de forme circulaire et descendant près du niveau de la grille. Les tubes, au nombre de 160, ont 3^m, 125 de longueur. Le régulateur à clapet équilibré avec tringle de manœuvre extérieure et latérale, est dans un dôme placé sur le corps cylindrique, et sur

lequel est installé un sifflet de dimensions énormes ; le corps cylindrique porte également un autre dôme recevant les soupapes de sûreté et dans lequel remonte le tuyau de prise de vapeur.

Il y a à l'avant de la boîte à fumée un disque avec des ouvertures d'une forme qui rappelle les papillons des bouches de chaleur et qui, manœuvré par une commande à la main du mécanicien, permet de modérer le tirage en laissant rentrer l'air extérieur.

La boîte à feu est rattachée au châssis par quatre bielles articulées, au lieu des supports à glissières généralement employés, pour prévenir les effets de la dilatation.

Le châssis est, suivant une variante du système généralement usité en Amérique, composé de deux lignes de barres de fer comprenant entre elles les plaques de garde en fonte ; ces barres ont 30 millimètres d'épaisseur sur 145 de largeur. La suspension est faite, pour les roues accouplées d'avant et du milieu, par des ressorts placés au-dessus et réunis par des balanciers ordinaires ; mais, pour les roues d'arrière, elle a lieu au moyen de ressorts reportés en arrière de l'essieu et reliés aux ressorts de l'essieu du milieu par deux balanciers dont l'un charge, dans sa partie intermédiaire, l'essieu d'arrière, disposition bizarre et compliquée, à peu près impossible à faire comprendre sans le secours de figures ; la suspension des essieux du bogie est faite au moyen de ressorts en caoutchouc pris dans des boîtes en fonte.

Les roues ont les centres en fonte et les bandages en acier ; les roues accouplées d'avant sont sans boudins.

Les cylindres sont placés extérieurement avec les boîtes à tiroir en dessus ; il n'y a qu'un modèle pour droite et gauche, de sorte qu'ils peuvent être retournés ; les pistons sont en fonte avec cercles en cuivre, garnis de métal blanc ; les tiges ont leurs crosses en fonte également garnies de métal blanc, avec quatre guides en acier par cylindre ; les bielles d'accouplement ont des têtes à bagues sans serrage.

Les tiroirs horizontaux sont munis de rouleaux en acier pour diminuer le frottement ; les tiges sont commandées par des prolongements sans articulation, qui les réunissent au levier oscillant dont le bras inférieur et intérieur aux roues reçoit l'attaque de la coulisse, genre Stephenson ; le poids des coulisses et des barres

est équilibré par un ressort, disposition essentiellement américaine dont nous avons cependant signalé un exemple européen.

L'essieu d'arrière commande, du côté droit, une pompe alimentaire qui refoule l'eau dans un réchauffeur latéral à la chaudière ; dans ce réchauffeur, formé de tubes en cuivre présentant une surface totale de 5,80 mètres carrés, passe à volonté une partie de la vapeur qui sort des cylindres. Il y a également, pour l'alimentation, un injecteur Sellers.

L'échappement dans la cheminée est à section variable par le moyen d'un cône formé de lames d'acier flexibles qu'un anneau extérieur en fonte rétrécit plus ou moins selon la position qu'on lui donne (système Bolton) ; la tuyère est à la partie inférieure de la boîte à fumée et est surmontée du tuyau vertical de grand diamètre allant presque jusqu'à la base de la cheminée que les Américains appellent *petticoat pipe*, et que nous avons déjà signalé à plusieurs reprises.

La machine est munie, à l'avant, d'un chasse-vaches et d'un fanal de dimensions colossales.

L'abri ou cab, en bois, fermé à l'avant et sur les côtés à la mode américaine, est disposé sur la partie supérieure de la boîte à feu où le machiniste doit se tenir tandis que le chauffeur est sur une plate-forme inférieure pour servir le foyer. Cette disposition, peu commode pour le personnel, n'est pas sans exemple en Amérique ; quelquefois le cab est à l'avant du corps cylindrique ; dans d'autres cas, la plate-forme du mécanicien est de chaque côté du corps cylindrique à mi-hauteur et à l'avant de la boîte à feu ¹. On trouve des exemples déjà anciens de ces arrangements bizarres dans des locomotives destinées à brûler de l'anthracite, par Ross Wynans en 1843, par Colburn en 1854, et plus tard par M. Milholland. Cette disposition paraît néanmoins relativement peu usitée.

Voici les principales dimensions de la machine :

Surface de la grille	5 ^{m²} 74
Diamètre extérieur des tubes.	51 millimètr.
Nombre des tubes.	160
Longueur entre plaques tubulaires.	3 ^m 125
Surface de chauffe des tubes	80 00

1. Pour mettre cette machine en service sur des chemins de fer européens on a dû adopter cette dernière position et modifier l'abri en conséquence.

Surface de chauffe du foyer	11 33
— — totale	91 33
Pression effective.	9 kil.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail	2 ^m 20
Hauteur de la grille au-dessus du rail	1 58
Diamètre des cylindres	0 456
Course des pistons.	0 610
Ecartement des axes des cylindres	2 040
Diamètre des roues accouplées.	1 372
Ecartement des essieux	2 870
Diamètre des roues du bogie	0 748
Ecartement des essieux extrêmes.	6 200
Longueur totale de la machine.	9 220
Poids total en service.	39.000 kil.
Poids adhérent.	30.700
Effort de traction à 65 0/0.	5.400

Le poids adhérent représente 78 pour cent du poids total et 5,65 fois l'effort maximum de traction ; mais la surface de chauffe est très-faible pour cet effort ; il est vrai que la proportion de la surface directe est énorme et que le rapport de la surface de grille à la surface de chauffe totale atteint le rapport inconnu jusqu'ici, du moins en Europe, de 1 à 16.

