

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)	Hennebert, Eugène
Titre	Communications militaires
Adresse	Paris : Gauthier-Villars : Masson [1896?]
Collation	212-[16]-16 p. : fig. ; 19 cm
Nombre de vues	250
Cote	CNAM-BIB 12 Q 25
Sujet(s)	Communications militaires
Thématique(s)	Transports
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	09/11/2016
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/021277397
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?12Q25

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

DIRIGÉE PAR M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

Collection de 250 volumes petit in-8 (30 à 40 volumes publiés par an)

CHAQUE VOLUME SE VEND SÉPARÉMENT : BROCHÉ, 2 FR. 50; CARTONNÉ, 3 FR.

*Ouvrages parus***Section de l'Ingénieur**

- R.-V. PICOU. — Distribution de l'électricité. — I. Installations isolées. II. Usines centrales.
- A. GOUILLY. — Air comprimé ou raréfié.
- DUQUESNAY. — Résistance des matériaux.
- DWELSHAUVERS-DERY. — Étude expérimentale calorimétrique de la machine à vapeur.
- A. MADAMET. — Tiroirs et distributeurs de vapeur.
- M. DE LA SOURCE. — Analyse des vins.
- ALHEILIG. — Travail des bois.
- AIMÉ WITZ. — Thermodynamique.
- LINDET. — La bière.
- TH. SCHLESING fils. — Chimie agricole.
- SAUVAGE. — Types de moteurs à vapeur.
- LE CHATELIER. — Le grisou.
- MADAMET. — Détente variable de la vapeur. Dispositifs qui la produisent.
- DUBOUT. — Appareils d'essai des moteurs à vapeur.
- CRONEAU. — Canon, torpilles et cuirasse.
- H. GAUTIER. — Essais d'or et d'argent.
- LECOMTE. — Les textiles végétaux.
- ALHEILIG. — Corderie.
- DE LAUNAY. — Les gîtes métallifères.
- BERTIN. — État de la marine de guerre.
- FERDINAND JEAN. — L'industrie des peaux et des cuirs.
- BERTHELOT. — Traité pratique de calorimétrie chimique.
- DE VIARIS. — L'art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes.
- MADAMET. — Épures de régulation.
- GUILLAUME. — Unités et étalons.
- WIDMANN. — Principes de la machine à vapeur.
- MINEL (P.). — Électricité industrielle. (2 vol.).
- LAVERGNE (Gérard). — Turbines.
- HÉBERT. — Boissons falsifiées.
- NAUDIN. — Fabrication des vernis.
- SINIGAGLIA. — Accidents de chaudières.
- H. LAURENT. — Théorie des jeux.
- GUENEZ. — Décoration de la porcelaine au feu de moufle.
- VERMAND. — Moteurs à gaz et à pétrole.

Section du Biologiste

- FAISANS. — Maladies des organes respiratoires.
- MAGNAN et SÉRIRUX. — Le délire chronique à évolution systématique.
- AUVARD. — Séméiologie génitale.
- G. WEISS. — Electrophysiologie.
- BAZY. — Maladies des voies urinaires.
- WURTZ. — Technique bactériologique.
- TROUSSEAU. — Hygiène de l'œil.
- FÉRÉ. — Épilepsie.
- LAVERAN. — Paludisme.
- POLIN et LABIT. — Examen des aliments suspects.
- BERGONIE. — Physique du physiologiste et de l'étudiant en médecine. Actions moléculaires, Acoustique, Electricité.
- AUVARD. — Menstruation et fécondation.
- MÉGNIN. — Les acariens parasites.
- DEMELIN. — Anatomie obstétricale.
- CUÉNOT. — Les moyens de défense dans la série animale.
- A. OLIVIER. — L'accouchement normal.
- BERGÉ. — Guide de l'étudiant à l'hôpital.
- CHARPIN. — Les poisons de l'urine.
- ROGER. — Physiologie normale et pathologique du foie.
- BROcq et JACQUET. — Précis élémentaire de dermatologie. (5 vol.).
- HANOT. — De l'endocardite aiguë.
- WEILL-MANTOU. — Guide du médecin d'assurances sur la vie.
- LANGLOIS. — Le lait.
- DE BRUN. — Maladies des pays chauds.
- BROCA. — Traitement des tumeurs blanches chez l'enfant.
- DU CAZAL et CATRIN. — Médecine légale militaire.
- LAPERSONNE (DE). — Maladies des paupières et des membranes externes de l'œil.
- KÖHLER. — Application de la photographie aux Sciences naturelles.
- BEAUREGARD. — Le microscope et ses applications.
- LESAGE. — Le choléra.
- LANNELONGUE. — La tuberculose chirurgicale.
- CORNEVIN. — Production du lait.
- J. CHATIN. — Anatomie comparée (4 v.).

in 12 9-25 Prix 3.⁰⁰/2.⁵⁵

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE

SOUS LA DIRECTION DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

*Ce volume est une publication de l'Encyclopédie
scientifique des Aide-Mémoire ; F. Lafargue, ancien
élève de l'Ecole Polytechnique, Secrétaire général,
169, boulevard Malesherbes, Paris.*

120925

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

COMMUNICATIONS MILITAIRES

PAR

E. HENNEBERT

Lieutenant-colonel du Génie,
Ancien professeur à l'École militaire de Saint-Cyr,
aux Écoles des Mines et des Ponts-et-Chaussées
et à l'École Supérieure de Guerre



PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET FILS,

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

Quai des Grands-Augustins, 55

MASSON et C^{ie}, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, 120

(Tous droits réservés)

**Du même auteur et dans la même
collection :**

- I. *FORTIFICATION.*
- II. *TORPILLES SÈCHES.*
- III. *BOUCHES A FEU.*
- IV. *ATTAQUE DES PLACES.*
- V. *TRAVAUX DE CAMPAGNE.*
- VI. *COMMUNICATIONS MILITAIRES.*

PREMIÈRE PARTIE

ROUTES

CHAPITRE PREMIER

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

1. Importance militaire des routes. —

Au point de vue des intérêts militaires d'un pays, les routes ont une importance que les anciens ne pouvaient méconnaître. Les Gaulois, par exemple, avaient jeté sur leur territoire tout un réseau de grands chemins pouvant livrer passage à des voitures de toute espèce, notamment à ces lourds chariots qu'ils nommaient *petorrits*.

Ultérieurement, les Romains eurent également en Gaule quantité de belles routes faites pour faciliter les mouvements de leurs légions ; ils les distinguaient en voies *consulaires* et voies *prétoriennes*. Auguste avait relié la ville de

Lyon à l'Italie par deux routes dont l'une était carrossable ; son gendre Agrippa prit cette même ville de Lyon pour tête de quatre voies principales respectivement dirigées : sur la Baltique, par les vallées du Rhin et de la Meuse ; sur la Manche, par Autun, Troyes, Châlons, Reims, Soissons et Amiens ; sur l'Océan, par Limoges, Saintes et Bordeaux ; sur la Méditerranée, par la vallée du Rhône.

Sur ces grandes voies romaines, qui se multiplièrent durant la période impériale, s'échelonnaient des *stationes*, espèce de caravansérails fortifiés, abondamment pourvus de vivres, d'approvisionnements de toutes sortes, de chevaux, de mules, etc. Le développement total des grandes routes ouvertes sur le sol de notre pays au temps de la domination gallo-romaine ne mesurait pas moins de quinze mille kilomètres ; celui des routes secondaires était encore plus considérable.

Depuis lors jusqu'à aujourd'hui, notre sol a toujours été sillonné de chemins plus ou moins bien entretenus ⁽¹⁾.

D'autre part, il se présente, en campagne, mille circonstances qui imposent à un officier l'obli-

(1) Au temps de la période Carolingienne, les gens pauvres qui n'avaient pas le moyen de s'armer en guerre étaient astreints aux travaux de réparation des routes que pratiquaient les armées royales.

gation de réparer ou de détruire une route ; d'ouvrir de nouveaux chemins ; de relier par des communications commodes les diverses sections d'une position militaire. C'est ainsi, par exemple, que nous avons fait quantité de routes en Algérie et en Crimée. En 1870, les Allemands ont créé, en vingt-quatre heures, une route de 12 à 16 kilomètres de développement, laquelle a permis au deuxième corps Bavarois de contourner la place de Bitché.

En 1877-78, les Russes ouvraient en Bulgarie de nombreuses communications. Et nous, tout récemment encore, n'avons-nous point fait la route de Majunga à Tananarive ?

2. Éléments constitutifs d'une route. —

Une route est déterminée quand on en connaît l'*axe* ou *directrice*, le *profil en long* et le *profil en travers*. L'*axe* ou *directrice* est la ligne, droite ou courbe, qui, passant par tous les points milieux, détermine le tracé de la route. Le *profil en long* indique les pentes et les relations générales de la voie avec le terrain sur lequel elle est assise. Le *profil en travers* donne la forme générale de la route et varie suivant qu'on se trouve en déblai, en remblai ou à flanc de coteau.

3. Profils. — Le profil en travers comporte une *chaussée* soit en empierrement, soit en pavés, soit en d'autres matériaux tels que le bois ;

deux *accotements* et, suivant les circonstances, un ou deux *fossés* ; quand on est entièrement en remblai, les fossés disparaissent. Les talus en déblai se font à l'inclinaison de 45° ou $1/1$, tandis que les remblais sont ordinairement limités par des talus à l'inclinaison de $2/3$. Les fossés ont généralement une largeur de $1^m,50$ en haut et de $0^m,50$ au fond. Leur profondeur est de $0^m,50$; leur pente, de $0,005$ par mètre, au minimum.

Le profil en travers affecte une forme convexe afin de se prêter à un assèchement rapide de la voie. Le *bombement*, c'est-à-dire le rapport de la flèche à la largeur est de $1/40$ pour les chaussées d'empierrement et de $1/50$ pour les chaussées pavées. On peut même admettre pour les routes bien entretenues le bombement de $1/70$.

La *pente* d'une route se mesure sur la directrice. Dans les longues pentes, il est bon de ménager, de distance en distance, des *paliers* et même des *contrepenes*. L'assèchement des chaussées ne s'effectue rapidement que lorsque le profil en long est affecté d'une inclinaison appréciable. On assure donc à ce profil une déclivité minima de $0^m,006$. La largeur du profil en travers est déterminée en raison de la fréquentation de la voie. On sait que l'on distingue, en France : les routes *nationales* réparties en trois classes ; les routes *départementales* ; les

chemins vicinaux qui se distinguent aussi en trois classes ⁽¹⁾.

(1) Voici les dimensions de ces différentes voies :

Nature des routes	Largeur de la chaussée	Largeur de chaque accotement
Routes nationales . . .	5 ^m à 7 ^m	2 ^m ,50 à 3 ^m ,50
Routes départementales .	4 5	2, 00 2, 50
Chemins vicinaux . . .	3 5	1, 50 2, 00
Nature des routes	Largeur de chaque fossé	Largeur totale
Routes nationales . . .	1 ^m ,50	10 ^m à 14 ^m
Routes départementales .	1, 50	8 10
Chemins vicinaux . . .	1, 00	6 8

Les pentes limite maxima, sont respectivement les suivantes :

Routes nationales, de 0^m,025 à 0^m,035.

Routes départementales, de 0^m,03 à 0^m,04.

Chemins vicinaux, de 0^m,05 ou $\frac{1}{20}$.

CHAPITRE II

TRACÉ DES ROUTES

4. Conditions générales. — Les considérations d'après lesquelles se détermine le tracé des routes sont *militaires*, *économiques* ou *commerciales*, enfin *techniques*.

Les considérations *militaires* se rapportent aux questions d'intérêt de la défense du territoire national. Qu'il s'agisse, par exemple, de l'ouverture d'une route en « zone frontière ». Si cette voie de communication doit être *parallèle à la frontière*, on devra s'attacher à relier directement tous les éléments de résistance dont on dispose ; à laisser subsister le plus d'obstacles possible entre la route considérée et l'ennemi que l'on vise. Si la route à créer doit être *perpendiculaire à la dite frontière* ou seulement *fichante*, on devra en mener le tracé par des points situés sous le canon des places fortes de la région. Ce tracé se conduira par le milieu des obstacles naturels qu'on pourra rencontrer. De

cette manière, il sera facile de faire des coupures dans la route au moment opportun ; d'y détruire les ouvrages d'art ; de l'inonder ; de la défendre avec peu de monde.

Envisagées au point de vue militaire, les routes peuvent se classer en *routes de guerre*, *chemins de combat*, *chemins de colonnes*. Les premières ne sont autre chose que les grandes voies servant aux opérations stratégiques ; les chemins de combat s'emploient au cours des opérations tactiques ; les chemins de colonnes servent à faire mouvoir les troupes d'un point à un autre de la zone de combat.

Les considérations *économiques* sont afférentes aux questions d'intérêt commercial, questions qui ne comportent point de solutions absolues, puisque l'état du commerce d'un pays se modifie à chaque instant. C'est pour satisfaire à de telles conditions qu'on est souvent conduit à faire dévier une route de sa direction la plus courte et la plus naturelle pour la faire passer près d'un centre de population ou d'un centre industriel dont l'importance est considérable.

Les considérations militaires et économiques ou commerciales servent à déterminer les points principaux par lesquels doit obligatoirement passer le tracé de la route. Il reste à réunir ces « points forcés » par des tracés convenablement disposés, en ayant soin de satisfaire à cette con-

dition : *minimum de frais de construction* ⁽¹⁾, *d'entretien et de traction*.

Si le tracé doit s'effectuer en pays de plaine, la solution la plus simple consiste à se diriger droit d'un point sur un autre ; et cela, tant que les ondulations du sol permettent de demeurer au-dessous de la pente-limite qu'on s'est assignée. L'ensemble du projet présente alors une série de parties rectilignes.

S'agit-il de traverser un pays accidenté, coupé de nombreuses vallées, on doit d'abord déterminer les cols par lesquels il convient de passer. Cela fait, il faut relier entre eux « ces points obligés » en ayant soin de satisfaire aux conditions suivantes : minimum de développement, minimum de hauteur à franchir, sans dépassement de la pente-limite, équilibre des déblais et des remblais, ou, du moins, minimum de différence entre les deux cubes.

5. Projet. — Les premières études d'un projet de route peuvent se faire sur la carte de France au $\frac{1}{80\,000}$ ou des cartes analogues permettant de voir quelles sont les directions à suivre à l'effet d'étudier le terrain d'une manière utile.

Ces directions une fois déterminées, on trace

(1) Le prix de revient d'un mètre de route nationale est d'environ 20 francs ; d'une route départementale, 15 francs ; d'un chemin vicinal, de 10 à 12 fr.

sur le sol la directrice du projet ; puis on fait le lever du terrain le long de ladite directrice, et de chaque côté. La représentation du terrain s'opère au moyen de courbes horizontales. Sur ce plan, on indique par éléments successifs un tracé à *fleur de terre* satisfaisant à la condition de la pente-limite. D'une courbe à l'autre, il y a généralement deux solutions entre lesquelles la direction générale du tracé permet facilement de choisir. Il faut, d'ailleurs, s'attacher à éviter les lacets, les jarrets, les déviations prononcées. On ne saurait admettre dans le tracé de rayons de courbure inférieur à 30 mètres. Les pentes doivent être faibles dans les parties courbes et il est bon d'élargir la chaussée dans les tournants. Lorsqu'une courbe et une contre-courbe doivent se succéder, il faut les séparer par un alignement rectiligne de 20 mètres de longueur minima.

Ce premier tracé une fois obtenu, il faut compléter l'étude du projet par une série d'opérations et de calculs, à l'effet d'arriver au *tracé définitif*, en tenant compte de la condition de l'équilibre des remblais et des déblais.

A la guerre, ces règles se modifient notablement. On peut admettre, pour les routes militaires, des pentes de 0^m,08 et même de 0^m,10 par mètre. S'agit-il de chemins qui ne doivent livrer passage qu'à des troupes d'infanterie et à de l'artillerie de montagne, on peut aller jusqu'à la

pente-limite de $1/6$. On peut admettre des rayons de courbure inférieurs à 30 mètres, et il n'y a guère à se préoccuper de la condition d'équilibre entre les déblais et les remblais. On retrousse les déblais sur les côtés de la route; et l'on forme les remblais de « terres empruntées » aux champs voisins.

CHAPITRE III

CONSTRUCTION DES ROUTES

6. Piquetage. — Quand un projet de route est étudié sur la carte et sur le terrain, on commence par *préparer* le sol. Puis on procède au *piquetage* du tracé. On jalonne les *alignements droits*; et l'on trace les *courbes de raccordement*, arcs de cercle ou arcs de parabole.

7. Exécution des terrassements. — On procède ensuite à l'exécution des terrassements, suivant la méthode adoptée pour celle des terrassements d'un ouvrage de campagne ⁽¹⁾. A la guerre, lorsque le temps fait défaut, on ouvre d'abord, suivant la directrice, un sentier ou *piste* d'un mètre de largeur.

Cette piste s'élargit ensuite progressivement

(1) Les travailleurs se répartissent sur les chantiers conformément aux mêmes principes.

et devient successivement praticable à l'infanterie, à la cavalerie, à l'artillerie et aux convois. Si la route ouverte doit avoir quelque durée, il est bon de fixer les terres des talus au moyen de semis ou de plantations : de découper les talus de berms ou banquettes ; de *perreyer* lesdits talus, etc.

8. Ouvrages d'art. — Les ouvrages d'art qu'on est tenu d'exécuter sont des ponceaux, des ponts, des murs de soutènement, des aqueducs, des cassis, des écharpes, des perrés, etc. ⁽¹⁾. Il ne se fait en campagne que des ouvrages d'art provisoires et d'une exécution rapide.

9. Chaussées. — Les *chaussées* se divisent en deux catégories : *chaussées d'empierrement*, *chaussées pavées*. Les premières se composent de petits matériaux tassés et enchevêtrés les uns dans les autres, de manière à former une masse compacte et résistante. Lorsque le sol inférieur est solide, on constitue la chaussée au moyen d'un empierrement de 0^m,15 à 0^m,20 d'épaisseur, en pierrailles cassées passant toutes par l'anneau de 0^m,06 et ne passant point par celui de 0^m,02.

(1) Un *aqueduc* est un conduit passant sous la route et destiné à évacuer les eaux des fossés ou à donner passage à un ruisseau. Le *cassis* consiste en une cuvette pavée ménagée dans le sens transversal, à la surface de la chaussée. On appelle *écharpe* ou *revers d'eau* un ruisseau incliné sur la directrice et destiné à prévenir les ravinements dans le sens longitudinal.

Les meilleurs matériaux à employer sont les pierres calcaires et siliceuses dures, les grès et les gros graviers. Il faut rejeter les calcaires tendres et les pierres trop dures, tels que les quartz et les granits. Des scories de forge font d'excellents chemins.

Quand le sol inférieur est dépourvu de solidité, on fait reposer l'empierrement sur une fondation en blocage, ou même en dallage recouvert de blocage.

Lorsque, faute de temps et de matériaux, on ne peut établir de chaussée empierrée, on se contente de faire une route en terre avec bombement de $1/24$. Quand on le peut, on en charge le milieu d'une couche de sable et de graviers de 0^m,20 d'épaisseur. Cette dernière précaution est surtout utile lorsque les terres sont grasses. Une route en terre peut encore rendre de bons services.

Lorsqu'on est tenu de faire passer une route par des terrains marécageux, ou des sables mouvants, il convient d'établir une fondation en fascinages, fondation à laquelle on donne une large base, de manière à répartir le poids de la route sur une plus large surface d'appui. Pour ce faire, on dispose un premier lit de fascines juxtaposées obliquement sur l'axe de la route; au-dessus, une couche de graviers; puis un deuxième lit de fascines inclinées sur l'axe, en

sens inverse des premières ; et une couche de graviers. Sur un troisième lit de fascines perpendiculaire à l'axe, on établit la chaussée. Les matériaux dont celle-ci est formée sont maintenus entre deux cours de fascines piquetées en bordures.

Quand le terrain est absolument mauvais, on superpose directement, sans interposition de couches de gravier, des *tunes* de deux à trois rangs de fascines inclinées successivement en sens inverse, et l'on donne aux premières un large empatement. La chaussée se constitue d'ailleurs comme il a été dit précédemment. Il est, d'ailleurs, facile de consolider un mauvais terrain, lui donner de la densité en y enfonçant des pieux.

Si le pays est boisé, on peut, comme en Pologne, établir des routes en rondins. A cet effet, on aplanit le sol sur 8 mètres de largeur ; puis on y pose, dans le sens de l'axe, des longrines, soit jointives, soit espacées de 1 à 2 mètres, et solidement fixées au moyen de piquets. Sur ces longrines, on pose transversalement des rondins jointifs, lesquels sont maintenus en place par deux cours de longrines latérales, parallèles à l'axe, brélées sur les premières. L'encaissement ainsi formé est rempli de gravier et de sable.

Si le terrain est bourbeux on peut superposer deux tabliers en rondins ⁽¹⁾.

(1) Il faut, en tous cas, tenir compte du poids des voitures qui doivent pratiquer la chaussée. Quelles sont, outre les pièces d'artillerie, les voitures militaires appelées à rouler sur ces voies de communication ? On désigne sous la dénomination de *caisson* tout chariot fermant à couvercle à charnière et servant à transporter tous objets qu'il est indispensable de soustraire aux effets des intempéries des saisons. Pour le transport des vivres et autres provisions des armées en campagne, le *Train des Équipages militaires* s'est longtemps servi de caissons analogues à ceux qui étaient en usage dans le service de l'artillerie. Attelé à quatre, outillé d'une fourragère à l'arrière et d'une autre fourragère à l'avant, le caisson ancien modèle était de la contenance de mille rations de pain. Le caisson modèle 1848 en contenait douze cents. L'année 1866 vit essayer un modèle suspendu sur ressorts et dit *à roues égales*, c'est-à-dire dans lequel les roues d'avant avaient même diamètre que celles de derrière. En service, durant la guerre de 1870-71, ces deux caissons, fort lourds, se prêtaient mal au chargement des objets encombrants. Aussi les a-t-on remplacés depuis lors par un *fourgon* et un *chariot de parc*, modèle 1874. Le premier sert au transport des denrées qui craignent le mauvais temps ; le second, au transport des masses encombrantes.

CHAPITRE IV

MISE HORS DE SERVICE DES ROUTES

20. Obstruction d'une route en déblai.

— Au cas d'une route en déblai, fortement encaissée entre des talus perreyés ou des murs

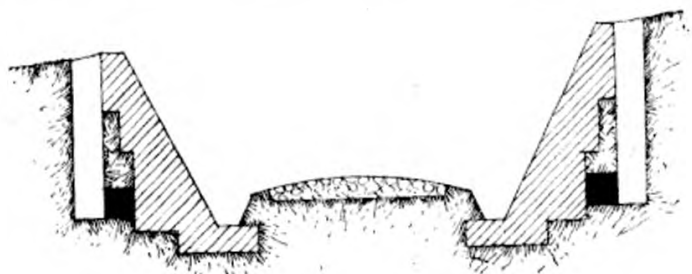


Fig. 1. — Dispositif d'obstruction d'une route en déblai.

de soutènement, on organise, derrière ces perrés ou ces murs, des fourneaux destinés à combler la tranchée sur une grande étendue. C'est ainsi que, pendant la guerre de 1870-71, nos ingénieurs ont opéré l'obstruction de la tranchée de Longueville près Provins (ligne de Mulhouse), longue de 2 500 mètres, profonde de 18^m,50, dont les talus étaient taillés dans la craie à

l'inclinaison de 45 degrés. Les explosions obtenues produisirent un éboulement cubant plus de 2 000 mètres.

11. Coupure d'une route à flanc de coteau.

— Au cas d'une route à flanc de coteau, l'on



Fig. 2. — Coupure d'une route à flanc de coteau sans mur de soutènement.

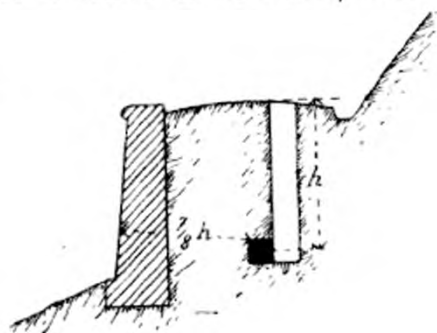


Fig. 3. — Coupure d'une route à flanc de coteau avec mur de soutènement.

opérera selon les indications des *fig. 2* et *3*. Pour que la coupure de la route soit assurée, il faut ménager, du côté de l'escarpement, une épaisseur de terre égale aux quatre cinquièmes de la ligne de moindre résistance h . Si la chaussée est appuyée d'un mur de soutènement, il faut et il suffit de faire tomber ce mur. Il convient de prendre, de ce côté, une épaisseur totale égale aux sept huitièmes de cette ligne de moindre résistance.

12. Destruction d'une section de route en terrain plat. — En plaine, on bouleverse l'empierrement en établissant sous la chaussée une série de fourneaux ordinaires dont la ligne de moindre résistance est égale à la demi-lar-

geur de la chaussée et qui sont espacés du double de cette ligne (*fig. 4*).

Au cas où la chaussée est très large, on a



Fig. 4. — Mise hors de service d'une section de route en terrain plat.



Fig. 5. — Mise hors de service d'une chaussée fort large.

recours à plusieurs lignes de fourneaux dont les entonnoirs se recroisent (*fig. 5*).

13. Coupure d'une route en remblai. — On ouvre dans l'un des talus une série de rameaux aboutissant à autant de fourneaux, ayant chacun pour ligne de moindre résistance la distance du centre des poudres au sol du remblai et espacés de telle sorte que leurs entonnoirs se recroisent.

CHAPITRE V

TRAVAUX DE RÉPARATION DES ROUTES

14. Restitution de viabilité. — S'agit-il de remettre un chemin boueux en état, on en reconstitue la chaussée au moyen de deux couches de fascines recroisées et piquetées qu'on recouvre de gravier et de terre.

S'il faut rendre à nouveau praticable une section détruite de chemin à flanc de coteau, on lui restitue la largeur voulue à l'aide d'une gabionnade ou d'une charpente analogue à celle d'un pont en bois.

S'il se rencontre des coupures faites par l'ennemi, on peut : soit pratiquer de chaque côté des rampes au $1/6$; soit construire des ponts ; soit enfin combler le vide sur 2^m,50 de largeur, après avoir assuré le libre écoulement des eaux.

Si la voie a été obstruée, on démolit l'obstacle

sur 2^m,50 de largeur, ou l'on passe par dessus au moyen de rampes.

Enfin, si la chaussée a été noyée sous les eaux, on saigne l'inondation, ou l'on dévie le tracé sur la longueur voulue.

DEUXIÈME PARTIE

VOIES NAVIGABLES

CHAPITRE PREMIER

COMMUNICATIONS MARITIMES

15. Nos ports de mer. — Les Allemands ont continué de professer que toute puissance, privée de l'appui d'une flotte militaire, est dans la situation lamentable d'un oiseau dépourvu d'ailes.

Sous ce rapport, la France est des mieux partagée, car elle est baignée de deux mers. Les ports semés le long de nos frontières maritimes ont tenu, de tout temps, un grand rôle militaire. C'est non loin du site de Boulogne que Jules César embarqua pour opérer sa descente en Angleterre; ultérieurement, sous la domination romaine, Marseille et Narbonne furent, avec Arles, les grands ports militaires de la Méditerranée, tandis que, sur l'Océan, s'organisaient les stations navales de Bayonne, Calais, Boulogne, Dieppe, Cherbourg et Brest.

Au Moyen âge, Marseille a militairement conquis la prééminence; elle est le port d'embarquement des Croisés partant pour la Terre Sainte. Dans le Nord-Ouest, Saint-Valéry-sur-Somme et Dieppe servent de bases à de grandes opérations. C'est à Saint-Valéry qu'embarqua Guillaume-le-Conquérant visant la conquête de l'Angleterre. C'est Dieppe qui arme pour Philippe de Valois cinquante navires de guerre et qui, plus tard, met une flotte entière à la disposition du roi Charles V.

Au ^{xvii}^e siècle, Colbert ouvre le port de Rochefort. De grands arsenaux s'organisent, en même temps, à Dunkerque, au Havre, à Brest, à Toulon. Vers la fin du règne de Louis XIV, c'est à Lorient que s'effectuent les grands armements.

On sait quelle est aujourd'hui la valeur de Toulon, de Brest et de Cherbourg.

16. Places maritimes. — Tout État soucieux des intérêts de sa sécurité, doit être muni de bonnes places maritimes où ses flottes puissent trouver un abri. Les rades, ports et mouillages de son littoral doivent être pourvus de fortifications : enceintes, forts et batteries de côtes.

Un dispositif de torpilles est, d'ailleurs, de nature à prêter aux fronts de mer de ces places, l'appui qu'un système de contremines donne aux ouvrages qui regardent l'intérieur des terres. De

telles défenses, qui constituent de vraies fortifications sous-marines, peuvent s'organiser suivant une ligne simple, double ou triple. Chaque alignement comporte une série de torpilles fixes, espacées de 50 à 70 mètres. Au cas d'une pluralité d'alignements, convergents ou parallèles, il est bon d'adopter l'ordre *en échiquier*; les torpilles occupent alors les sommets d'une suite de triangles équilatéraux de 50 mètres de côté.

Outre des torpilles et des batteries, la défense des passes comporte des *obstructions* formées d'éléments divers tels que chaînes, filets, pilots, flotteurs. Ceux-ci consistent en radeaux, pontons, bateaux et même navires de fort échantillon. Enfin, un barrage peut se composer d'un certain nombre d'embarcations coulées.

17. Amélioration des passes. — Les puissances maritimes doivent s'attacher à corriger, partout où besoin est, l'œuvre de la nature en ce qui concerne l'amélioration des passes; à entreprendre dans cet ordre d'idées, des travaux de haute importance, tels que ceux de la destruction des roches de *Hell Gate* exécutés par les Américains.

L'exemple est bon à citer.

Avant de traverser le port de New-York, l'*East-River* se divise en deux bras qui baignent *Long Island*. Or, la pointe de cette île forme, en se prolongeant, un récif connu sous le nom

de *Hallet Reef*. En cet endroit, les eaux glissent à la surface du rocher et les écueils ainsi constitués sont si dangereux, il s'y prononce, à l'heure du reflux, de tels tourbillons que l'étroit chenal a reçu des navigateurs le nom d'*Hell Gate* (Porte d'Enfer).

Dès l'année 1848, les officiers de marine Davis et Porter, appelaient l'attention du Gouvernement américain sur cet état de choses. Ils signalaient en leur rapport l'urgence de l'ouverture d'un passage ; ils proposaient de faire sauter des roches de manière à donner au futur chenal assez de profondeur pour que les navires à voiles et les bateaux à vapeur puissent y circuler sans danger.

En 1851, le lieutenant Bartlett fut chargé du soin d'attaquer l'un des points les plus saillants du récif, le *Pot-Rock*, gros rocher qui couvrait de 2^m,44 à marée basse et sur lequel, nécessairement, talonnaient tous les navires calant plus de 2^m,50. L'ingénieur fit jouer, à cet effet, une série de fourneaux submergés contenant chacun 56 kilogrammes de poudre. Cette charge de 56 kilogrammes faisait chaque fois sauter 3^m³,540 du *Pot-Rock*, quoique ce rocher fut d'un gneiss très dur ; d'où il fut permis de conclure que l'extraction d'un mètre cube de gneiss ne devait exiger que l'emploi de 15^{kg},500 de poudre.

L'année suivante (1852), le major Fraser, du

corps des Ingénieurs, fut appelé à poursuivre dans le même sens les travaux entrepris par le lieutenant Bartlett. Il put, en suivant la même méthode, déraser quelques massifs choisis parmi les plus saillants et accroître de quelques pieds la profondeur de la passe.

C'est ainsi qu'il fut procédé chaque année jusqu'en 1868 ; mais, à ce compte, il eût fallu des siècles pour parachever l'œuvre dont on avait conçu le projet. Cela étant, le général du génie Newton reçut mission de s'attacher à la recherche d'une autre solution, radicale et définitive, du problème.

Après une étude approfondie de la question, le général eut l'idée de creuser un puits dont le fond descendît à une douzaine de mètres au-dessous du lit de l'*East-River* ; là, d'ouvrir sous les eaux une série de galeries, en ménageant dans ce système d'excavations méthodiques des piliers de soutènement analogues à ceux qui se réservent dans les carrières ; enfin, de rompre torpéliquement cet ensemble de piliers dont la ruine devait entraîner celle du ciel de la voûte entaillée dans le roc.

Dans cet ordre d'idées, on construisit, au mois d'août 1869, un solide batardeau fortement enraciné à la pointe de Long-Island et dont la cuve intérieure fut épuisée vers le milieu d'octobre. Alors commencèrent les travaux d'exca-

vation du puits, lequel fut creusé jusqu'à la profondeur voulue de 33 pieds au-dessous du niveau des mers basses. A cette profondeur, on ouvrit en éventail dix galeries de pénétration, lesquelles furent ensuite méthodiquement recoupées par des galeries transversales, disposées concentriquement par rapport à l'axe du puits. Au cours de ces travaux, les ingénieurs faisaient usage de perforateurs à bras, de perforatrices Burleigh et de perforatrices à diamant. Les trous de mine ainsi obtenus servaient au logement des pétards. On faisait sauter... Puis on déblayait en chargeant les quartiers de roc sur des wagons qui étaient trainés par voie ferrée jusqu'au puits d'extraction d'où on les enlevait à la grue.