Nous avons fait de notre mieux pour présenter à nos lecteurs une description suffisamment exacte des dispositions générales de cette machine singulière, mais nous n'essayerons pas de leur donner une idée des formes de détail et surtout de l'exécution.

Le seul intérêt sérieux que présente ce type est dans la disposition de la chaudière, destinée à être chauffée à l'anthracite, disposition qui donne, paraît-il, de bons résultats aux Etats-Unis. Aussi cette machine a-t-elle, dès la clôture de l'Exposition, après un très-court séjour sur une ou deux lignes françaises, été envoyée dans un pays voisin, où elle est expérimentée en ce moment au point de vue de l'emploi de combustibles analogues, de l'utilisation desquels on espère une grande économie.

En réservant cette question toute spéciale, et sans contester d'ailleurs le moins du monde qu'il y ait du bon à prendre quelquefois dans la pratique transatlantique, il est permis de penser que

l'industrie américaine de la construction des locomotives eut pu être plus brillamment représentée au Champ de Mars; il suffit pour justifier cette assertion de se reporter à l'Exposition de 1867, où le spécimen, unique également, envoyé par les Etats-Unis, avait une toute autre valeur.

ANGLETERRE

L'Exposition anglaise contient à l'extrémité de la grande galerie des machines étrangères du côté du Trocadéro, quatre locomotives exposées par la maison Sharp, Stewart et C^{ie}, par la Compagnie du chemin de fer London Brighton, par M. Fairlie et par MM. Fox et Walker.

Machine Sharp. — Cette machine, figure 10, qui occupe la place d'honneur à l'extrémité de la galerie devant le trophée du Canada, est construite par la maison Sharp Stewart et C^{ie} de Manchester, auparavant Sharp frères et Sharp-Roberts, dont un des fondateurs, Roberts, faisait dès 1833 des locomotives auxquelles nous avons fait allusion, au sujet de certaines dispositions anciennes qu'on voit aujourd'hui reproduites. Ce type, très-remarquable surtout peut-être parce qu'il est un spécimen très-exact des idées encore aujourd'hui classiques en Angleterre pour la construction des locomotives, et auxquelles tiennent absolument la plupart des ingénieurs anglais, est la combinaison d'une étude propre aux constructeurs avec un type de machines express existant avec quelques variantes de détails sur divers chemins de fer anglais, entre autres sur le Midland, le London and North Western, etc.

C'est une machine à cylindres intérieurs, à trois essieux, l'essieu d'arrière accouplé avec l'essieu moteur.

Le foyer est placé entre les deux essieux accouplés dont l'écartement est suffisant pour le comprendre.

Le ciel est armé de fermes longitudinales, disposition que nous n'avions pas rencontrée encore dans la section étrangère, ces fermes sont suspendues par des agrafes à des fers à T rivés à la partie supérieure et semi-cylindrique de l'enveloppe; la face postérieure de celle-ci est maintenue par des tirants longitudinaux qui ont toute la longueur de la chaudière. La grille est horizontale et le foyer contient l'arche en brique et l'écran au-dessus du foyer, d'un usage si répandu en Angleterre. Le régulateur est dans le dôme placé sur le milieu du corps cylindrique; sa tringle intérieure est commandée par une manivelle à deux bras. Il y a une double soupape Ramsbottom sur l'enveloppe du foyer. L'alimentation se fait au moyen de deux injecteurs fixes type Sharp.

Le châssis est formé de deux longerons intérieurs aux roues; des longeronnets, allant d'un bout à l'autre de la machine, maintiennent le tablier et portent les marchepieds. Les sablières sont fixées contre les longerons en avant des roues motrices.

Les boîtes à graisse sont sans coins de rattrapage de jeu; la suspension est faite par des ressorts indépendants, au-dessus des roues pour l'essieu d'avant, au-dessous pour les essieux accouplés; le tablier de la plateforme et la traverse d'arrière sont en fonte et forment lest pour donner une charge suffisante à l'essieu d'arrière. Les roues ont des bandages en acier fondu fixés par des agrafes, disposition très-employée en Angleterre et que nous avons eu l'occasion de signaler au sujet de la machine express du chemin de fer d'Orléans. L'essieu d'avant a ses boîtes munies de plans inclinés.

Les cylindres sont intérieurs et horizontaux avec les tiroirs placés entre eux, mais un peu au-dessus et avec leurs tiges inclinées, de manière à être assez facilement abordables par l'avant de la machine; les tuyaux de vapeur et d'échappement sont dans la boîte à fumée; ces derniers sont distincts jusqu'à la tuyère. Il n'y a que deux guides par cylindre; ces guides dépassent le support de glissière, de sorte qu'on peut sortir les crosses sans démonter les guides, disposition commode qui se combine facilement avec des cylindres intérieurs, mais qui ne saurait être employée avec les cylindres extérieurs, que dans le cas où les longerons sont extérieurs aux roues. Les pistons ont des segments en bronze; les bielles motrices

ont des chapes à boulons avec écrous du côté du corps sur les tourillons de l'essieu coudé et des têtes à fourches avec chapes et clavettes du côté des crosses de piston. Les bielles d'accouplement ont des têtes à bagues rondes sans serrage ; elles ont une longueur peu commune, 2^m,641.

Le mécanisme de distribution à coulisse droite, système Allan, est disposé entre les coudes de l'essieu ; l'arbre de relevage est en dessous avec bielle inclinée et changement de marche à vis ; les colliers d'excentriques sont en fonte, mode de construction peu employé aujourd'hui et dont il n'y a guère que deux exemples à l'Exposition.

La machine est munie d'un abri très-court avec écran antérieur ; un tablier qui règne sur toute la longueur, permet de visiter le mécanisme au moyen de lampes suspendues sous le corps cylindrique. Les cylindres peuvent être graissés à distance, et il y a en outre, de chaque côté de la chaudière, des réservoirs d'huile avec de petits tuyaux allant aux diverses articulations du mécanisme, disposition déjà employée antérieurement à 1840, par la maison Sharp Roberts, sur des machines fournies par elle aux chemins de fer de Versailles et de Saint-Germain.