Les travaux d'ouverture des galeries une fois parachevés, il fallut procéder à d'autres opérations de percement. On exécuta les forages que comportait l'œuvre de mine des piliers et du ciel de la vaste caverne dont l'extrados formait le lit de l'*East-River*. Dès lors, on fut tenu de lutter contre des difficultés provenant du fait d'une incessante invasion des eaux. Les machines d'épuisement durent pomper plus de 2 250 litres à la minute. Malgré tout, on réussit à forer, suivant un plan méthodique, quatre mille quatre cent soixante-deux trous ou chambres de mine dont le chargement consumma

28 900 livres de dynamite, 9 000 livres de *Renderock* et 14 452 livres de poudre *Vulcan*, au total 52 000 livres de matières explosibles. Toutes les charges furent reliées entre elles de telle sorte que le passage de l'étincelle électrique par un petit nombre de centres d'explosion pût suffire à la mise du feu de ces quatre mille quatre cent soixante-deux torpilles sèches.

La date de l'explosion générale fut fixée au dimanche 24 septembre 1876. Ce jour-là, lisait-on dans le *New York Herald*, plus de deux cent mille spectateurs couvraient les rivages de l'*East-River*. A 2^h25', on entendit un premier coup de canon ; c'était une sorte de « garde à vous ! » émis par la bouche à feu d'acier. A 2^h40', deuxième coup de canon !... La foule était silencieuse, profondément émue. On se montrait le général Newton debout à côté de l'appareil électrique affecté au service de la mise du feu... Àuprès de lui se tenaient Mrs Newton et sa petite fille, âgée de trois ans.

A 2^h50' enfin, troisième et dernier coup de canon !...

La fille du général toucha de son petit doigt un bouton placé à portée de sa main... Un grondement souterrain se fit entendre, le sol trembla, une immense gerbe jaillit écumante jusqu'à quarante pieds de hauteur et retomba bruyamment pour former une large couronne de

vagues mousseuses à l'entour des lieux qui venaient de servir de scène à l'œuvre de destruction.

Le récif d'*Hell Gate* n'existait plus.

18. Ruine d'ouvrages hydrauliques. — L'assiégeant qui a eu raison des défenses d'une place maritime, s'attache, avant de l'évacuer, à en ruiner les ouvrages hydrauliques. C'est ainsi que, en 1856, après la chute de la place, les

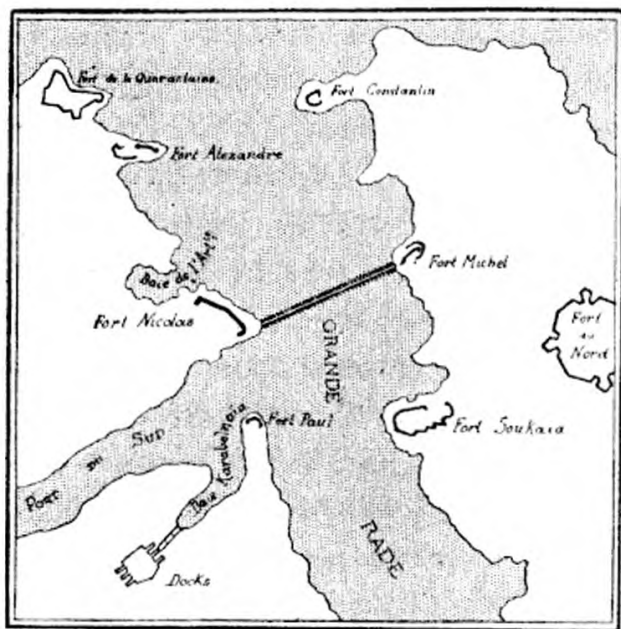


Fig. 6. — Site des Docks de Sébastopol.

Anglo-Français entreprirent de ruiner les docks maritimes de Sébastopol. En vue d'atteindre rapidement le but qu'ils se proposaient, les alliés crurent devoir se partager la tâche : au major anglais Nicholson incombait le soin de dé-

molir les trois formes de radoub pour vaisseaux avec une portion du grand bassin; les ingénieurs français, sous les ordres du colonel Rittier, furent chargés du soin de bouleverser l'autre portion du bassin, les deux formes de carénage pour frégates et les trois écluses (*fig. 6*). Il fut procédé à la démolition des murs, selon les règles posées ailleurs ⁽¹⁾. Quant aux radiers, il fallut, pour les ruiner, avoir recours à l'emploi d'un certain nombre de fourneaux submergés.

Fourneaux de démolition submergés. — Pour établir un fourneau dans un sol noyé à une certaine profondeur sous l'eau, on commence par construire un batardeau. Pour ce faire, on descend dans l'eau deux cuves de diamètre différent et disposées concentriquement l'une à l'intérieur de l'autre. Ces cuves sont ordinairement formées de douves verticales, maintenues circulairement par des cercles de fer, mais pouvant glisser les unes contre les autres, de manière à s'adapter, par leur bout inférieur, aux inégalités du sol sur lesquelles elles doivent poser. On emplit de terre glaise bien corroyée l'espace annulaire compris entre les deux cuves et l'on épuise l'eau qu'enferme la cuve intérieure. Cela fait, on creuse un puits de mine dans le sol

⁽¹⁾ HENNEBERT. — *Les Torpilles sèches*; Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire de M. Léauté. Gauthier-Villars et Masson, éditeurs.

qu'il faut attaquer ; quand ce puits est descendu à profondeur suffisante, on ouvre dans l'une de ses parois une chambre de mine dont les dimensions se déterminent d'après le volume de la charge à employer. Celle-ci se calcule comme s'il s'agissait d'un fourneau souterrain, mais il faut tenir compte de la surcharge d'eau.

Faute de temps on peut se contenter de déposer sur le radier la charge enfermée dans une boîte étanche : bouteille, jarre, dame-jeanne, baril goudronné, caisse en bois doublée de zinc, caisse métallique, etc.

19. Rôle militaire des voies maritimes.

— Depuis la fin du xviii^e siècle, jusqu'à aujourd'hui, les moyens de transports maritimes ont singulièrement facilité les opérations de nos armées de terre, témoin le succès de la plupart de nos expéditions lointaines : guerre de l'indépendance des États d'Amérique, Expédition de Saint-Domingue, Expédition d'Égypte, Conquête de l'Algérie, Campagnes de Crimée et Baltique, de Chine, de Cochinchine, de la Nouvelle-Calédonie, de Syrie, du Mexique. Et, tout récemment, c'est grâce aux moyens de translation mis à leur disposition par la Marine et le Commerce, que nos troupes ont pu faire les expéditions de Tunisie, du Tonkin, du Dahomey et de Madagascar.

Mais là ne s'arrêtera vraisemblablement point

le progrès ; un avenir militaire immense semble réservé aux communications maritimes. L'amiral Jurien de la Gravière veut faire de la mer une voie régulièrement, facilement praticable à nos armées de terre. Et le projet ne semble pas irréalisable aux yeux de qui veut bien observer quelles énormes proportions affectent aujourd'hui les navires. Pour trouver des similaires de nos bucentaures modernes, il nous faut remonter au déluge. Si Noé, en effet, a suivi les mesures prescrites par l'Éternel, son *arche* devait avoir 150 mètres de long, 25 de large et 15 de haut. Or, ces dimensions diffèrent peu de celles de nos transatlantiques.

CHAPITRE II

COMMUNICATIONS FLUVIALES

20. Rôle militaire des cours d'eau. — Les communications fluviales n'ont pas, au point de vue des opérations militaires, moins d'importance que la voie maritime. C'est ce que les anciens avaient très bien compris. Polybe mentionne expressément les embarcations qui croisaient sur le Pô au temps de la deuxième guerre punique. Devenus maîtres de la Haute-Italie, les Romains se ménagèrent et entretenrent sur ce fleuve des moyens de navigation de nature à consolider leur conquête.

Ils eurent plus tard une flottille sur le Rhin (*classis Germanica*); puis sur le Danube (*classis Mœsica* ou *Pannonica*); sur le Rhône (*classis fluminis Rhodani*); sur la Saône (*classis Ararica Cabalioduno*); sur la Seine (*classis Anderetianorum*). Celle-ci mouillait ordinairement dans les eaux d'Andrézy, non loin du confluent de la Seine et de l'Oise.

Une fois maîtres indiscutés du territoire de la Gaule, les Romains y ouvrirent, dans un but stratégique, des voies navigables *artificielles*. Un siècle avant l'ère chrétienne, Marius faisait creuser par ses légions un canal (*fossæ Marianæ*) qui reliait le Rhône à la mer. Ultérieurement, la navigation fut assurée sans rupture de charge par la Loire, la Seine, le Rhône et la Moselle (1).

A la chute de la domination romaine, ce sont les flottilles des barbares qui pratiquent nos fleuves. Les principales stations normandes s'établissent aux bouches de la Meuse, sur la Somme, la Seine, la Loire et jusque sur le Rhône. C'est en vain que Charlemagne dote de fortifications les embouchures de ces cours d'eau ; plus d'un siècle durant, ces flottilles désolent la France.

L'importance militaire des communications fluviales s'affirme dans les temps modernes puisqu'on voit, par exemple, Vauban ouvrir, en 1682, le canal de la Bruche en vue d'atteindre un but purement stratégique.

Aujourd'hui, les belligérants prennent encore des fleuves pour théâtres de leurs opérations militaires. Citons : pendant la guerre de l'indé-

(1) La navigabilité était entretenue sous l'Empire romain par des ingénieurs militaires qu'Ammien Marcelin désigne sous le nom d'*artifices periti aquariorum rei*.

pendance des États d'Amérique, la Delaware ; au cours de la guerre de Sécession, le Mud River, la Neuse, le Yazoo River, le Mississipi, le Roanoke River, le Jones River, le Red River, le James River, le Cape Fear River, le North Edisto River, etc. ; pendant la guerre du Paraguay, le fleuve de ce nom ; en 1870-71, la Seine à Paris et à Rouen ; au cours de la guerre turco-russe, le Danube.

21. Réseau des voies navigables de la France. — Le système de navigation intérieure de la France consiste en un vaste réseau suivant les éléments duquel on peut aller, sans rompre charge, d'un point à un autre point quelconque. Les voies navigables *artificielles* que nos ingénieurs ont créées soit en prolongeant les cours d'eau naturels, soit en franchissant les faîtes, moyennant ouverture de canaux à point de partage leur ont permis de faire communiquer entre eux, le Rhin, le Rhône, la Seine, la Gironde et la Loire. Paris est le centre stratégique du réseau. De ce centre, qu'entoure une ceinture formée des canaux Saint-Denis et Saint-Martin, et d'une section de la Seine, rayonnent de grandes voies navigables, se dirigeant sur la Manche (le Havre et la baie de la Somme), le Pas-de-Calais (Calais, Gravelines, Dunkerque), la Belgique (Furnes, Gand, Mons, Charleroy), la Suisse (Bâle), la

Méditerranée (Cette et Port de Bouc), l'Océan (Nantes et Brest). Enfin le canal du Midi (de Bordeaux à Cette), unit l'Océan à la Méditerranée. Paris est, on le voit, le *centre d'une étoile*.

Les voies navigables de ce réseau se distinguent en *canaux*, *rivières canalisées* et *rivières non canalisées*.

La longueur des canaux réellement fréquentés par la batellerie, mesure 4 754 kilomètres; celle des rivières canalisées, 3 323 kilomètres. Sur les rivières non canalisées, l'ensemble des sections effectivement navigables peut s'évaluer à 3 000 kilomètres. Le développement total du réseau français est donc de plus de 11 000 kilomètres.

Les véhicules employés par l'industrie batelière varient beaucoup de formes et de dimensions, suivant la situation technique des voies navigables que ces bateaux fréquentent. La *péniche de Mons* peut charger 270 tonneaux pour un enfoncement de 1^m,80. Pour le même enfoncement, la *péniche de Charleroy* en charge 300; et le *bateau picard*, 350. Le *bateau flamand* charge 180 tonneaux pour 1^m,40 d'enfoncement, et fait 1 800 mètres à l'heure. Le *bateau alsacien*, plus effilé, prend moins de charge et va plus vite. Le *bateau champenois* prend 150 tonneaux, et fait à l'heure 2^{km},400. Les bateaux qui circulent sur le canal du Berry,

peuvent porter de 50 à 60 tonneaux et font, par jour, 16 kilomètres.

Sur nos voies navigables, le mode de traction le plus usité est le *halage*. On y emploie tantôt des hommes ou des chevaux, tantôt une locomotive à vapeur. On ne fait qu'accidentellement usage de la voile ou de la rame.

Des bateaux à vapeur circulent sur quelques-unes de nos rivières, notamment sur la Seine, la Garonne et le Rhône. Sur la Basse-Seine, on a recours au remorquage, obtenu par le moyen d'un bateau à vapeur, avec une ou sans annexion d'une chaîne noyée.

22. Places fluviales. — On conçoit combien il importe à une armée de s'assurer la libre pratique des voies navigables du pays sur le territoire duquel elle opère et, par conséquent, la possession des places fortes fluviales de ce pays.

Le rôle d'une place à cheval sur un cours d'eau, est de maîtriser le fleuve à plusieurs myriamètres en amont et en aval; de commander la navigation; d'offrir un refuge à la batellerie. Les places les plus utiles sont celles qui sont situées au confluent de deux rivières et à cheval sur l'un au moins de ces cours d'eau. Ce sont des *clés* de communication.

Une forteresse fluviale formant *tête-de-pont double*, appelle nécessairement certaines dé-

fenses, tant à l'entrée qu'à la sortie des eaux. Au nombre des éléments de cette organisation défensive, figure l'établissement de plusieurs lignes de torpilles. C'est ainsi que le général Brialmont a maîtrisé l'Escaut, au coude de Caloo en aval d'Anvers. Dans le même ordre d'idées, les Allemands redoutant une attaque des canonnières françaises, avaient établi une ligne de torpilles fixes en aval de Rouen (1870-71).

23. Interruption de navigabilité. — Un fleuve peut se défendre soit à ses sources ; soit à son embouchure ou à un confluent ; soit à un coude ou en quelque point de passage difficile. En tous points, on peut interrompre la navigabilité d'un cours d'eau, en en ruinant les ouvrages hydrauliques, tels que batardeaux, digues, barrages, écluses, etc. On peut aussi y organiser des obstructions : navires coulés, chaînes et filets noyés, barrières de pilots, estacades de radeaux, chapelets de torpilles, etc.

24. Restitution de navigabilité. — Réciproquement, s'agit-il de restituer une navigabilité interrompue par l'ennemi, au moyen de navires coulés, d'estacades et semblables obstacles, il convient aussi d'avoir recours à des dispositifs de torpilles. C'est ainsi que, au cours de la guerre de Sécession des États d'Amérique, le gouvernement fédéral a fait usage d'un grand fourneau mobile pour balayer tous

les barrages et faire sauter les lignes de pieux qui obstruaient les passes de Charleston. Imaginé par le capitaine Ericsson, cet appareil était dit officiellement *obstruction remover* ; mais les Américains, dont le langage admet volontiers la métaphore, ne tardèrent pas à le désigner sous le nom de *boot-jack* (tire-bottes).

25. Opérations de guerre fluviale. — Les chapelets de torpilles constituent, de fait, sur les fleuves de véritables ouvrages de campagne ; ce sont des fortifications passagères sous-aquatiques.

Durant la guerre du Paraguay, la division navale brésilienne du général Ignazio se vit dans une situation des plus critiques, le jour où elle fut prise entre deux barrages de campagne du président Lopez.

L'histoire de la dernière guerre turco-russe comprend plus d'un épisode analogue. Au moment où ils se disposaient à passer le Danube à Zimnitza, les Russes interdirent les eaux du fleuve aux monitors tures en y établissant, de distance en distance, des lignes de torpilles mobiles.

La torpille *de dérive* peut aussi s'employer avantageusement. Exemples : les barils de la Delaware, les torpilles du Jones, du Red, du James, du Cape-Fear et du Yazoo River pendant la guerre de Sécession ; celles du Paraguay ;

celles de Choisy-le-Roi sur la Seine, au cours de la guerre de 1870-71.

Les voies navigables peuvent servir de théâtre à des combats où la torpille *portée*, la torpille *remorquée* et même la torpille *Withead* seraient appelées à défendre, interdire ou rouvrir la navigabilité.

TROISIÈME PARTIE

CHEMINS DE FER

CHAPITRE PREMIER

ÉCONOMIE D'UN CHEMIN DE FER

26. Définition. — Le chemin de fer est le résultat de deux découvertes distinctes : d'abord, l'interposition de deux bandes de fer entre les roues du véhicule et le sol, afin de diminuer le frottement de roulement et, par suite, l'effort à exercer par le moteur; en second lieu, la substitution de machines à vapeur aux moteurs animés. D'une part, la voie ferrée ou *railway*; de l'autre, la locomotive, telles sont les parties de l'invention. Les deux éléments peuvent fonctionner séparément; il y a des railways sans locomotives et des locomotives sans railways, mais c'est l'association des deux instruments de circulation qui, seule, constitue le *chemin de fer*.

27. Questions d'organisation. — L'organisation d'un chemin de fer comporte une étude de questions d'ordre divers, savoir : *construction de la plate-forme ou travaux d'infrastructure, voies et stations ou superstructure, traction et exploitation.*

A. CONSTRUCTION DE LA PLATE-FORME

28. Tracé. — Le problème du tracé d'un chemin de fer est le même que celui d'un tracé de route, à cette différence près qu'on doit s'imposer, dans la recherche des solutions du premier, des limites plus étroites de pente et de courbure. L'énoncé peut, au point de vue technique, se formuler ainsi : entre deux points faire passer, en s'éloignant le moins possible des formes naturelles du terrain, une ligne dont la déclivité n'excède nulle part de $0^m,010$ à $0^m,012$ par mètre et dont les rayons de courbure en descendent pas au-dessous de 500 à 300 mètres⁽¹⁾.

Profil transversal. — La largeur normale

(1) En campagne, il faut s'attacher à réduire au minimum la longueur du tracé ; à le plier le mieux possible aux formes du terrain, en admettant $0^m,040$ pour limite des pentes, et 200 mètres pour celle des rayons des courbes ; à utiliser des portions de routes existantes ; à éviter la construction des ouvrages d'art ; à se servir de ceux qui sont déjà construits.

d'une plate-forme *en remblai*, pour chemin de fer à deux voies, doit être de 9^m,20 ; celle d'une plate-forme *en déblai*, de 11^m,20.

Ouvrages d'art ordinaires. — Les ouvrages d'art ordinaires sont ceux que nécessite la traversée des cours d'eau, des routes et des chemins que le tracé rencontre, quand cette traversée ne sort pas elle-même des conditions ordinaires. La traversée des cours d'eau exige des constructions de ponceaux et de ponts. Celle des routes et des chemins donne lieu à des organisations de *passages en dessous, passages à niveau et passages en dessus*.

Ouvrages d'art exceptionnels. — On désigne sous la dénomination d'ouvrages d'art *exceptionnels*, ceux dont les dimensions sortent des usages courants. Ce sont : les grands ponts, les viaducs et les souterrains ou tunnels.

Le prix de revient kilométrique de la plate-forme d'un chemin de fer à deux voies est de 130 000 francs, *tout compris*, dans des conditions de difficultés ordinaires.

B. VOIE ET STATIONS

29. Voie proprement dite. — Une *voie* se compose de deux files de rails parallèles reposant, de distance en distance, sur des billes de

bois transversales qu'on appelle *traverses*. Les rails peuvent poser sur les traverses, soit directement, soit par l'intermédiaire de coussinets en fonte.

Rails (1). — Les formes les plus en usage sont dites : l'une, à *double champignon*; l'autre, *rail à patin* ou *rail américain*, ou encore *rail Vignole*. Le rail à double champignon est le plus en faveur en France, et le seul en usage en Angleterre.

L'écartement des rails, mesuré à l'intérieur, est de 1^m,44 à 1^m,45 dans tous les pays européens. L'Espagne et la Russie font seules exception. La première a adopté 1^m,73; la seconde, 1^m,52.

Les rails dont se composent les deux files parallèles de la voie n'ayant généralement que de 5 à 6 mètres de longueur, il est indispensable de les réunir à leurs abouts, de manière à satisfaire à la condition de continuité; et cela, sans ressauts aux points de jonction. Le problème se résolvait autrefois par l'emploi du *coussinet de joint*, et de la *traverse de joint*. On ne fait plus aujourd'hui que l'*éclissage*. Les éclisses sont des armatures latérales en fer qui embrassent, à la

(1) Le poids d'un rail varie, en France, de 35 à 40 kilogrammes au mètre courant. Dans ces conditions, le système de deux rails conjugués porte aisément un essieu chargé de 12 à 13 tonnes.

fois, les extrémités de deux rails consécutifs en les maintenant dans une sorte d'étau qui en rend la position relativement invariable. Les éclisses se logent dans les gorges des rails qu'elles embrassent et sont reliées entre elles par des boulons qui traversent les rails. Ce moyen de consolidation et de maintien est extrêmement puissant. Quand une voie n'est pas éclissée, il faut nécessairement que le joint pose sur une traverse. Quand elle est éclissée, cette nécessité disparaît. On peut placer le joint en porte-à-faux. L'espacement des traverses est d'un peu moins d'un mètre.

Ballast. — Le *ballast* sert d'assiette aux traverses. C'est la fondation de la voie. Il protège aussi les traverses de l'atteinte directe des variations atmosphériques. On lui donne de 0^m,50 à 0^m,60 d'épaisseur.

Changements de voie. — Les voies ferrées doivent se raccorder entre elles pour que l'on puisse passer de l'une à l'autre, selon les besoins de la circulation. Les appareils au moyen desquels s'effectuent les raccordements doivent être de fonctionnement rapide et sûr.

Tout branchement se compose de trois parties : le *changement*, le *croisement*, la *portion qui relie le changement au croisement*.

Le changement peut s'obtenir au moyen d'une paire de rails mobiles décrivant solidairement

les arcs fg $f'g'$ et établissant, par conséquent, à volonté, la continuité des files de rails, soit sur la voie de droite, soit sur la voie de gauche.

Tel était le système primitivement en usage. L'appareil de changement, aujourd'hui de mode, se compose de deux *aiguilles* ⁽¹⁾, rendues solidaires par des tringles de connexion, et d'un levier de manœuvre destiné à opérer le changement voulu.

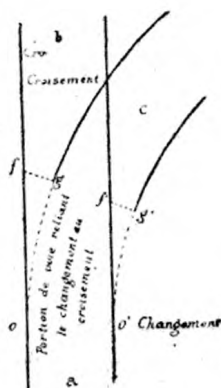


Fig. 7.

Changement de voie.

Croisement. — Le croisement s'effectue moyennant le jeu d'un appareil dont les éléments sont : les retours coudés de chaque rail interrompu, retours dits *pattes-de-lièvre*; une partie commune aux deux rails à leur

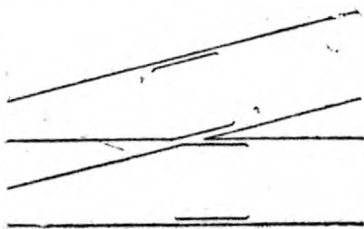


Fig. 8 — Croisement.

(1) L'aiguille est un rail rectangulaire en acier que l'on amincit à son extrémité en l'entaillant dans la partie qui s'appuie sur le rail fixe. A cette extrémité, l'aiguille disparaît complètement dans la gorge du rail.

point de croisement, qu'on nomme *pointe-de-cœur*; deux *contre-rails* destinés à guider l'ensemble des roues et de l'essieu dans le passage par la lacune qui précède la dite *pointe-de-cœur*.

Toutes les pièces d'un croisement doivent être en acier et rendues solidaires au moyen de traverses de plus fortes dimensions, plus rap-

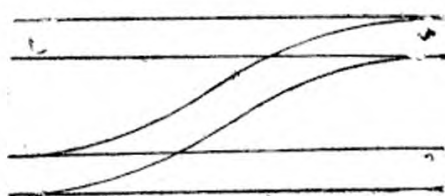


Fig. 9. — Système *diagonal*.

prochées que les traverses ordinaires.

Pour réunir deux voies parallèles, on exécute deux branchements placés l'un à la suite de l'autre et en sens inverse. Un tel système est dit *diagonal*.

Changements doubles. — En certains cas, il est utile d'avoir des changements doubles, c'est-à-dire réunissant trois voies sur un tronc

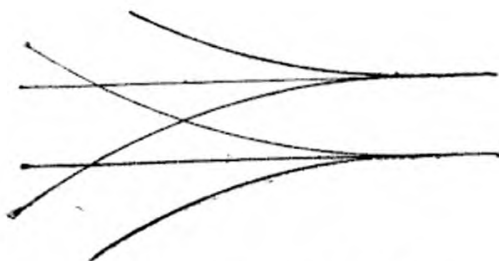


Fig. 10. — Changement double.

commun. On les organise suivant les mêmes principes que les changements ordinaires à

deux voies, mais l'appareil en est plus compliqué.

Traversées de voie. — Il est quelquefois nécessaire que des voies se traversent à niveau. Cette traversée peut être rectangulaire ou oblique. Une traversée de voie rectangulaire (*fig. 11*), consiste simplement en une interruption de rails destinée à livrer passage au mentonnet ou boudin des roues. Une traversée de voie oblique (*fig. 12*) est un appareil beaucoup plus

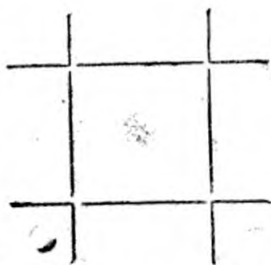


Fig. 11. — Traversée de voie rectangulaire.

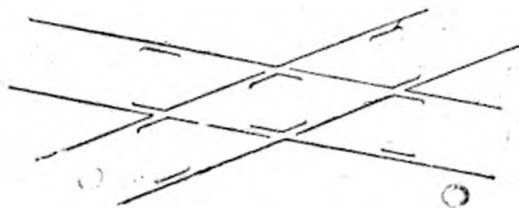


Fig. 12. — Traversée de voie oblique.

compliqué, lequel se compose de rails coudés et de pointes-de-cœur, comme pour les croisements ordinaires.

Plaques tournantes. — Les plaques tournantes sont des appareils qui ont pour objet de faire tourner un véhicule, wagon ou machine, horizontalement autour de son centre. Le but de ces mouvements pour un wagon est de passer

d'une voie à une autre ; pour une machine, de se retourner sans devant derrière.

Chariots. — Si l'on a sept ou huit voies parallèles à mettre en communication, il faut autant de plaques tournantes, ce qui est fort cher. On peut les remplacer par un appareil dit *chariot*. Pour cela, on creuse une fosse en travers des voies et on y fait rouler un véhicule dont le plateau supérieur est au niveau des rails et porte une voie parallèle à celles qu'il faut joindre ; ce *chariot* établit la communication voulue.

Alimentation d'eau. — Une locomotive en marche consomme de 3 à 4 mètres d'eau par heure. Or, le tender n'en contient que 5 ou 6 mètres. De là, nécessité de pourvoir au ravitaillement par relais d'une heure au plus. La vitesse des trains les plus lents étant de 24 kilomètres, c'est à cette distance qu'il convient de régler l'espacement ordinaire des prises d'eau. Une *alimentation d'eau* comprend la *prise d'eau*, la *conduite de refoulement*, le *réservoir* et la *distribution*.

Signaux. — Les signaux constituent le langage des chemins de fer pour les trains en marche. Ils sont *acoustiques* ou *optiques*. Ceux-ci sont les plus employés.

Il est regrettable que le langage des signaux ne soit pas le même sur tous les chemins de fer. Voici le système du réseau d'Orléans :

Les avis à donner aux trains en marche peuvent se réduire à trois principaux :

CONTINUEZ — ARRÊTEZ-VOUS — RALENTISSEZ

correspondant respectivement aux états de la voie :

SÉCURITÉ — DANGER — PRÉCAUTION.

Le premier signal, celui de la voie libre est, pour ainsi dire, négatif. De jour, ce signal s'effectue par l'effacement de l'appareil destiné aux autres signaux. Un drapeau roulé dans sa gaine, un disque parallèle à la voie. La nuit, le signal de la voie libre se fait par la lumière blanche. Le signal d'arrêt se fait, soit de jour, soit de nuit, à la couleur rouge. Le signal de ralentissement se fait aussi, soit de jour, soit de nuit, à la couleur verte.

Distance de protection. — La distance de protection à maintenir entre un obstacle et le signal qui le couvre, est fixé réglementairement à 800 mètres.

Pour les signaux de ralentissement, la distance de protection est moindre que pour les signaux d'arrêt. On l'a fixée à 500 mètres.

Ceux-ci se distinguent en : *signaux à la main, signaux fixes et signaux détonants.*

Les signaux à la main sont le *drapeau* pour le jour et la *lanterne* pour la nuit. Il y a des dra-

peaux rouges et des drapeaux verts. Il y a des lanternes à verres blancs, rouges et verts.

Un signal fixe ou *mât de signaux*, se compose d'un mât de hauteur convenable, portant en tête un disque ou un panneau rectangulaire peint en rouge sur l'une de ses faces. Ce signal *ferme* ou *ouvre* la voie, suivant qu'il se présente face au train ou qu'il s'efface. La nuit, le signal fixe donne des indications analogues, moyennant l'emploi des lumières rouge et blanche.

En cas de neige ou de brouillard, on a recours aux signaux détonants. Un tel signal consiste en un pétard que le mouvement imprimé au disque vient placer sur le rail.

C. TRACTION

30. Matériel roulant. — Un wagon diffère d'une voiture ordinaire, en ce que sa caisse est, non entre les roues, mais au-dessus; que les essieux sont établis parallèlement; que les roues et l'essieu forment corps et tournent ensemble. La caisse, dont la disposition varie suivant sa destination, repose sur un *châssis* et s'y trouve boulonnée. Le châssis est un cadre formé de deux longerons et de deux traverses extrêmes. Ces pièces sont reliées par deux traverses intérieures et une croix de Saint-André. Telle est la base commune qui peut recevoir toute espèce de caisse.

Ce châssis repose sur les essieux, par l'intermédiaire d'un *coussinet*, lequel est généralement relié audit châssis par un *ressort de suspension*.

Le coussinet transmet le poids du wagon à l'essieu sur lequel il repose. La portée a lieu sur la *fusée* de l'essieu, c'est-à-dire sur la partie de cet essieu extérieure à la roue. La fusée tournant à grande vitesse dans le coussinet, il est nécessaire d'interposer une matière lubrifiante, huile ou graisse. Cette matière est enfermée dans une *boîte à graisse*, enveloppant le coussinet et la fusée.

Telle est, sommairement exposée, la structure d'un wagon. La liaison des wagons entre eux constitue ce qu'on appelle l'*attelage*, lequel doit être organisé au point de vue de la traction et au point de vue du choc.

31. Porteur Decauville. — On emploiera souvent à la guerre un chemin de fer dit *porteur Decauville*. Les rails sont de dimensions plus faibles que dans le chemin de fer ordinaire ; leur écartement est de 0^m,40 ou de 0^m,60. Le système est organisé de telle sorte que les essieux soient très rapprochés les uns des autres. Ladite voie est d'un transport facile à raison de son faible poids. Elle s'établit rapidement. Quatre hommes peuvent en déplacer et remonter 300 mètres en 75 minutes.



CHAPITRE II

EXPLOITATION MILITAIRE DES VOIES FERRÉES

33. Importance militaire des chemins de fer. — L'avantage qu'offre aux armées actives l'emploi méthodique des chemins de fer se manifeste avec évidence aux yeux de qui veut bien considérer qu'un bataillon d'infanterie, lequel met, au moins, sept heures à faire *à pied* une étape, peut être, dans le même espace de temps, transporté *par voie ferrée* à 210 kilomètres de son point de départ. Il convient d'observer de plus que, après une marche de 30 kilomètres, les forces des hommes sont, en général, épuisées au moins pour vingt-quatre heures, tandis que, en chemin de fer, le bataillon est capable de supporter sans fatigue sérieuse un voyage de 750 kilomètres. Il faut enfin considérer qu'un train peut, en une heure, transporter *à une étape de distance* une quantité d'approvi-

sionnements dont le transport par voies de terre ordinaires nécessiterait l'emploi d'une colonne de deux cent cinquante voitures.

Au cours de la période de mobilisation, les chemins de fer offrent aux réservistes et aux territoriaux le moyen de rejoindre rapidement leurs unités d'affectation. Ils permettent à l'autorité militaire de grouper, également en un temps très court, ces unités sur le territoire du corps d'armée auquel elles appartiennent.