La machine porte un frein hydraulique, système Webb, agissant sur quatre sabots, un pour chaque roue accouplée.

Nous donnons ci-après les dimensions principales de cette machine :

Surface de grille	1 m 64
Diamètre extérieur des tubes	48 millimètr.
Nombre des tubes	219
Longueur entre plaques	3 m 21
Surface de chauffe des tubes.	105 25
— — du foyer	9 75
— — totale	115 00
Pression effective	9 kil.
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail.	2 m 186
Diamètre des cylindres	0 457
Course des pistons.	0 635
Ecartement entre les axes des cylindres	0 642
Diamètre des roues motrices.	1 982

Diamètre des roues de support.	1	220
Ecartement des essieux extrêmes	4	953
Longueur totale hors tampons	7	940
Poids de la machine vide		32.600 kil.
— — — en service		36.000
Poids adhérent.		25.000
Effort de traction à 65 0/0		3.900

Le poids adhérent représente environ 70 centièmes du poids total.

La machine Sharp est incontestablement un très beau spécimen de machine à grande vitesse à cylindres intérieurs ; l'exécution en est magnifique ; c'est de plus, comme nous l'avons dit, le vrai type anglais dans toute sa pureté ; toute pièce mobile y est soustraite à la vue avec un soin minutieux ; on n'aperçoit absolument que les bielles d'accouplement que les Anglais n'ont pas encore réussi à mettre à l'intérieur ; il est probable que la difficulté de dissimuler ces organes gênants, doit faire regretter à certains les machines à roues indépendantes où on pouvait supposer qu'il n'y avait pas plus de mécanisme que dans les locomotives à ressort des chemins de fer d'enfants ; c'était là l'idéal.

Il est juste de dire que dans la machine que nous venons de décrire, malgré la position intérieure des cylindres, le mouvement est relativement abordable et que toutes les précautions ont été prises pour en faciliter la surveillance.

On pourrait discuter indéfiniment sur les mérites comparatifs des types anglais et des types qu'on peut appeler continentaux, sans arriver à une solution, parce que la question est, de part et d'autre, dominée par des idées de parti pris dont nous ne pouvons donner une meilleure idée qu'en citant quelques lignes d'un article récent du journal anglais *Engineer*, sur les locomotives françaises de l'Exposition.

« Nos ingénieurs (anglais) de chemins de fer ont peut-être un peu trop l'habitude non-seulement de regarder nos locomotives comme les meilleures du monde, mais encore de considérer toutes les autres comme radicalement mauvaises ; s'il peut résulter pour eux de leurs visites à l'Exposition de Paris la conviction que des machines très-différentes de celles que nous voyons chez nous, peuvent faire un bon service, ce sera déjà un résultat ; nous arri-

« verons à admettre qu'il est possible, peut-être même dans certains cas désirable, de se départir un peu de la sévère simplicité « qui caractérise les locomotives anglaises, tandis que nos voisins « d'au-delà du détroit verront que des machines à cylindres intérieurs d'une disposition simple et compacte peuvent faire tout « ce que font leurs machines et peut-être *un peu plus*. » Le ton général de l'article est conciliant et modéré ; les derniers mots laissent néanmoins voir le bout de l'oreille.

La machine Sharp a été achetée, depuis la clôture de l'Exposition, par la Compagnie d'Orléans ; sa mise en service sur cette ligne permettra donc d'apprécier l'existence d'abord et ensuite la valeur de l'*un peu plus* du journal anglais.

Machines du London-Brighton. — La machine exposée par la Compagnie du London-Brighton and South Coast Railway a été construite dans les ateliers de la Compagnie à Brighton, d'après un type étudié en 1872 par M. Stroudley, ingénieur du matériel de cette Compagnie, et connu sous le nom de type *Terrier*. Ces machines font le service du South-London et autres lignes de la banlieue de Londres.

C'est une locomotive-tender d'assez petites dimensions, à cylindres intérieurs avec trois essieux accouplés.

Le foyer est entre l'essieu moteur et l'essieu d'arrière, la grille est horizontale, les barreaux sont posés sur des supports en fer rond ; le ciel du foyer, presque circulaire, est rattaché à la partie supérieure de l'enveloppe, qui affecte la même forme, par des entretoises rayonnantes ; il y a une arche en briques dans le foyer, et la porte a la disposition d'un clapet s'ouvrant en dedans. Les tubes en laiton sont légèrement inclinés ; il y a un très-petit dôme sur l'arrière du corps cylindrique ; ce dôme contient le régulateur à tringle intérieure et porte les soupapes de sûreté ; les tuyaux de prise de vapeur sont dans la boîte à fumée.

Le châssis est intérieur aux roues ; la suspension est faite par des ressorts indépendants placés en dessous ; les boîtes à graisse n'ont pas de coins de rattrapage de jeu.

Les cylindres intérieurs sont inclinés ; les boîtes à tiroirs sont disposées entre les cylindres ; les pistons ont une forme conique, ainsi que les fonds et couvercles.

Il y a quatre guides par cylindre, les grosses têtes de bielles sont serrées par des boulons avec les écrous du côté du corps; les petites têtes ont des serrages à clavettes. Les tiges de tiroir sont très-déportées sur les côtés pour permettre de loger les excentriques entre les coudes de l'essieu; elles ont des guides ronds pris dans la plaque de support des glissières; les coulisses sont du type Stephenson, le relevage est à levier et secteur denté.

Les bielles d'accouplement sont à bagues sans serrage.

Les boutons de manivelles d'accouplement sont calés sur les roues dans le même sens que les coudes de l'essieu moteur, au lieu d'être à l'opposé; c'est une disposition que nous avons déjà signalée au sujet de la machine express des chemins de fer de l'Ouest.

L'alimentation se fait au moyen de deux pompes commandées directement par les crosses des pistons.