La mobilisation, une fois parachevée, il s'agit, comme chacun sait, de transporter à la frontière menacée les troupes et le matériel de guerre disséminés sur toute l'étendue du territoire national. Sur un terrain de dimensions restreintes, *zone de concentration*, il faut réunir des troupes pourvues de tout ce qui leur est nécessaire pour vivre et pour combattre. Or, les chemins de fer ont permis aux armées modernes d'avoir des effectifs tellement considérables qu'eux seuls peuvent effectuer le transport avec une rapidité suffisante. Voilà pourquoi l'on voit toutes les puissances européennes s'imposer les plus grands sacrifices à l'effet de construire des lignes dites *stratégiques*, c'est-à-dire se prêtant aux mouvements que comporte la réalisation d'une concentration rapide sur leurs différentes frontières. L'exploitation de ces lignes assure, d'ailleurs, la bonne exécution du service de ravi-

taillement, en vivres et munitions, des forces appelées à tenir la campagne.

En somme, les voies ferrées sont l'un des éléments principaux de la puissance militaire d'une nation. Un réseau de chemins de fer convenablement tracé, constitue une arme offensive de premier ordre. C'est, en même temps, aussi bien qu'un système de forteresses, une arme essentiellement défensive.

34. Réseau français. — Le développement total des voies ferrées françaises mesurait, en 1876, 17 500 kilomètres. Depuis lors, nous avons complété notre réseau en vue des besoins éventuels de la guerre ; nous avons procédé à des créations de lignes de concentration, c'est-à-dire allant des différentes *régions de corps d'armée* vers des points déterminés de la frontière visée. Toute ligne affectée au service de la concentration part d'un grand centre de garnison, et comporte divers embranchements destinés à relier le tronc commun à tous les dépôts, arsenaux, magasins, etc. Le *terminus* s'en trouve en un point fixé sur le plan de campagne. Aucun des tracés n'a de section commune avec une ou plusieurs autres lignes.

Parallèlement à cette frontière, et en arrière des zones de concentration, nous avons ouvert d'autres voies stratégiques de nature à nous permettre d'effectuer, au cours même des opérations

de guerre, des déplacements *latéraux* de masses considérables.

Toutes ces lignes perpendiculaires ou parallèles à la frontière ont été méthodiquement dotées de gares militaires, de *stations-halte-repos*, etc. Notre réseau mesure un développement total de plus de 50 000 kilomètres. En fait de matériel roulant, nous disposons de près de dix mille locomotives et de plus de deux cent mille wagons.

35. Embarquement et débarquement. — Pour faciliter l'exécution des opérations d'embarquement et de débarquement des troupes et du matériel, on a annexé à toutes les gares de certaine importance des *quais spéciaux* d'une étendue notable. Le terre-plein de ces quais se trouve, à peu près, à hauteur du plancher des voitures et, dès lors, il suffit de jeter de l'un à l'autre de petits ponts-volants.

Pour embarquer ou débarquer en pleine voie on fait usage de *rampes mobiles* en charpente à longrines de fer ou d'acier. Ces appareils, qui sont démontables, font partie du chargement de tout train qui enlève des chevaux ou du matériel.

36. Trains militaires. — Un *train militaire*, dans lequel entrent plus de quatre wagons à voyageurs, ne doit pas comprendre, en tout, plus de cinquante voitures. Sa vitesse moyenne se règle à raison de 25 à 30 kilomètres à l'heure.

Quelques chiffres donneront d'ailleurs une idée de l'importance des transports militaires en cas de guerre. Un quartier général de corps d'armée qu'on embarque nécessite deux trains ; un bataillon d'infanterie, un train ; un escadron de cavalerie, un train ; une batterie d'artillerie, *montée* ou *à cheval*, un train ; une section de munitions d'infanterie, deux trains ; une section de munitions d'artillerie, un train ; un équipage de ponts de corps d'armée, trois trains. D'où il suit que l'enlèvement d'un corps d'armée sur le pied de guerre exige environ CENT-DIX-TRAINS !

Les officiers voyagent dans des voitures de première et de deuxième classe ; les soldats, dans des voitures de troisième ou des wagons à marchandises aménagés à cet effet. Suivant leurs dimensions ceux-ci peuvent recevoir trente deux, trente-six ou quarante hommes assis sur des bancs installés longitudinalement dans le sens de la voie.

En principe, les chevaux sont embarqués dans les wagons couverts que les compagnies affectent au transport des bestiaux. Il se placent, au nombre de huit dans chaque wagon, *en long*, c'est-à-dire parallèlement à la voie.

Quant au matériel militaire roulant, il est hissé et amarré sur des trucs.

Avant leur embarquement, les hommes per-

çoivent deux jours de *vivres-pain*. Pendant le voyage, ils ont droit chaque jour à deux repas dont l'un est fourni par l'ordinaire ; l'autre, par l'administration. Au repas de l'ordinaire, on consomme les vivres frais achetés par les corps de troupes la veille du départ et en quantité suffisante eu égard à l'étendue du parcours. Le repas administratif est distribué aux *stations-haltes-repos* prévues au « Plan de transport ».

Les chevaux sont nourris de l'avoine et du foin emportés par les corps. On les abreuve aux stations-haltes-repos au moyen de seaux en toile dont les dites stations sont pourvues.

En temps de paix, les troupes de toutes armes sont périodiquement appelées à faire des manœuvres d'embarquement. La mesure est excellente, car il importe que, à l'heure d'une mobilisation réelle, on ait affaire à des hommes exercés et qu'il ne se produise, autant que possible, aucun faux mouvement.

37. Exploitation en temps de guerre. — Pour obtenir des voies ferrées tout le rendement militaire dont elles sont capables, il est indispensable de procéder, dès le temps de paix, à toutes les créations et améliorations possibles, et aussi d'en réglementer en tous détails le mode d'exploitation en temps de guerre. Cette tâche compliquée est, de par la loi, dévolue à la *Commission militaire supérieure des chemins de fer*.

A l'heure de la mobilisation, les Compagnies sont remise aux mains du Ministre de la Guerre de tout leur matériel et de tout leur personnel.

Zone de l'intérieur et Zone des Armées. — Le territoire français se divise alors en deux sections distinctes, savoir : la *Zone de l'intérieur*, sillonnée des voies qui demeurent sous les ordres directs du ministre ; la *Zone des Armées*, comprenant les chemins de fer mis à la disposition du commandant en chef des forces nationales. Il convient d'observer que la *ligne de démarcation* de ces deux zones peut changer au cours des opérations qui vont s'entamer.

Transports stratégiques de ravitaillement et d'évacuation. — Sur chacune d'elles, les transports militaires se distinguent en *transports stratégiques proprement dits* (comprenant les transports de concentration et les transports de troupes au cours des opérations) et les *transports de ravitaillement et d'évacuation*.

Transports de concentration. — L'exécution des transports de concentration est étudiée à fond dès le temps de paix ; tous les détails en sont minutieusement prévus. En vue de chacune des éventualités possibles le ministre a déterminé la composition et la zone de concentration des armées ; il a tracé les *lignes de transport* que chaque corps doit suivre ; il lui a fixé ses gares d'embarquement et de débarquement.

Étant donnés les effectifs à transporter sur ces lignes, il lui est facile de chiffrer le nombre de trains nécessaires et d'établir les *tableaux de marche* de ces trains.

D'autre part, les commandants de corps d'armée divisent leurs troupes et services à mobiliser en *unités de transport*, c'est-à-dire en fractions constituant chacune le chargement d'un train ; ils en dressent des états indiquant le lieu de la mobilisation, le jour et l'heure où l'unité est prête à partir, etc.

Ces états sont adressés, en temps utile, au Ministère de la guerre. Là, on les complète en tenant compte des tableaux de marche et l'on arrive ainsi à déterminer d'une façon précise la marche que chaque unité est appelée à fournir depuis son point de départ jusqu'à son point de débarquement. L'ensemble de ce travail est dit *plan de transport*.

Gares de rassemblement, Stations-Magasins, Stations têtes d'étapes de guerre. — Dans chaque région de corps d'armée, il est une gare, dite *de rassemblement* (*fig. 13*), désignée à l'effet de servir de lieu de concentration et de départ de tous les envois provenant de la région à destination de l'armée.

Les envois de matériel sont dirigés sur des gares dites *stations-magasins* (lesquelles font office d'entrepôts) et, de là, expédiés sur d'autres

gares dites *stations têtes d'étapes de guerre* où doit s'opérer le débarquement. C'est à partir de ces dernières stations que les transports com-

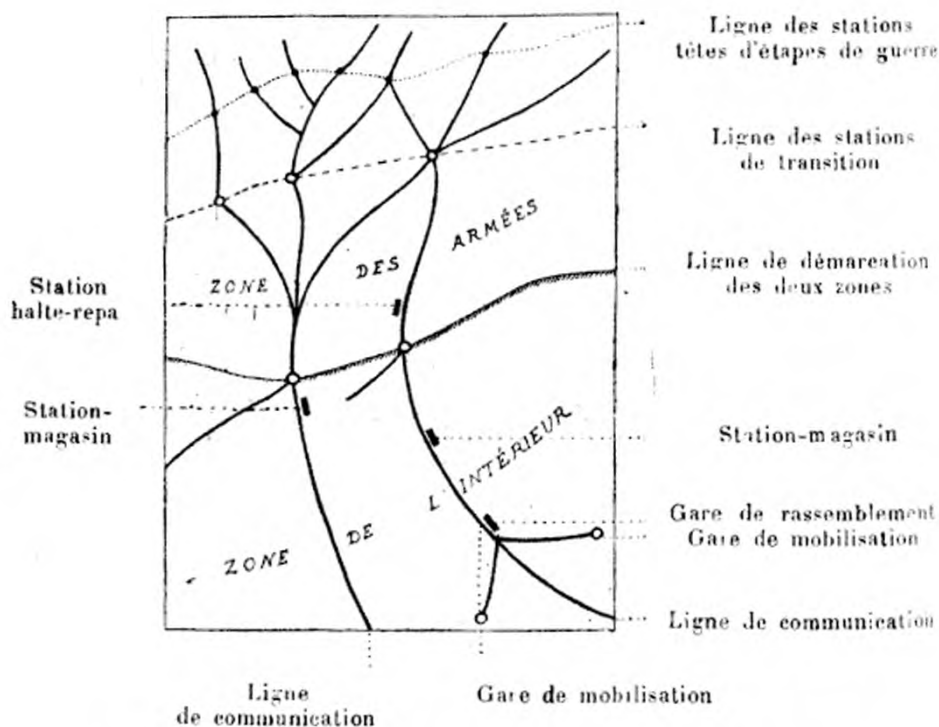


Fig. 13. — Schéma du mode d'organisation du service des chemins de fer en temps de guerre.

mencent à s'effectuer par voie de terre. On y installe des magasins où les troupes viendront se ravitailler.

Les évacuations s'effectuent en sens inverse, conformément aux mêmes principes.

En-cas mobiles. — On appelle *en-cas mobiles* des trains d'approvisionnements formés

dans les stations-magasins et tenus prêts à partir au premier ordre.

Service des transports dans la Zone de l'intérieur. — Le service des transports dans la Zone de l'intérieur est placé, en temps de guerre, sous la haute direction du Chef d'État-major général. L'exploitation de chaque réseau est confiée aux soins d'une *commission de réseau* ⁽¹⁾ secondée d'une ou de plusieurs sous-commissions dites aussi « de réseau » et de *commissions de gares*. Le personnel et le matériel d'exploitation sont ceux qui fonctionnent normalement en temps de paix mais renforcés, s'il y a lieu, sur certaines lignes par prélèvement sur d'autres lignes militairement moins importantes.

Constituée dès le temps de paix, chaque commission de réseau prend, en temps de guerre, la direction complète du service du réseau auquel elle est attachée. Chaque commission de gare est chargée du soin de faire procéder, en ce qui la concerne, à l'exécution rigoureuse des transports ordonnés.

Service des transports dans la Zone des ar-

(1) On compte, en France, sept grands réseaux, savoir : Ceux des Compagnies du Nord, de l'Est, d'Orléans, de l'Ouest, de P.-L.-M., du Midi et le réseau de l'État. D'où il suit qu'il y a sept Commissions de réseau.

mées. — Dans la Zone des armées, le service des transports est placé sous la direction d'un officier général qui prend le titre de *directeur des chemins de fer aux armées*. Quant au personnel d'exécution, il est tout autre que celui qui fonctionne dans la Zone de l'intérieur. On comprend, en effet, que dans le voisinage de l'ennemi, la sécurité n'est plus assez grande sur les voies ferrées pour que l'exploitation des lignes puisse être assurée par les soins du personnel ordinaire des compagnies. Il devient, dès lors, indispensable de substituer à celui-ci un personnel purement militaire assujéti à une sévère discipline et, de plus, armé de façon à opposer une résistance efficace aux attaques dont il pourrait être l'objet de la part de l'ennemi.

Stations de transition. — On appelle *ligne des stations de transition* la ligne qui sépare les sections exploitées par le personnel des compagnies de celles que doivent exploiter les troupes de chemins de fer. En deçà de ces stations, le service est fait, comme dans la Zone de l'intérieur, par les commissions de réseau et les commissions de gares. Au delà, l'exploitation est confiée à des *commissions de chemins de fer de campagne*.

Commissions de chemins de fer de campagne. — Le personnel que dirige chacune de ces commissions comprend une ou plusieurs compagnies

de *sapeurs de chemins de fer*, une ou plusieurs *sections de chemins de fer de campagne*, une ou plusieurs *sections télégraphiques de deuxième ligne*. Sous les ordres du président de ces commissions se trouvent échelonnés des *commandements de gares*, similaires des commissions de gares établies dans la Zone des armées.

CHAPITRE III

MISE HORS DE SERVICE D'UNE VOIE FERRÉE

38. Méthodes diverses. — Pour mettre une voie ferrée hors de service, on peut détruire : ou le matériel roulant, ou le matériel fixe, ou la voie proprement dite, ou le corps de la voie, ou, enfin, les ouvrages d'art.

Il n'est pas hors de propos de rappeler ici les règles générales relatives à la démolition des pièces de fer, de fonte et de bois.

Pour démolir une pièce de fer de 0^m,01 d'épaisseur, il suffit de placer sur le grand côté de la section un pétard de dynamite. Si l'épaisseur était de 0^m,02, il faudrait deux pétards.

Les pièces de fonte de mêmes dimensions n'exigent respectivement que des charges moitié moindres.

Pour les bois équarris, les charges varient avec la manière dont on les dispose. Ces charges

de rupture sont indiquées au tableau ci-dessous :

Dimensions des bois	Charge unique appliquée sur une des faces du bois	Valeur de chacune des charges appliquées symétriquement sur deux faces opposées	Charge unique quand on l'encastre dans un forage
0 ^m ,20 sur 0 ^m ,10	1 pétard	1 pétard	1 pétard
0, 20 0, 20	5 //	3 //	1 //
0, 20 0, 30	8 //	5 //	2 //

39. Matériel roulant. — Cela posé, pour mettre hors de service un matériel roulant, on peut, en ce qui concerne les wagons : briser les roues et les essieux, scier les châssis, briser les tiges d'attache des ressorts aux châssis, détériorer les plaques de garde.

Pour les locomotives, on peut, pour une mise hors de service momentanée, enlever la soupape de la chaudière ; dévisser les écrans des boulons qui assujettissent le couvercle du cylindre, enlever le piston et les bielles des roues, dévisser le couvercle de la boîte à vapeur, retirer le tiroir, enlever les injecteurs Giffard, briser quelques tubulures de la chaudière.

Si l'on veut produire des avaries plus graves, il faut briser les cylindres à coups de masse, ou moyennant l'explosion d'une charge de 0^{kg},400

de dynamite. On peut briser aussi la caisse à eau du tender et les tuyaux de prise de vapeur ; enfin, si les feux sont allumés, les activer, après avoir vidé la chaudière.

Pour la ruine absolue d'un matériel roulant, il faut incendier les voitures préalablement badigeonnées au pétrole. On peut aussi, à l'exemple des Américains, diriger à toute vitesse des trains sur un pont rompu ou lancer de même deux trains chargés l'un contre l'autre.

La mise hors de service du matériel roulant peut suffire en Russie et en Espagne où la largeur de voie n'est pas la même que dans les autres États. On peut se contenter de cette mesure sur toutes les voies qui ne sont pas raccordées avec celles de l'envahisseur.

40. Matériel fixe. — Dans un changement de voies, le défenseur devra briser ou faire disparaître les aiguilles ; dans un croisement, la pointe de cœur. Si l'on dispose de clés à fourche, de clés anglaises et de marteaux, on n'aura qu'à briser les boulons ou à casser des tire-fonds. On peut aussi faire usage de dynamite. La *fig. 14* indique le dispositif des charges à employer pour détruire une bifurcation. On ruine ainsi deux voies du même coup.

Pour mettre hors de service une *plaque tournante*, on commence par l'orienter de telle sorte que ses rails ne correspondent à ceux d'aucune

des voies fixes qu'elle dessert. Cela fait, on soulève la cloche centrale et l'on brise, ou du moins l'on fausse l'axe de la plaque du fait de l'explosion d'une charge de 0^{kg},500 à 1 kilogramme de dynamite.

Il est utile de détériorer les appareils d'alimentation d'eau. On brise le *robinet-vanne* d'un réservoir, en plaçant contre ce robinet une charge,

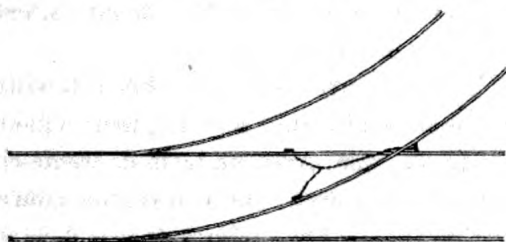


Fig. 14. — Dispositif de rupture d'une bifurcation.

de 0^{kg},500 à 1 kilogramme de dynamite. Pour détruire le réservoir lui-même, il suffit d'y jeter la même charge amorcée au bickford imperméable.

Enfin, l'on fait disparaître tous les signaux fixes : lanternes, disques, bras de sémaphore.

41. Voie proprement dite. — On peut se contenter souvent d'enlever la voie proprement dite sur une certaine étendue. Supposons d'abord que l'on dispose d'un matériel d'évacuation. Une compagnie d'infanterie peut être chargée, avec l'aide de quelques ouvriers exercés, de la mise hors de service méthodique d'une voie ferrée.

La première section, munie de pelles et de pioches, sera chargée du déballastage, les hommes étant divisés en groupes de deux attaquant chacun une traverse. La deuxième section, munie de clefs à fourche et à douille, enlèvera les attaches, tire-fonds, boulons d'éclisses, etc. La troisième section, par groupes de six hommes, enlèvera et chargera les rails sur les trucs. La quatrième, par groupes de deux hommes, enlèvera et chargera les traverses.

Le travail pourra ainsi marcher à la vitesse de 200 mètres à l'heure, soit cinq heures pour le kilomètre de voie. Avec un train de trente-cinq à quarante voitures, une compagnie pourrait replier de 1500 à 1800 mètres de voie dans une journée.

Il faut avoir soin de faire travailler les enleveurs de rails et de traverses immédiatement derrière le train, et, pour cela, faire en avant tout le travail qui n'empêche pas ses déplacements successifs à petite vitesse (déballaster, déséclisser, retirer quelques tire-fonds).

Le travail est plus rapide au cas d'une voie à double champignon. Le décoinçage se fait, en effet, plus vite que l'enlèvement des tire-fonds. Les traverses se chargent munies de leurs coussinets.

Au cas où l'on ne peut enlever le matériel de la voie, et où l'on est pauvre de temps, on opé-

ra différemment et cela sur une portion de chemin *en remblai*.

On formera des détachements de quinze à trente hommes. Ces travailleurs déséclisseront les joints par tronçons de voie de deux à trois rails, dégageront le ballast autour des traverses d'un côté, puis attaqueront au levier, du côté opposé, toutes les têtes de traverses à la fois, de manière à jeter ces tronçons au bas des talus. Là, d'autres hommes pourront, si le temps ne fait pas défaut, séparer les rails des traverses.

Si l'on peut disposer d'une douzaine d'heures, on enlèvera la voie pièce à pièce et l'on en dissimulera les matériaux en les enterrant, en les jetant à l'eau, en les éparpillant derrière les haies, etc.

On peut aussi détruire les éléments de la voie. Les traverses se disposent en tas avec mélange de matières inflammables : goudron, pétrole, fascines. Sur ces bûchers se posent les rails. On met le feu aux bois. Sous l'action de la chaleur et à raison de leur poids, ces rails se déforment de telle façon qu'il devient impossible d'en faire usage.

Ces destructions, pour être efficaces, doivent mesurer au moins 8 kilomètres de développement, comme il est facile de s'en rendre compte.

L'ennemi, en effet, a besoin de près de huit heures pour poser 1 kilomètre de voie. Le ré-

tablissement de la circulation lui demandera donc près de trois fois vingt-quatre heures.

Si l'on espère reprendre l'offensive, on ne touche pas aux parties courbes. Sinon, ce sont celles-là que l'on détruit de préférence, attendu que les réparations y sont plus difficiles et plus longues que partout ailleurs. On ruine aussi principalement les portions de voie où se trouvent des appareils spéciaux : passages à niveau, changements de voies, croisements, traversées.

On peut mettre rapidement hors de service une voie à *double champignon* en brisant les joues extérieures des coussinets, notamment dans les courbes. Le temps nécessaire au rétablissement de la circulation sera presque aussi long que celui qu'exigerait une pose de la voie. Il faudra, en effet, enlever les rails, puis les coussinets, saboter les traverses pour poser de nouveaux coussinets et, enfin, remplacer les rails.

Une pareille destruction serait très efficace contre les Allemands (dont toutes les voies sont en rails Vignole, et qui n'ont pas de coussinets dans leur matériel) pourvu qu'elle fût exécutée sur une grande étendue et précédée du retrait de tout le matériel.

42. Destructiions sommaires. — Les corps de partisans et les détachements de cavalerie peuvent être chargés du soin d'opérer, sur la voie, des *destructiions sommaires* à l'effet d'in-

terrompre la circulation pendant quelques heures. Il leur suffit d'enlever ou de briser quelques rails. L'outil indispensable est, en ce cas, la clef à fourche ou la clef anglaise. Il n'est pas nécessaire d'avoir des clefs à douille pour tire-fonds. On en brise les têtes à coups de masse, ou bien on les fait sauter à l'aide d'une pince à pied de biche.

Pour briser un rail, on fera usage de dynamite.

Une charge de $0^{\text{kg}},400$ (quatre pétards), appliquée contre un rail, suffit à y faire une brèche capable de provoquer un déraillement. Il faut placer la charge contre la gorge du rail, de manière qu'il y ait contact absolu de la dynamite et du rail. On la recouvre, si l'on en a le temps, d'une couche de terre ou de ballast.

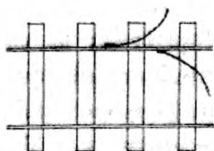


Fig. 15. — Rupture d'un rail à la dynamite.

En ce qui concerne l'exécution, le moyen le plus simple consiste à disposer la charge de telle sorte que les cartouches soient placées à la file, d'un seul et même côté du rail ; l'une d'elles est seule amorcée. On obtient une brèche qui, pour la charge de quatre cents grammes, mesure de $0^{\text{m}},70$ à $0^{\text{m}},80$ de longueur.

On obtient de meilleurs effets en divisant la

charge de 0^{kg},400 en deux charges que l'on place à 1^m,50 d'intervalle, l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur du rail et, autant que possible, de part et d'autre d'une traverse. Chacune des charges est amorcée séparément, mais on a soin de prendre des longueurs égales de bickford, qu'on allume en même temps. Dès lors, les détonations sont à peu près simultanées. La brèche qu'on obtient mesure de 1^m,50 à 1^m,80. Quatre hommes peuvent ainsi mettre une voie hors de service.

Pour une destruction de voie, il convient d'opérer sur les courbes et d'y détruire le rail extérieur, afin que la force centrifuge tende à produire un déraillement. Il importe d'espacer les ruptures, et de les disséminer sur plusieurs points d'un même kilomètre ; d'opérer en pleine voie plutôt que dans le voisinage des stations, et de préférence dans les parties en déblai.

43. Corps de la voie. — On peut mettre hors de service le corps même de la voie en opérant des coupures de remblais ou des comblements de tranchées.

Une coupure de remblai n'a quelque valeur que si l'ennemi ne peut prendre de terre latéralement ; si, par exemple, le remblai traverse un marécage. La coupure doit avoir au moins 10 mètres de largeur sur 4 mètres de profondeur. On peut procéder par voie d'explosion de

deux fourneaux, de 120 à 150 kilogrammes de poudre, établis à 4 mètres de profondeur et espacés de 6 à 8 mètres.

En ce qui concerne le comblement des tranchées, on n'obtient de bons résultats que si les talus sont escarpés et revêtus en maçonnerie. On doit faire usage de fourneaux placés soit au pied et dans le flanc de l'escarpement, soit derrière le pied du mur de revêtement. On peut souvent utiliser, à cet effet, les caniveaux et les puisards antérieurement ouverts dans les talus des tranchées.

44. Ouvrages d'art. — La destruction des ponts et viaducs de faible ouverture ne présente aucun intérêt à moins qu'on ne veuille interrompre la circulation que durant quelques heures seulement. Mais, quand il s'agit d'un grand ouvrage d'art, l'opération peut avoir pour résultat de rendre la ligne impraticable parfois pour toute la durée de la guerre.

Les ponts et viaducs d'un chemin de fer se démolissent suivant les méthodes employées pour la destruction des ouvrages d'art semblables qui se rencontrent sur les routes ordinaires.

On a fait sauter, au cours de la guerre de 1870-71, un grand nombre de ponts et viaducs en utilisant, à cet effet, des dispositifs de mine permanents.

Destruction du pont de Fontenoy. — Le pont de Fontenoy-sur-Moselle occupe, entre Frouard et Toul, un point de la ligne de Paris

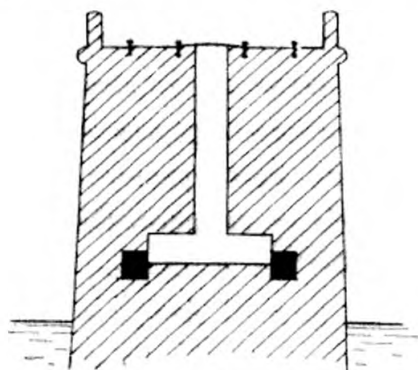


Fig. 16.

Destruction du pont de Fontenoy.

à Strasbourg. Sa première pile côté Strasbourg était munie de deux chambres de mine auxquelles on accédait par un puits s'ouvrant sur l'axe de la voie (*fig. 16*).

Le 22 janvier 1871, le poste prussien, commis à la garde de ce pont, fut surpris par un parti de *Chasseurs des Vosges*.

Chacun des fourneaux fut aussitôt chargé de 150 kilogrammes de poudre ; on bourra vite avec du ballast jeté tout simplement à la pelle et l'on mit le feu. L'opération ne dura pas, en tout, plus de 45 minutes...

L'explosion détruisit la pile jusqu'à ses fondations et fit tomber les deux arches adjacentes, déterminant ainsi une solution de continuité d'environ 35 mètres.

Les Chasseurs des Vosges décampèrent incontinent mais l'événement était bien de nature à surexciter la mauvaise humeur des autorités allemandes. Le malheureux village de Fontenoy-

sur-Moselle fut totalement incendié ; une contribution de guerre de dix millions fut frappée sur la Lorraine ; cinq cents ouvriers de Nancy furent réquisitionnés pour travailler à la reconstruction du pont rompu, et travailler sérieusement sous peine d'être fusillés sur place.

Point n'est besoin ici de commentaires.

Mise hors de service du viaduc de Xertigny.

— Le grand viaduc de Xertigny se trouve sur la ligne de Vesoul à Épinal, à 16 kilomètres de



Plan suivant AB



Fig. 17. — Mise hors de service du viaduc de Xertigny.

cette dernière ville. Il comprend neuf arches portées par huit piles. La plus haute de celles-ci, désignée sous le n° 4, était munie, à la base, de deux chambres de mine auxquelles on accédait par un rameau (fig. 17). Ces chambres furent chargées chacune de 150 kilogrammes de poudre et l'on mit le feu aux fourneaux.

L'explosion qui suivit rasa complètement cette pile n° 4 et amena ainsi la ruine des deux arches collatérales. La pile n° 5 fut, en outre, si forte-

ment ébranlée que l'arche 5-6 s'écoula *sponte sua* le lendemain.

Bien que d'étendue peu considérable, la destruction fut efficace car la communication par voie ferrée entre les bassins de la Moselle et de la Saône fut, de ce fait, interrompue pendant toute la durée de la guerre.

Obstruction des tunnels. — L'obstruction d'un tunnel est, somme toute, le moyen le plus sûr d'interdire à l'ennemi l'usage d'une voie ferrée.

Ancienne méthode de mise hors de service. — On préconisait autrefois l'emploi de six à huit fourneaux de 200 kilogrammes de poudre, espacés de 8 mètres et enfoncés de 2 mètres dans chaque piédroit. Mais, suivant ce procédé, les ruptures sont insuffisantes.

On distingue aujourd'hui le dispositif de démolition *partielle* du dispositif de démolition *définitive*.

Dispositif de démolition partielle. — Applicable aux têtes de tunnel, le dispositif de démolition partielle consiste en un système de trois fourneaux : deux *de flanc* placés symétriquement derrière chacun des piédroits qu'ils sont destinés à renverser ; le troisième, au-dessus de l'extrados, ayant pour but d'amener la dislocation et la chute de la voûte. On arrive aux chambres par des galeries voûtées qui débou-

chent à l'intérieur ; des rainures y sont pratiquées de mètre en mètre pour faciliter la consolidation du bourrage. Des rampes convenablement disposées aboutissent à l'entrée de ces galeries et permettent de se servir de brouettes pour y

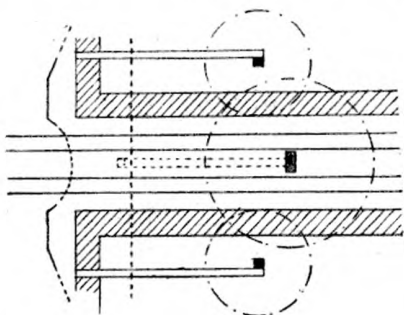


Fig. 18. — Dispositif de démolition partielle d'un tunnel.

amener les poudres. Cette organisation permet d'exécuter le chargement et le bourrage sans gêner le service de la ligne, qu'il peut être utile de maintenir jusqu'au dernier moment.

Dispositif de démolition définitive. — Le dispositif de démolition définitive est établi, non plus comme le précédent, dans le voisinage des têtes, mais bien vers la partie centrale du tunnel.

Il se compose de quatre fourneaux de flanc, placés deux à deux derrière chacun des piédroits, et d'un fourneau de ciel établi à 6 mètres au-dessus de l'intrados à égale distance des deux

groupes de fourneaux de flanc. On arrive aux fourneaux de flanc par deux galeries en T qui débouchent dans deux vestibules. Des es-

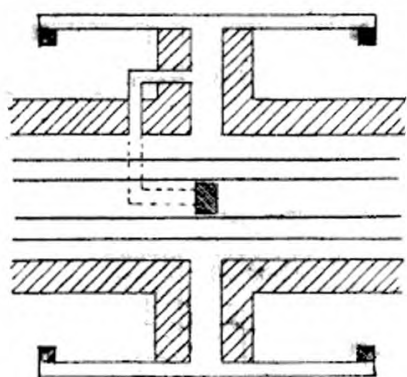


Fig. 19.

Dispositif de démolition définitive
d'un tunnel.

caliers ou rampes rachètent la différence de niveau entre le sol des vestibules et celui des chambres aux poudres. D'un des vestibules part une gaine verticale aboutis-

sant à un escalier qui conduit au fourneau de ciel. La charge de chacun des fourneaux de flanc est de 600 kilogrammes. On fait partir d'abord les fourneaux des piédroits, afin que le fourneau supérieur produise sur la voûte un effort plus considérable.

Les Allemands préparent comme nous des fourneaux de mine dans les piédroits et sur la voûte de leurs tunnels. Ils placent ces fourneaux sur les reins de la voûte.

A défaut de dispositifs permanents, on peut démolir les deux têtes du tunnel pour en encombrer les entrées; ou combler les tranchées profondes qui y aboutissent d'ordinaire; ou l'encombrer lui-même par les puits dont on s'est servi pour le construire.

Au cours de la guerre de 1870-71, nous avons eu l'occasion de démolir huit tunnels, notamment celui de Nanteuil sis entre Meaux et Château-Thierry. La tête du souterrain fut ruinée sur une longueur de 25 mètres et l'effondrement de la voûte détermina l'éboulement d'une masse de plus de 4000 mètres cubes de sable fin.

Le service de la ligne fut, dès lors, interrompu pendant plus de deux mois.