Le tuyau d'échappement dans l'axe de la boîte à fumée a, à sa partie supérieure, deux tubulures latérales démasquées à volonté par des valves, et qui conduisent la vapeur dans les caisses à eau placées latéralement à la chaudière et sur l'arrière; ces caisses sont fermées, et la vapeur non-condensée peut s'échapper par des petites cheminées; cette disposition est employée dans des parcours en souterrain; les soutes à charbon et caisses à outils sont sur l'arrière; la machine est munie d'un abri fermé devant et derrière avec lunettes, et échancré sur les côtés. Il y a un frein à vis à six sabots, un pour chaque roue. La machine a, en outre, une installation de frein continu à air comprimé Westinghouse, et un indicateur de vitesse dû à M. Stroudley, formé d'une sorte de pompe centrifuge de très-petites dimensions, mue au moyen d'une corde sans fin par l'essieu d'arrière de la machine; l'eau est refoulée par un petit tube en cuivre terminé par un tube de verre vertical placé sous les yeux du mécanicien; la hauteur à laquelle l'eau s'élève dans ce tube, qui est gradué, indique la vitesse.

Voici les dimensions principales :

Surface de grille	0 m ² 93
Diamètre extérieur des tubes	45 millimètr.
Nombre des tubes	125
Longueur entre plaques	2 m 946
Surface de chauffe des tubes (à l'intérieur)	43 66
Surface de chauffe du foyer	5 10

Surface de chauffe totale.	48 76
Pression effective	10 kil.
Hauteur de l'axe au-dessus du rail. . . .	1 ^m 74
Diamètre des cylindres	0 382
Course des pistons	0 510
Ecartement des axes des cylindres. . . .	0 686
Diamètre des roues	1 206
Ecartement des axes des cylindres	3 660
Longueur de la machine hors tampons . .	7 930
Capacité des caisses à eau	2.270 litres
Poids de la machine vide.	21.000 kil.
— — en service.	24.740
Effort de traction à 65 0/0	4.000

Il y a une quarantaine de machines de ce type ; l'une d'elles, dont quelques pièces de mécanisme étaient exposées, avait, dit la notice de la Compagnie, effectué depuis 1872, un parcours total de 289,480 kilomètres sans réparations.

Ce type est fort bien étudié et exécuté ; mais on ne peut se dissimuler que le petit diamètre des roues et la position des caisses à eau en rendent le mécanisme absolument inabordable. Nous ne pourrions donc que reproduire à ce propos, en les accentuant, les observations faites au sujet de la machine précédente.

Machine Fairlie. — Cette machine, représentée figure 1, est exposée par M. Fairlie, et a été construite à Bristol dans les ateliers dits Avonside Works, précédemment Stothert et Slaughter.

Ce type, qui diffère considérablement des machines établies jusqu'ici par l'auteur, est à chaudière unique reposant sur deux trucks, dont un moteur et un porteur.

Le foyer est placé entre l'essieu d'arrière du premier truck et l'essieu d'avant du second ; le ciel est armé par des fermes longitudinales agrafées à l'enveloppe de forme semi-circulaire et renflée ; la grille est légèrement inclinée ; la face d'arrière de l'enveloppe de boîte à feu et la plaque tubulaire d'avant sont reliées aux parois longitudinales par des goussets.

Le régulateur à tringle intérieure est dans le dôme placé sur le milieu du corps cylindrique ; les soupapes de sûreté, à ressort agissant par traction, mais placé à la partie supérieure, du type Naylor,

sont au-dessus du foyer. L'alimentation se fait au moyen de deux injecteurs.

Le châssis est divisé en deux trucks ; celui d'avant porte la traverse d'avant de la machine et les cylindres, et repose sur les deux essieux accouplés ; le truck d'arrière se compose simplement d'un châssis reposant sur les deux essieux porteurs.

L'ensemble de la chaudière, de la plate-forme, des caisses à eau, soutes à charbon et traverse d'arrière, repose sur les deux trucks, savoir : sur celui d'avant par un pivot creux de très-grand diamètre fixé à la partie inférieure du corps cylindrique et par des platines circulaires placées à l'avant du foyer, et sur le truck d'arrière par un simple pivot ; les deux pivots sont munis de fortes rondelles de caoutchouc pour donner de l'élasticité aux articulations.

La suspension est faite au moyen de ressorts indépendants placés au-dessous des essieux moteurs et au-dessus des essieux porteurs.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux avec les boîtes à tiroirs au-dessus ; les tuyaux d'arrivée de vapeur sont formés de plusieurs pièces articulées avec des rotules et des presse-étoupes, pour permettre les mouvements de l'avant-train ; le tuyau d'échappement a une rotule analogue placée à la partie inférieure de la boîte à fumée ; la tuyère se trouve très-bas, et il y a un tuyau dit *petticoat pipe*, à la mode américaine, qui a toute la hauteur de la boîte à fumée ; ce tuyau, d'assez gros diamètre, est à charnière à sa base, de sorte qu'il peut se rabattre pour permettre le nettoyage des tubes.

La distribution est du système Walschaerts, tout à fait inusité en Angleterre ; il est probable que ce système a été importé de Belgique par M. Fairlie qui avait fourni une de ses machines au chemin de fer du Luxembourg. Le changement de marche est à levier et secteur denté.