CHAPITRE IV

TRAVAUX DE RÉPARATION DES VOIES FERRÉES

45. Fréquence des travaux de réparation. — Cette fréquence résulte de l'adoption des méthodes de guerres actuelles. Les belligérants d'aujourd'hui s'attachent, avant tout, à couper les lignes d'opérations et les communications de l'adversaire. De là, nécessairement, quantité de travaux de destruction et, par conséquent, aussi de réparation de voies ferrées. L'exécution de ceux-ci se confie à des troupes spéciales.

46. Réparation de la plate-forme et de la voie. — Si la voie, proprement dite, a seule été enlevée, le rétablissement n'en demande que peu de temps. Il suffit, en effet, de huit heures pour poser 1 kilomètre de voie nouvelle.

Mais si l'ennemi a fait des coupures dans les remblais ou provoqué des éboulements dans les tranchées ; surtout s'il a détruit des ponts ou des tunnels, les travaux à exécuter sont nécessairement d'importance majeure. En ce cas, il faut

tout d'abord examiner s'il ne serait pas plus expéditif de tourner l'obstacle en modifiant le tracé de la voie et en utilisant d'autres ouvrages d'art existant à proximité. Cette solution, il faut le dire, est rarement admissible.

En même temps que la voie proprement dite, on devra remettre en état les appareils de changement et de croisement, les voies d'évitement et de garage, les signaux, le télégraphe, les appareils d'alimentation d'eau, etc.

47. Remplacement provisoire des organes de la voie. — Bien qu'on puisse, en général, compter sur la prompte arrivée des matériaux nécessaires au rétablissement d'une voie, il faut prévoir le cas où il faudrait pourvoir d'urgence au remplacement provisoire des divers organes de celle-ci.

Si le chemin de fer est à *deux voies*, on pourra n'en rétablir qu'une en mettant en œuvre du matériel emprunté à la seconde ; mais, si ce chemin ne comporte qu'une voie, il sera indispensable d'avoir recours à l'emploi des ressources trouvées sur place.

Rails. — On peut substituer aux rails de fer ou d'acier des longrines en bois revêtues d'une plate-bande en tôle ou en fer méplat (le fer à cercler les roues de charrettes par exemple) fixée sur lesdites longrines par des crampons ou, si faire se peut, par des vis à bois. Ces rails

improvisés s'encastrent dans des entailles pratiquées dans les traverses et y sont maintenus serrés par des coins en bois. Les traverses font ainsi office de coussinets. Si leur épaisseur est trop faible pour qu'on puisse les entailler, on y fixe les longrines à l'aide de chevilles et de boulons.

Traverses. — On peut improviser des traverses en refendant, suivant leur diamètre, des rondins de $0^m,15$ à $0^m,30$. Quand le diamètre est inférieur à $0^m,20$, il ne faut pas compter moins de huit ou neuf de ces traverses par rail. On peut encore employer des madriers de $0^m,08$ à $0^m,10$ d'épaisseur. Pour ne pas avoir à les entailler, on cloue sur les parties correspondant aux rails des bouts de planches destinés à recevoir le sabotage.

Faute de bois, on peut recourir à l'un des expédients suivants :

Refendre en deux les traverses intermédiaires, en conservant intactes les traverses de joint ;



Fig. 20.

Traverse de fortune en fer.

Supprimer les traverses intermédiaires et les remplacer par des plateaux ou

fragments de traverses que l'on relie latéralement entre eux par de grosses tringles ou des rondins ;

Remplacer tout ou partie des traverses par des tringles en fer recourbées à leurs extrémités de manière à saisir les patins des rails (*fig. 20*).

Enfin, on peut, à la rigueur, se contenter de poser les rails à *plat* en les maintenant entre eux par deux fils de forts piquets. Les boudins des roues circuleraient, en ce cas, dans la gorge (*fig. 21*).

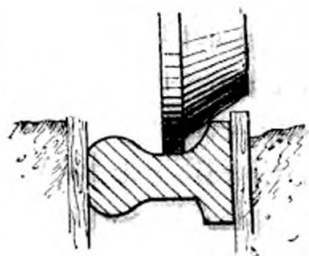


Fig. 21.
Pose de rails à plat.

Cette disposition, absolument provisoire, ne peut avoir qu'une durée très courte. On ne doit l'adopter que si la voie a conservé son ballast et il faut la répudier dans les parties courbes. Elle ne permet, d'ailleurs, aux trains de circuler qu'avec une très faible vitesse.

Menu matériel. — Les platines de joints et les éclisses peuvent se remplacer par des plaques de forte tôle. A défaut de tire-fonds, on se servira de crampons et de gros clous à tête recourbée. Enfin, si l'on manque de coussinets, on assujettira les rails aux traverses

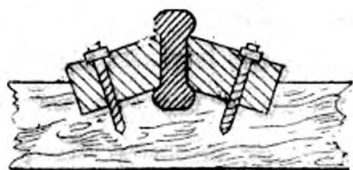


Fig. 22. — Pose de rails sans coussinets, sur traverses.

à l'aide de cales en bois maintenues par des vis (*fig. 22*).

Changement de voie — Le changement de voie de fortune est porté par des traverses qu'on peut, par un léger ripement, déplacer latéralement à droite ou à gauche. On met ainsi l'une ou l'autre des voies dans le prolongement du tronc commun. A l'extrémité de chacun des quatre rails est boulonnée une seule éclisse qui sert à établir une liaison avec ce tronc.

Croisement. — Au point de croisement de deux cours de rails intérieurs on dispose un rail *abc* (*fig. 23*) mobile autour du point *b* et

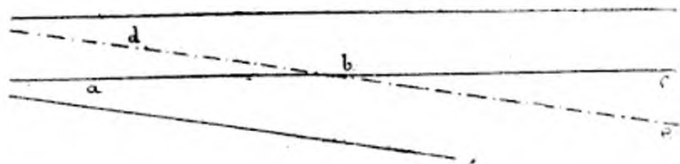


Fig. 23. — Croisement improvisé.

pouvant prendre les positions *ac* ou *de*, de manière à rétablir la continuité de l'une ou l'autre des voies.

Tous ces travaux et autres analogues sont exécutés en campagne par des compagnies d'*ouvriers de chemins de fer* qui font partie des troupes du Génie et par des *sections techniques de chemins de fer*, lesquelles se recrutent dans le personnel des grandes compagnies.

QUATRIÈME PARTIE

PONTS

CHAPITRE PREMIER

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

48. L'obstacle opposé par les cours d'eau.

— De tous les obstacles qui s'opposent aux libres mouvements des armées en campagne, les plus sérieux, les plus fréquents sont ceux qui résultent de la rencontre des cours d'eau.

Les fleuves et les rivières peuvent se franchir *à la nage, à gué, sur la glace*, au moyen de *bateaux* ou autres corps flottants, sur des *ponts permanents* ; mais on ne saurait, en temps de guerre, compter sur de telles solutions du problème, toujours aléatoires. Un corps d'armée doit disposer de moyens de franchissement sûrs et expéditifs. Il doit toujours être en mesure de jeter des *ponts militaires*.

Les anciens, qui ne pouvaient échapper à

cette obligation, avaient, comme nous, des corps de pontonniers (γέφυρωταις). Hérodote fait expressément mention de ceux de Xerxès ; Polybe, de ceux qui, sur l'ordre de Scipion, jetèrent des ponts militaires sur le Tessin et sur le Pô ; Végèce parle en détail des pontonniers légionnaires placés sous les ordres du *præfectus castrorum*. Il est bon d'ajouter que Frontin nous a laissé la relation d'un concours de vitesse entre les pontonniers de Brutus et ceux de Cassius.

On verra que les anciens savaient franchir les cours d'eau par tous les moyens dont nous faisons actuellement usage.

49. Reconnaissance d'une rivière. — Tout passage de rivière doit être précédé d'une reconnaissance. L'officier qui en est chargé doit étudier minutieusement les formes, les coudes, le profil, le régime du cours d'eau considéré ; mesurer la vitesse du courant ; parcourir en tous sens la vallée ; noter les îles, les gués, les bois qui peuvent être utilisés ; marquer sur la carte les ponts permanents, digues, barrages, routes et chemins de fer ; observer les travaux de défense de l'ennemi, les destructions opérées ; s'enquérir des ressources qu'offrent le pays en fait de matériaux à employer, soit pour la réparation des ponts permanents, soit pour une construction de ponts improvisés.

50. Choix d'un pont de passage. — On considère comme propice à l'opération d'un passage le point où le cours d'eau forme coude ou rentrant convexe par rapport aux troupes qui ont à tenter le franchissement. Là, en effet, ces troupes enveloppent bien le terrain à conquérir ; elle le couvrent de leurs feux ; l'artillerie occupe une position dominante, attendu que la rive concave est ordinairement plus élevée que la rive convexe. On profitera de la présence des îles fluviales pour marquer les apprêts du passage et en faciliter l'exécution. Se trouve-t-il un affluent sur la rive qu'on occupe, on y réunira le matériel de ponts à l'abri des vues de l'ennemi et l'on fera choix d'un pont de passage en aval du confluent. On aura, d'ailleurs, soin de ne pas opérer en aval d'un affluent de la rive opposée.

51. Nombre de ponts à jeter. — On estime qu'il faut au moins un pont par corps d'armée. Il convient, en général, de jeter plusieurs ponts afin d'abrégier la durée du passage ; de masser rapidement des forces importantes sur la rive opposée ; d'y prévenir ainsi la concentration de l'adversaire ; et aussi de parer aux effets du désastre qui proviendrait du fait de la rupture d'un pont unique. Les ponts doivent être espacés de 200 à 300 mètres, de telle sorte qu'il n'y ait nulle part encombrement.

Un passage de rivière est une opération des plus délicates. Le moment le plus favorable au succès de l'exécution, c'est le point du jour. On a pu, en effet, dérober, pendant la nuit, les préparatifs nécessaires et l'on dispose de la journée pour s'établir solidement sur la rive ennemie.

On commence par faire passer sur cette rive quelques détachements soit à gué, soit dans des embarcations, sous la protection des batteries ; ces troupes prennent possession du terrain et s'y retranchent rapidement. Elles sont, d'ailleurs, renforcées d'une manière continue par d'autres détachements. Dès que l'ennemi qui garnissait la rive a lâché pied on procède à la construction des ponts et cette opération doit être menée vivement. Dès qu'elle est terminée, on ordonne le passage.

On peut citer à titre d'exemples de *passages offensifs* réussis, ceux du Pô, sous Plaisance, par Bonaparte en 1796 ; du Rhin, sous Strasbourg, par Moreau en 1797 ; d'un bras du Danube devant l'île Lobau par notre armée en 1809.

Exemple de *passages en retraite* : ceux du Danube à Ratisbonne par l'armée autrichienne après la bataille d'Eckmühl ; de la Bérésina par notre armée en 1812. Au cours de cette dernière opération, les difficultés du passage offensif et du passage en retraite se trouvaient combinées puisque les Russes tenaient les deux rives.

52. Conditions générales d'établissement. — Les matériaux qu'on met en œuvre dans la construction des ponts militaires sont d'un emploi facile et se rencontrent partout. Ce sont des bois, des cordages et quelques clameaux.

Les ponts militaires se classent d'après la nature de leurs supports. On distingue les ponts à *supports flottants*, à *supports fixes*, et *sans supports intermédiaires*.

Fixes ou flottants, les supports se disposent parallèlement au courant de la rivière. Ainsi établis, ils reçoivent des poutrelles ; puis, sur ces poutrelles, on pose transversalement des madriers. L'ensemble de ces madriers et des poutrelles qui les portent constitue le *tablier*, lequel est d'un type uniforme pour tous les genres de

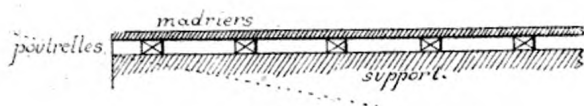


Fig. 24. — Tablier de pont militaire.

ponts. Les madriers sont maintenus en place sur les poutrelles par le moyen d'autres petites poutrelles, dites *de guindage*, qui se relient aux premières à l'aide d'une cordelette ou commande serrée par un billot. L'intervalle compris entre deux supports consécutifs constitue une *travée* du pont.

Tout pont militaire doit satisfaire à deux conditions essentielles : la *solidité* et la *stabilité*.

La *légèreté* est, en outre, indispensable au matériel que toute armée bien organisée traîne à sa suite et qui constitue son équipage de ponts.

On satisfait à la condition de solidité en donnant aux pièces diverses dont se compose le pont, des équarrissages tels qu'il soit en état de porter, sans se détériorer, les plus lourds fardeaux militaires. La charge d'une troupe d'infanterie (qui dépasse celle des autres armes), marchant par quatre rangs serrés, s'évalue à 615 kilogrammes au mètre courant.

On assure la stabilité en empêchant que les divers éléments du pont se disloquent du fait de la marche des hommes et du passage des voitures. Dans les ponts à supports fixes, on assied ces supports sur un terrain solide ; quant aux supports flottants, ils sont maintenus en place par le moyen d'un amarrage à des points fixes. L'un des meilleurs procédés consiste à prendre des appuis sur le fond même de la rivière à l'aide d'ancres, de paniers, de caisses d'ancrage ou d'autres corps perdus.

CHAPITRE II

PONTS A SUPPORTS FLOTTANTS

53. Classification. — Les ponts à supports flottants se répartissent en :

Ponts de bateaux construits à l'aide du matériel des équipages de ponts ; ponts de bateaux du commerce ; ponts de radeaux ; ponts de tonneaux, et autres caisses calfatées, etc.

54. Ponts de bateaux des Équipages de ponts. — L'emploi des Équipages de ponts remonte à la plus haute antiquité. Clésias et Diodore de Sicile citent ceux que Sémiramis traînait à la suite de ses armées ; Strabon et Quinte-Curce, celui d'Alexandre dont le matériel était démontable. Ammien Marcellin et Végèce nous donnent une description intéressante de l'équipage de la légion romaine.

Hérodote nous a laissé des détails extrêmement curieux, touchant les ponts jetés par Darius sur le Bosphore de Thrace (détroit de Constantinople) et sur le Danube, ainsi que sur

le pont jeté par Xerxès sur l'Hellespont (détroit des Dardanelles). Le tablier de celui-ci était établi sur un système de trois cent soixante navires solidement ancrés. Les anciens donnaient à ces ponts à supports flottants des dimensions considérables, témoin celui que Caligula fit, au dire de Suétone, jeter de Baïes à Pouzzoles et qui mesurait plus de 5 kilomètres de longueur.

Un équipage de ponts doit être assez mobile pour suivre les mouvements de l'armée ; fournir le moyen de transporter sur la rive ennemie les troupes de débarquement chargées de couvrir l'établissement des ponts ; pouvoir s'adapter facilement à tous les cours d'eau ; se fractionner à volonté ; donner des ponts capable de supporter les plus lourds fardeaux militaires. Ces conditions sont parfaitement remplies par le matériel des équipages français.

55. Ponts de bateaux du Commerce. — S'agit-il de jeter un pont de bateaux du commerce, on commence par classer les bateaux qu'on a pu réunir et qui sont parfois de dimensions très diverses. Autant que possible, on fait choix de bateaux de même forme et de même grandeur afin que le tablier soit à peu près horizontal et que les supports s'enfoncent également lors du passage. Lorsqu'on ne peut faire autrement que d'employer des modèles variés, il faut se garder de ressauts brusques et graduer

les grandeurs. On met sur le thalweg les embarcations les plus solides et celles qui, du fait de leurs formes, opposent le moins de résistance au courant.

On égalise les hauteurs des plats-bords en clouant des poutrelles sur ceux qui sont trop bas ou en entaillant ceux qui sont trop hauts. Quand les bordages sont trop faibles pour porter les poutrelles, on fait reposer celles-ci sur des chevalets-supports dressés sur le fond et dans l'axe des bateaux.

56. Ponts de radeaux. — Quand les rives du cours d'eau sont basses et que la vitesse du courant n'excède pas 2 mètres par seconde, on peut faire usage de *radeaux* formés soit de corps d'arbres, soit de bois équarris provenant de chantiers, de flottes saisies sur le cours d'eau ou de démolitions. Le radeau offre l'avantage de porter de lourdes charges ; de ne pas se laisser couler par les projectiles de l'ennemi ; de s'adapter à toutes les profondeurs. Mais, d'autre part, il navigue lentement et assez mal, donne prise au courant et dérive beaucoup.

On construit le pont de radeau *dans l'eau* en assemblant de sept à dix corps d'arbres de 0^m,30 à 0^m,40 de diamètre et de 12 à 14 mètres de longueur. Les arbres sont ébranchés, mais non équarris. La construction d'un radeau demande environ quatre heures.