Les caisses à eau sont au nombre de trois, deux latérales à la chaudière et une à l'arrière de la plate-forme ; il y a un abri fermé devant et derrière et échancré sur les côtés. La machine est munie d'un frein à vis commandant six sabots, dont quatre agissent sur les roues du truck arrière, et deux sur les roues motrices ; les tringles de commande du frein sont munies de genouillères pour se prêter aux obliquités que les trucks peuvent prendre par rapport à la plate-forme ; pareille précaution est prise pour le changement de marche,

Voici les principales dimensions de cette machine :

Surface de la grille	1 ^{m²} 44
Diamètre extérieur des tubes	51 millimètr.
Nombre de tubes	181
Longueur entre plaques	3 ^m 30
Surface de chauffe des tubes	95 05
— — du foyer	6 70
— — totale	101 75
Timbre de la chaudière	10 kil.
Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2 ^m 153
Diamètre des cylindres	0 407
Course des pistons	0 560
Ecartement des axes des cylindres	2 00
Diamètre des roues accouplées	1 676
— — de support	1 22
Ecartement des essieux accouplés	1 981
— — extrêmes	6 610
Longueur totale hors tampons	10 32
Capacité des caisses à eau	5.400 litres.
Poids de la machine vide	34.500 kil.
— — en service	44.700
Effort de traction à 65 0/0	3.600

Le poids adhérent ne doit pas dépasser 25 à 26 tonnes, soit de 55 à 58 centièmes du poids total.

Il est, croyons-nous, assez difficile de se rendre compte des idées qui ont présidé à la confection du type de machine qui vient d'être décrit. Nous n'avons rien trouvé, dans les nombreux documents publiés par l'inventeur, et dont le volumineux ensemble constitue ce qu'on a appelé la littérature Fairlie, de nature à nous éclairer suffisamment à cet égard. Les premières machines de ce genre, c'est-à-dire à deux trucks, dont un seul moteur, paraissent avoir été faites par M. Fairlie vers 1870 pour le chemin de fer du sud-ouest de l'Irlande ; ces machines, au nombre de deux, ne diffèrent guère de celle de l'Exposition que par la position intérieure des cylindres et par leurs dimensions un peu plus faibles. Le but de l'emploi de deux trucks est évidemment de donner à la machine une grande flexibilité combinée avec une stabilité suffisante pour permettre le passage dans les courbes de très-petit rayon avec une certaine

vitesse. Mais le parallélisme des essieux n'est qu'une des causes de la résistance dans les courbes, et ce n'est peut-être pas la plus sérieuse; d'ailleurs, avec la voie de 1^m50, le rayon des courbes est rarement assez faible, au moins sur des lignes à transports à grande vitesse, pour que les dispositions ordinaires, boîtes radiales, avant ou arrière-train mobile, articulations Engerth, etc., ne suffisent pas et pour qu'il faille recourir à des arrangements aussi compliqués.

Le type ordinaire de M. Fairlie, qui n'est d'ailleurs, comme nous l'avons indiqué au début de cette étude, sauf la présence des caisses à eau, que la reproduction de la machine *Seraing* du concours du Sëmmering, le type à deux trucks moteurs et à double chaudière¹, a pour but, disait l'auteur, de permettre l'emploi de locomotives d'une puissance quelconque sur les voies les plus étroites; on peut ainsi faire des machines lourdes avec une faible charge sur chaque roue, et le poids entier, y compris l'eau et le combustible, étant utilisé pour l'adhérence, les machines sont capables de remonter des rampes réputées impraticables jusqu'ici.

La machine exposée n'a, comme on peut en juger, aucun point commun avec ce programme; elle provient d'un autre courant d'idées qui paraît médiocrement heureux. L'existence d'un second truck mobile à l'avant est peu justifiée, surtout en présence de la complication qu'il entraîne inévitablement; il est vrai, que si on le supprimait, la machine ne serait plus une machine Fairlie.

Machine Fox et Walker. — MM. Fox, Walker et C^{ie}, à Bristol, exposent une locomotive-tender à six roues couplées dont la disposition générale est représentée figure 3.

Le foyer est logé entre l'essieu du milieu et l'essieu d'arrière; il est assez profond et a peu de longueur dans le sens de l'axe longitudinal de la machine; la grille est horizontale, le ciel est armé de fermes disposées en long et rattachées à la partie supérieure de l'enveloppe semi-circulaire. Le régulateur à tringle intérieure est dans la boîte à fumée; la vapeur y arrive par un tube qui a toute la longueur de la chaudière et dont un branchement vertical s'élève dans

1. Il est intéressant de rappeler que Thouvenot avait, dès 1862, étudié et proposé pour la traversée des Alpes une locomotive à deux trucks moteurs sous une double chaudière, avec laquelle les types ordinaires de M. Fairlie ont, sauf les détails de construction, une très-grande analogie.

un petit dôme placé au milieu du corps cylindrique et portant les soupapes de sûreté.

L'alimentation se fait avec une pompe et un injecteur.

Le châssis est intérieur aux roues; la suspension est faite par des ressorts indépendants disposés en dessus.

Les cylindres sont légèrement inclinés et commandent l'essieu du milieu par des bielles relativement courtes.

Les tiroirs sont à l'intérieur du châssis ainsi que le mécanisme de distribution à coulisse de Stephenson; la commande est à levier et secteur denté.

La caisse à eau est sur la chaudière, disposition assez employée en Angleterre et connue sous le nom de *saddle tank*, expression qu'on peut traduire littéralement en français par celle de caisse à eau en forme de bât.

L'abri, fermé devant et derrière, est échancré sur les côtés; la machine est munie d'un frein à vis à quatre sabots agissant sur les roues du milieu et d'arrière.

Voici les dimensions principales :

Surface de grille	0 m ² 68
Diamètre extérieur des tubes	45 millimètr.
Nombre des tubes	125
Longueur entre plaques	2 m 54
Surface de chauffe des tubes	44 00
— — du foyer	4 57
— — totale	48 57
Pression effective	9 kil.
Hauteur de l'axe au-dessus du rail	1 m 614
Diamètre des cylindres	0 357
Course des pistons	0 510
Ecartement des axes des cylindres	1 900
Diamètre des roues	1 080
Ecartement des essieux extrêmes	2 960
Longueur de la machine hors tampons	7 120
Poids de la machine vide	18.000 kil.
— — en service	22.500
Capacité des caisses à eau	2.700 litres
Effort de traction à 65 0/0	3.500

Les constructeurs disent avoir fourni environ 300 machines de

ce type en Angleterre, Suède, Russie, Autriche, Hollande, etc., pour des chemins de fer et pour des entrepreneurs de travaux.

Ils appliquent, au besoin, à ce genre de machines une disposition due à M. Handyside, et dont il est intéressant de dire quelques mots. Elle a pour but de permettre la traction sur les fortes rampes.

A l'arrière de la machine, et sous la plate-forme, est disposé un tambour sur lequel s'enroule une chaîne ou un câble ; ce tambour est mis en mouvement par une petite machine spéciale qui prend la vapeur à la chaudière de la locomotive.

Celle-ci est munie d'un frein spécial à griffe qui saisit fortement les rails et permet de rendre la machine immobile sur la voie, même lorsque le câble du tambour subit une traction considérable.

Supposons la machine attelée à un train et arrivant au pied d'une rampe sur laquelle elle ne peut remonter le train entier : on détache la portion excédante qu'on laisse au bas de la rampe ; on attache au premier wagon le bout du câble, et la machine monte la rampe avec la portion qu'elle peut traîner. Dès qu'elle est arrivée au haut de la rampe, ou quand la totalité du câble est déroulée, la machine est fixée à la voie par le frein à griffes, le tambour est mis en mouvement et on remonte ainsi la portion du train laissée au bas. On répète l'opération aussi souvent qu'il est nécessaire pour faire arriver la totalité de la charge jusqu'au sommet de la rampe ; de même pour la descente, dans le cas où l'inclinaison arriverait à une limite dangereuse.

Le système est ingénieux ; il peut être utilement employé pour des chemins de fer industriels, usines ou travaux, mais semble difficilement applicable pour l'exploitation régulière des chemins de fer ordinaires. Des machines de ce genre ont été fournies, paraît-il, par MM. Fox Walker et C^{ie}, aux gouvernements anglais et russe, ainsi qu'à des compagnies particulières, entrepreneurs, etc.

CONCLUSION

On s'attend peut-être à ce qu'après avoir terminé l'examen détaillé des locomotives exposées, nous présentions quelques appréciations sur le mérite comparatif des diverses expositions. Nous croyons qu'il est nécessaire de garder une grande réserve à cet égard pour les raisons qui ont été émises au début de cette étude ; il serait téméraire, disions-nous en commençant, d'espérer retirer de l'examen des locomotives exposées des indications bien précises sur les tendances qui régissent actuellement dans les divers pays la construction des machines de chemins de fer ; il en est de même, à un plus haut degré peut-être, de l'état de cette industrie, et cela toujours parce que, pour une foule de motifs qu'il est très-facile de comprendre, les spécimens peu nombreux envoyés des contrées étrangères peuvent n'avoir qu'un rapport très-éloigné avec la construction courante du pays.

Serait-il sensé de porter un jugement quelconque sur l'industrie de la fabrication des locomotives en Angleterre, d'après l'examen des quatre machines de l'Exposition anglaise, dont une seule peut-être présente un type employé d'une manière courante sur un grand chemin de fer ? Ces quatre échantillons, quelle que soit d'ailleurs la valeur de quelques-uns, peuvent-ils suffire à donner une idée des moteurs employés sur les cent et quelques lignes de chemins de fer de la Grande-Bretagne et construits par les 15 ou 16 établissements s'occupant spécialement ou principalement de la construction des locomotives sans compter les ateliers des Compagnies de chemins de fer ?

Nous ne jugerons pas davantage l'industrie des Etats-Unis d'Amérique par le spécimen bizarre qui la représente seul à l'Exposition de 1878.

L'Autriche, la Belgique et la Suisse ont des expositions relativement plus importantes. Le premier de ces pays a trois machines d'autant plus intéressantes qu'elles sont parfaitement appropriées aux conditions de trafic de lignes importantes, notamment la machine du Brenner. La Belgique, dans ses machines de l'Etat et du Grand-Central, nous offre également des types étudiés en vue de conditions spéciales d'exploitation. L'Exposition suisse offre un caractère d'originalité tout particulier; au lieu de copier des modèles étrangers pour l'exécution desquels ils se seraient trouvés dans des conditions économiques désavantageuses, les constructeurs de ce pays ont cherché à créer des types répondant à certaines nécessités locales, et on doit reconnaître qu'ils y ont parfaitement réussi.

La Suisse tient une place des plus honorables dans la classe 64, et il nous sera permis de dire que si la locomotive Compound, qui a été décrite avec les machines françaises, avait, comme son auteur était en droit de le faire, été présentée au public dans la section suisse, celle-ci aurait à elle seule réuni presque la totalité des nouveautés qu'on rencontrait à l'Exposition en fait de locomotives.

La France seule se trouvait en situation de fournir dans son exposition une représentation fidèle de la production nationale; et, à part deux ou trois machines, les locomotives exposées appartenaient à des types qu'on rencontre en nombre considérable sur nos lignes de chemins de fer.

Par suite de l'abondance et de la variété des spécimens exposés, les tendances sont plus faciles à suivre; nous ne parlons, bien entendu, que des dispositions d'ensemble, les points de détail les plus remarquables ayant été signalés lors de l'examen individuel des types.

Les ingénieurs paraissent s'être surtout préoccupés des machines à grande vitesse; ils ont cherché à assurer leur stabilité, soit par l'adjonction d'un essieu porteur à l'arrière, donnant ainsi à la machine quatre essieux, dont deux accouplés, soit en conservant trois essieux, mais reportant un des essieux à grandes roues à l'arrière du foyer; cette dernière solution a, en tout cas, l'avantage de con-

server à l'appareil un poids plus modéré, par rapport au poids servant à l'adhérence.

L'Exposition nous offre aussi, principalement dans les sections étrangères, des exemples de machines à trois essieux accouplés pour le service des trains de voyageurs.

Cette solution s'imposera nécessairement si on est obligé de dépasser la charge de 25 à 27 tonnes pour l'adhérence, ou si cette charge est, par suite de l'échantillon de la voie, trop forte pour être portée sur deux essieux seulement.

Une tendance bien manifeste de l'Exposition, tendance que nous avons déjà plusieurs fois signalée, est l'extension de l'emploi des machines-tenders pour trains de voyageurs à grands parcours.

Rappelons à ce sujet les machines de l'Ouest, des Dombes, de l'Etat belge, du Central belge, etc. On réalise ainsi une économie notable sur le poids du moteur.

Nous ne mentionnons que pour mémoire certaines dispositions qui n'ont rien de nouveau par elles-mêmes, mais qu'on peut voir avec curiosité et même intérêt essayées dans des pays jusqu'alors rebelles à leur emploi, par exemple les avant-trains articulés Bissels ou Bogies.

L'Exposition de 1878 présentait aussi une partie à peu près inconnue dans les précédentes Expositions, tout ce qui concernait le matériel des chemins à petite voie, cette fois largement représenté.

Signalons enfin les tentatives ayant pour objet de réaliser des économies de combustible, soit par l'augmentation du produit en vapeur de ce combustible, soit par l'amélioration du travail de la vapeur elle-même, tentatives faites dans l'idée de faire profiter enfin les machines locomotives des progrès incontestables réalisés depuis plusieurs années dans les machines fixes et marines, et auxquels les chemins de fer ne sauraient rester indéfiniment étrangers.

En résumé, le grand concours international de 1878 n'a, pas plus que ses devanciers, apporté ou promis de solution destinée à révolutionner le mode actuel de traction des chemins de fer, mais il a fourni son contingent de progrès réels et sérieux dans la construction des locomotives, c'est tout ce qu'on pouvait lui demander.

M. Couche commençait son rapport sur les locomotives à l'Exposition de 1867 en disant : « La machine locomotive a été si bien étu-

« diée, elle est déjà si perfectionnée et si simple, elle remplit si bien,
« en général, les conditions variées de sa destination, qu'elle laisse
« dès à présent peu à désirer. Tant qu'elle sera fondée sur les
« mêmes principes, tant qu'elle sera une des formes de la produc-
« tion du travail par la combustion du charbon et de la transmission
« de ce travail par la vapeur d'eau, il est assez probable qu'elle ne
« recevra pas de modifications profondes. L'Exposition de 1867 n'a
« donc pas révélé de progrès saillants ; mais les progrès de détail
« sont, au contraire, réels et nombreux. » Cette conclusion peut
s'appliquer sans le moindre changement à l'Exposition de 1878, et
tout en faisant la part des surprises que l'avenir peut nous réserver,
nous pensons bien qu'elle conviendra encore à plus d'une
future Exposition.

LES LOCOMOTIVES A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS EN 1878

TABEAU A

LOCOMOTIVES POUR TRAINS LOURDS ET RAPIDES

LIGNES AUXQUELLES APPARTIENNENT LES MACHINES.	ORLÉANS	LYON	EST	MIDI	NORD	OUEST
Constructeur	La Compagnie (Paris)	La Compagnie (Paris)	La Compagnie (Epernay)	La Compagnie (Bordeaux)	Société Alsacienne	Société des Batignolles
Surface de grille	1.62	2.14	2.38	1.71	2.31	1.75
Diamètre intérieur des tubes	0.0425	0.046	0.044	0.046	0.041	0.045
Longueur entre les plaques tubulaires	5.00	4.93	3.50	3.50	2.50	3.85
Nombre	177	164	206	180	201	156
Diamètre moyen du corps cylindrique	1.250	1.238	1.268	1.280	1.251	1.170
Épaisseur de la tôle	0.0135	0.0145	0.0135	0.014	0.0145	0.014
Timbre de la chaudière	9 kg	9 kg	9 kg	9 kg	10 kg	9 kg
Surface de chauffe des tubes (à l'intérieur)	118.16	116.84	99.66	91.04	90.61	84.90
— directe	10.60	9.00	8.50	9.12	9.37	7.10
— totale	128.76	125.84	108.16	100.16	99.98	92.00
— réduite	50.32	47.940	41.72	39.46	42.70	37.77
Volume d'eau avec 0 ^m ,10 au-dessus du foyer	3.800	3.700	2.700	2.950	3.050	2.800
Volume du foyer	2.059	2.450	2.705	2.596	2.970	1.880
Surface de niveau d'eau	7.25	7.528	6.244	5.70	6.480	5.614
Rapport de la surface de chauffe totale à la surface directe	12.1	14	12.7	10.9	10.7	13
Rapport de la surface de chauffe totale à la surface de grille	79.5	59	45.5	58.6	43.3	52.6
Nombre de mètres carrés de surface de chauffe par mètre cube de foyer	62.5	51.3	40	38.6	33.6	48.9
Nombre de mètres carrés de surface de chauffe par mètre cube d'eau	33.9	34	40	28.6	32.7	32.8
Nombre de mètres carrés de surface de chauffe par mètre carré de surface de niveau d'eau	17.76	16.72	17.32	17.57	15.43	16.38
Section de passage des tubes	0.251	0.273	0.313	0.299	0.265	0.248
— par rapport à la grille	0.155	0.127	0.133	0.175	0.114	0.142
Section minima de la cheminée	0.132	0.196	0.132	0.159	0.119	0.138
— par rapport à la grille	0.0815	0.0917	0.0555	0.093	0.0517	0.079
Section minima de la cheminée par rapport à la section de passage des tubes	0.526	0.720	0.421	0.532	0.450	0.558
Nombre de mètres carrés de surface de chauffe par mètre carré de passage des tubes	513	462	345	335	376	371
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail	1.957	1.940	2.100	2.00	2.10	2.150
Diamètre des cylindres	0.44	0.50	0.45	0.43	0.432	0.42
Course des pistons	0.65	0.65	0.64	0.60	0.610	0.60
Distance entre les axes des cylindres	1.90	1.90	2.10	2.06	0.760	0.98
Diamètre des roues accouplées	2.00	2.10	2.30	2.09	2.100	1.93
— de support	1.26	1.30	1.35	1.40	1.01	1.29
Écartement des essieux extrêmes	5.70	5.90	5.35	5.40	6.32	4.40
Rapport de cet écartement à l'entre-axe des cylindres	3.00	3.10	2.55	2.62	8.32	4.49
Longueur de la machine à l'extérieur des tampons	9.344	9.560	8.435	8.570	9.270	8.50
Poids de la machine vide	37.700	40.840	35.680	34.100	38.400	33.000
Poids en service	41.800	44.840	38.490	37.590	41.600	36.000
Poids utile pour l'adhérence	24.950	25.220	27.000	26.000	27.200	24.900
Rapport du poids adhérent au poids total	0.60	0.56	0.70	0.69	0.65	0.69
Adhérence calculée au sixième du poids adhérent	4.158	4.203	4.500	4.333	4.533	4.150
Effort de traction $F = 0,65 \frac{p d^2 l}{D}$	3.680	4.530	3.300	3.105	3.520	3.210
Rapport de l'effort de traction à l'adhérence	0.89	1.08	0.73	0.72	0.77	0.77
Effort de traction par mètre carré de surface de chauffe réduite	72.10	94.50	79.10	78.60	82.40	84.90
Effort de traction par tonne de poids total	880 kg	1.010 kg	858 kg	807 kg	846 kg	892 kg
Poids de la machine vide par mètre carré de surface de chauffe réduite	749	852	855	865	899	874
Poids de la machine en service par mètre carré de surface de chauffe réduite	830	935	922	950	974	953

TABEAU B

LOCOMOTIVES POUR VOIE D'UN MÈTRE

CONSTRUCTEURS DES MACHINES	COMPAGNIE DE FIVES-LILLE	CAIL ET C ^{ie}	SOCIÉTÉ DES BATIONOLLES	SOCIÉTÉ DE PASSY	CORPET ET BOURDON
Surface de grille	0.85	0.63	0.42	0.57	0.60
Diamètre intérieur des tubes	0.041	0.041	0.037	0.044	0.045
Longueur entre les plaques tubulaires	3.00	2.36	3.00	2.43	2.42
Nombre	118	81	64	82	76
Diamètre moyen du corps cylindrique	1.00	0.88	0.76	0.90	0.89
Épaisseur de la tôle	0.011	0.011	0.008	0.009	0.011
Timbre de la chaudière	8 kg	9 kg	7 kg	8 kg	9 kg
Surface de chauffe des tubes (à l'intérieur)	45.60	24.62	22.32	27.55	26.00
— directe	3.62	3.57	2.18	3.30	3.43
— totale	49.22	28.19	21.50	30.85	29.43
— réduite	18.22	11.78	9.62	12.48	12.13
Volume d'eau avec 0 ^m ,10 au-dessus du foyer	1.700	1.060	0.980	1.150	1.270
Volume du foyer	0.837	0.590	0.325	0.591	0.536
Surface de niveau d'eau	4.025	3.130	2.450	2.54	2.559
Rapport de la surface de chauffe totale à la surface directe	13.6	7.9	11.2	9.35	8.58
Rapport de la surface de chauffe totale à la surface de grille	57.9	44.7	55.9	51.1	49.0
Nombre de mètres carrés de surface de chauffe par mètre cube de foyer	58.8	47.7	75.4	52.2	54.9
Nombre de mètres carrés de surface de chauffe par mètre cube d'eau	29	26.6	24.8	26.8	23.1
Nombre de mètres carrés de surface de chauffe par mètre carré de surface de niveau d'eau	12.22	9.00	10.00	12.14	11.50
Section de passage des tubes	0.156	0.107	0.069	0.125	0.121
— par rapport à la grille	0.183	0.169	0.164	0.219	0.201
Section minima de la cheminée	0.0755	0.0491	0.0433	0.0829	0.0616
— par rapport à la grille	0.0888	0.0779	0.1031	0.1155	0.1026
— par rapport à la section de passage des tubes	0.484	0.459	0.629	0.665	0.509
Nombre de mètres carrés de surface de chauffe par mètre carré de passage des tubes	316	264	356	217	243
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail	1.48	1.23	1.23	1.325	1.500
Diamètre des cylindres	0.32	0.25	0.26	0.28	0.30
Course des pistons	0.50	0.36	0.38	0.41	0.40
Distance entre les axes des cylindres	1.55	1.39	1.456	1.985	1.535
Diamètre des roues accouplées	1.00	0.80	0.80	1.05	0.80
Écartement des essieux extrêmes accouplés	2.80	1.72	2.05	1.80	1.83
Rapport de cet écartement à l'entre-axe des cylindres	1.80	1.24	1.41	0.90	1.19
Longueur de la machine à l'extérieur des tampons	7.44	5.89	6.246	5.85	6.40
Capacité des caisses à eau	18.000	1.000	1.420	2.000	2.340
Poids de la machine vide	20.000	9.800	10.700	12.000	13.960
Poids en service	16.800	12.000	13.600	16.100	18.400
Poids utile pour l'adhérence	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00
Rapport du poids adhérent au poids total	2.800	2.000	2.266	2.683	3.066
Adhérence calculée au sixième du poids adhérent	2.829	1.645	1.461	1.708	2.633
Effort de traction $F = 0,65 \frac{p d^2 l}{D}$	1.01	0.82	0.65	0.64	0.86
Rapport de l'effort de traction à l'adhérence	150	139	151	137	216
Effort de traction par mètre carré de surface de chauffe réduite	141	137	108	106	143
Effort de traction par tonne de poids total	903	832	1.112	961	1.150
Poids de la machine vide par mètre carré de surface de chauffe réduite	1.063	1.019	1.413	1.290	1.516
Poids de la machine en service par mètre carré de surface de chauffe réduite					

1. La machine de Fives-Lilles est la seule à tender séparé.