57. Ponts de tonneaux, d'outres gonflées d'air, de caisses calfatées, etc. — Quand on n'a pas assez de bois pour construire des radeaux, on peut improviser des supports flottants ayant, pour éléments, des tonneaux, des caisses calfatées, des outres gonflées d'air. On assemble ces éléments de support au moyen de châssis composés de pièces longitudinales reliées par des traverses.

CHAPITRE III

PONTS A SUPPORTS FIXES

58. Classification. — Les ponts à *supports fixes* se distinguent en ponts de *chevalets*, de *voitures*, de *gabions*, de *pilots*.

59. Ponts de chevalets. — Le pont de chevalets peut s'employer avantageusement alors que la profondeur du cours d'eau à franchir ne dépasse

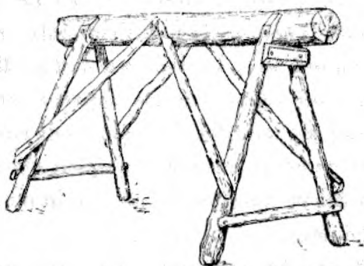


Fig. 25. — Chevalet rapide.

pas 2 mètres ; et la vitesse du courant 1^m,50 ; quand, en outre, le fond de la rivière est suffisamment stable et uni. Un atelier de six hommes peut confectionner un chevalet en trois heures,

Quand on ne dispose point de bois équarris, on fait usage de bois en grume. En ce cas, on se contente d'aplanir le dessus du chapeau et de façonner à l'herminette les parties du bois qui doivent se trouver en contact. On substitue aux assemblages des boulons ou broches en fer. Une brigade de douze hommes peut faire un chevalet rapide en une demi-heure, à la condition d'utiliser des gabarits qui font partie du parc de compagnie et que l'on se contentera d'assemblages grossièrement exécutés (*fig. 25*).

60. Ponts de voitures. — Dans les guerres du siècle dernier, les armées employaient, pour le service des avant-gardes, une voiture spéciale, dite *pont roulant*, laquelle servait au franchissement des petites rivières de peu de profondeur. On a renoncé aux ponts roulants, mais on peut toujours, avec les voitures de l'artillerie et les charrettes à quatre roues trouvées sur place, former des supports faisant fonction de chevalets. Ce genre de ponts militaires ne peut s'employer que sur des rivières ayant, au maximum, 1^m,50 de profondeur.

61. Ponts de gabions. — On peut organiser d'excellents supports au moyen de gabions ou tonneaux disposés debout, en files parallèles au courant, et remplis de terre ou de pierres. Au centre de chaque gabion, on enfonce un fort piquet, afin de le maintenir en place. Ces ponts

de gabions ne peuvent s'employer que pour le franchissement des marécages ou des cours d'eau de peu de profondeur.

Les anciens connaissaient l'usage des ponts de ce genre. César passa le Guadalquivir en prenant pour supports de son tablier de grands paniers cylindriques farcis de pierres (*lapidibus corbes plenos*).

62. Ponts de pilots. — Les Romains manifestaient certaine prédilection pour l'emploi des pilots (*sublices* ou *styli fixi*) plantés dans le lit d'un fleuve à destination de supports d'un tablier de pont. C'est suivant ce procédé que, à deux reprises, César passa le Rhin.

Les corps de supports des ponts de pilots portent le nom de *palées*. Une palée se compose d'une file de quatre à cinq pilots de 0^m,27 à 0^m,40 d'équarrissage, enfoncés dans le sol parallèlement au courant. Cette opération se fait *à la sonnette*; l'extrémité inférieure des pilots est, à cet effet, taillée en pointe durcie au feu ou munie d'une armature en fer. Une fois plantés à intervalles égaux, les pilots sont coiffés d'un chapeau et reliés entre eux par des moises. Ces ponts militaires sont plus stables et plus solides que les autres; mais la construction en est fort longue; aussi ne s'emploient-ils guère que sur les derrières de l'armée pour y créer des communications demi-permanentes.

CHAPITRE IV.

PONTS SANS SUPPORTS INTERMÉDIAIRES

63. Classification. — Ces ponts sans supports intermédiaires qui se font soit en charpente, soit en cordages, se distinguent en ponts *sur chaînette* et ponts *suspendus*.

64. Ponts sur chaînette. — Le tablier d'un pont *sur chaînette* s'établit directement sur deux ou plusieurs câbles de 0^m,03 à 0^m,04 de diamètre, espacés de 0^m,50 et maintenus par des traverses en bois. Ces câbles passent sur des rouleaux qui font office de corps-morts et sont fortement tendus d'une rive à l'autre. Ces ponts ne s'emploient guère qu'en pays de montagnes au-dessus de torrents de 20 à 25 mètres de largeur. En 1810, durant les guerres de la Péninsule, les Anglais se servaient d'un pont sur chaînette de 30 mètres de portée.

65. Ponts suspendus. — Dans le cas du pont *suspendu*, on élève les câbles suspenseurs au

moyen de potences dressées sur les deux rives ; le tablier se suspend à ces cinquenelles à l'aide d'ordonnées verticales en cordages. Pendant la guerre de Sécession des États d'Amérique, les Nordistes se faisaient suivre d'un pont de cette espèce de 61 mètres de portée. Les câbles suspenseurs étaient en fil de fer ; le matériel ainsi transporté ne pesait au total que 1 000 kilogrammes.

CHAPITRE V

MOYENS ACCESSOIRES DE FRANCHISSEMENT

66. Classification. — On comprend sous cette rubrique les moyens que fournissent les *ponts-volants*, les *trailles*, les *bacs*, les *ponceaux* et *passerelles*, les *gués*, la *glace*, la *nage* et les *appareils natatoires*, etc.

67. Pont-volant. — Un pont-volant consiste en un système de deux ou plusieurs bateaux pontés, amarrés à un point fixe en amont. On fait osciller le système d'une rive à l'autre en le présentant obliquement au courant. Pour que l'impulsion soit suffisante, il faut que la vitesse de celui-ci soit au moins d'un mètre à la seconde. La longueur du cordage d'ancre doit être égale à une fois et demie ou deux fois la largeur du cours d'eau. Ce moyen de passage est fort commode pour jeter quelques détachements sur la rive ennemie ; pour y transporter de la cavalerie et de l'artillerie pendant que l'infanterie passe en bateaux. Les radeaux libres dont se

servaient les anciens n'étaient autre chose que des ponts-volants. C'est suivant cette méthode qu'Alexandre a effectué le passage de l'Hydaspe ; et Annibal, celui du Rhône.

68. Traille. — Une traille est une espèce de pont-volant qui, au lieu de pivoter à l'entour d'un point fixe, se meut en glissant le long d'une cinquenelle tendue d'une rive à l'autre, assez haut pour ne point plonger dans l'eau. Cet appareil, ainsi que le précédent, n'a de valeur que sur les cours d'eau rapides.

69. Bac. — On appelle *bac* un grand bateau plat de forme rectangulaire qu'on peut mouvoir à la main en halant sur une cinquenelle tendue en travers d'une rivière à courant très faible. Quand le cours d'eau n'a que peu de largeur, on peut employer un va-et-vient, c'est-à-dire un grand bateau qu'on tire alternativement d'une rive à l'autre, au moyen de cordages.

70. Ponceau. — Quand le fossé ou le cours d'eau à traverser n'a que 5 ou 6 mètres de largeur, on construit un *ponceau* ; en d'autres termes, on fait simplement porter sur les deux rives une série de poutrelles sur lesquelles on organise un tablier formé de madriers, de rondins jointifs ou de fascines.

71. Passerelles. — On donne le nom de *passerelles* à des ponceaux de construction rapide destinés à livrer passage à l'infanterie au

cours d'une bataille ou d'un combat. En 1870, à la bataille de Wœrth, ces moyens de franchissement ont eu à tenir un rôle de grande importance.

Les passerelles se construisent de plusieurs manières, savoir : d'une *seule travée avec étais* ; sur *petits pilots* ; sur *chevalets français* ; sur *chevalets-palées*, sur *chevalets-bigues* ; sur *arbres flottants*.

Il arrive souvent que les poutrelles ont une longueur suffisante eu égard à la largeur du cours d'eau, mais qu'elles sont trop faibles pour le poids à porter. En ce cas, on doit les étager au moyen de contre-fiches ou de pieux sur lesquels on les fait reposer soit directement, soit par l'intermédiaire d'une traverse formant chapeau. Le système est maintenu par le moyen de ligatures en cordes.

Dans les passerelles sur petits pilots, chacun des supports se compose d'une file de pieux de 0^m,10 à 0^m,12 de diamètre enfoncés à coups de mouton dans le sol à 0^m,80 de profondeur. Les alignements de pieux s'espacent de 1^m,50 à 2 mètres et sur chacun de ces alignements on brèle une traverse.

Notons seulement pour mémoire les passerelles sur chevalets, car ces petits supports ne sont que des diminutifs des grands de même type, et disons quelques mots de la *passerelle*

sur corps d'arbres flottants. Le support de ce moyen de franchissement se compose de deux files de corps d'arbres distantes d'environ un mètre. Les différents arbres d'une même file sont reliés bout à bout par des embrasses en cordes ou des étriers de fer. L'emploi de cet appareil n'est admissible que sur les rivières à faible courant.

S'agit-il seulement de mettre en mouvement quelques hommes isolés, il suffit d'abattre un arbre de façon qu'il tombe en travers du courant et pose sur l'eau en s'arc-boutant à la rive opposée. On en élague quelques branches et les hommes passent à la file. Si le ruisseau est large, on abat deux arbres, un sur chacune des rives, de telle sorte qu'ils tombent les branches en avant; ces deux arbres viennent arc-bouter leurs cimes l'un contre l'autre et la communication se trouve établie.

72. Embarcations. — On peut parfois embarquer des troupes pour leur faire franchir un fleuve. C'est ainsi qu'Alexandre passa l'Oxus et Annibal, le Rhône.

Les anciens se servaient, à cet effet, de petites embarcations fluviales (*lintres, pontones, navigia*) qu'ils réquisitionnaient ou nolisaient sur place. Faute de ressources locales, ils construisaient rapidement des pirogues *monoxyles* ou des canots d'osier revêtu de cuir. Les soldats de

César étaient réputés fort habiles en l'art de ces petites constructions navales.

Au milieu du xvii^e siècle, Malthus préconisait encore l'usage de petites embarcations portatives : « Les petits pontons, dit-il, faits à la légère, comme de toille, cuir et oziers, ou de jons, ne sont propres que pour quelque dessein, à surprendre ou enlever ceux qui croient estre bien à couuert ou de rivières ou de fossez non guayables... et de tels pontons j'ay fait voir autresfois d'une très jolie façon des ais de sapin joints ensemble avec du cuir de bœuf, en telle sorte qu'on les ployait ensemble comme vn soufflet et vn seul homme portoit vn de ces batteaux : néantmoins il portoit douze ou quinze hommes facilement tous ensemble ».

73. Passage à gué. — La méthode du passage à gué se présente trop naturellement à l'esprit pour que les anciens ne l'aient pas employée chaque fois qu'il leur était possible de le faire. C'est ainsi qu'Alexandre passa le Granique et Jules César, la Loire.

Un *gué* est praticable à l'infanterie quand la profondeur du fleuve, en ce point, ne dépasse pas un mètre ; que le courant est peu rapide ; le sol, ferme et uni. La cavalerie et les convois passent facilement des gués de 1^m,20 à 1^m,30 de hauteur d'eau, mais l'artillerie de campagne et les voitures dont le chargement craint l'humidité

dité ne peuvent traverser des rivières de plus de 0^m,65 à 0^m,80 de profondeur.

Le moyen le plus sûr de reconnaître un gué est de faire opérer des sondages par des gens en canot ou à cheval. L'accélération de la vitesse et l'élargissement du lit dans les portions rectilignes d'un fleuve sont des indices propres à guider les explorateurs. La situation des gués est, d'ailleurs, le plus souvent indiquée par la présence d'un chemin amorcé sur les deux rives. En ouvrant les écluses d'un moulin, on peut parfois rendre guéable une rivière qui ne l'est point en temps ordinaire. Les gués sont fréquemment obliques par rapport au courant.

Les meilleurs gués sont ceux qui sont à fond de gravier. Si le fond est mouvant ou affecté de trous profonds, on peut l'améliorer en coulant, dans le sens du courant, de grosses fascines farcies de pierres. Quand une rivière est guéable hormis certains intervalles dangereux, on obvie aux inconvénients de cette solution de continuité en y coulant de semblables fascines ou des caisses emplies de cailloux et de sable. Il est bon de planter en aval des gués une file de pieux qu'on relie par des perches ou de tendre une cinquenelle en travers du cours d'eau.

On ne doit jamais compter sur un gué à titre de sûr moyen de communication, car il suffit d'une crue pour le faire disparaître.

La traversée d'un gué doit s'effectuer dans l'ordre suivant : Infanterie, artillerie et convoi, cavalerie. On place parfois, en amont du point de passage, des escadrons de cavalerie chargés du soin de rompre, par leur masse, l'action souvent dangereuse du courant. Il faut recommander aux hommes de ne point regarder l'eau.

On obtient l'obstruction d'un gué au moyen de piquets à pointe noyée sous l'eau ; de pierres, de herses, de planches à clous, de chausse-trapes, d'abatis, etc. On peut aussi le couper de tranchées, y faire des trous. C'est ainsi que, au temps de Jules César, les Bretons défendaient les gués de la Tamise.

A défaut de gués naturels, les Anciens savaient se ménager des gués artificiels. Hérodote nous apprend que, pour faire passer l'Halys à l'armée de Crésus, Thalès de Milet détourna ce fleuve et en dessécha la section détournée. Le passage des troupes une fois effectué par ce méat mis à sec, le célèbre ingénieur, opérant en sens inverse, supprima la dérivation et rendit à l'Halys son lit primitif.

Les Romains entretenaient à la suite de leurs armées des ingénieurs hydrauliques (*artifices periti aquariorum rei*) habiles à diviser le débit d'un fleuve ; à le répartir dans une foule de petits fossés (*ductis multifariam fossis*) qui pouvaient se passer chacun facilement. C'est

suivant ce procédé de dérivation méthodique que Jules César passa la Sègre.

74. Passage sur la glace. — Il suffit que la glace ait une épaisseur de 0^m,08 pour admettre l'infanterie marchant à files ouvertes ; de 0^m,12 pour la cavalerie et les voitures légères ; de 0^m,16 pour les grosses voitures de l'artillerie ; de 0^m,30 pour les plus lourds fardeaux militaires. Il faut, en tous cas, s'assurer que cette glace porte bien sur l'eau restée liquide.

Quand l'épaisseur est insuffisante, on peut rapidement l'accroître, en temps de gelée, en arrosant des couches de paille qu'on pose successivement sur la glace déjà formée.

Quand le thalweg est resté libre, à raison de la vitesse du courant, on y projette, de chaque côté, des corps d'arbres garnis de branches. Ces obstacles s'opposent au mouvement des glaçons et font fermer la rivière. Il est bon de recouvrir la glace qui doit livrer passage aux troupes d'une légère couche de terre, de sable ou de paille ; on place des cours de planches sous les roues des voitures ; enfin, si la glace est d'une solidité douteuse, on démonte les plus grosses pièces pour les faire passer sur des traîneaux.

On a vu fréquemment dans les régions septentrionales, des armées franchir sur la glace des fleuves et même des bras de mer. Ainsi opéra le roi de Suède Gustave qui, en 1658, passa le

Grand-Belt pour prendre Copenhague. C'est grâce au rigoureux hiver de 1794-95 que Pichegru put s'emparer si rapidement des places fortes de la Hollande et même de la flotte hollandaise. On peut encore, à ce sujet, citer l'armée russe qui, en 1808, franchit de la même manière le golfe de Bothnie.

75. Passage à la nage. — Les armées de l'antiquité passaient souvent les fleuves à la nage. C'est ainsi qu'Alexandre franchit le Tigre ; Philippe III de Macédoine, l'Achéloüs ; Jules César, la Loire, etc., etc. Végèce nous fait connaître que, de son temps, le procédé était réglementaire. Les Romains apprenaient à nager non seulement à leurs légionnaires mais encore aux vivandiers et valets d'armée (*lixæ vel galearii*) ; ils disaient d'un soldat sans instruction : *nec natat nec legit*, comme on dit d'un ignorant de nos jours : « il ne sait ni lire ni écrire ».

Le passage des rivières à la nage est très pratique pour la cavalerie. On se borne quelquefois à faire seulement passer à la nage les chevaux que tiennent par la longe leurs cavaliers embarqués. On peut, d'un bateau de 10 mètres de long, conduire ainsi six chevaux, trois de chaque bord.

L'infanterie peut aussi parfois passer une rivière à la nage. En 1799, Soult avait formé

une compagnie de cent cinquante nageurs ; en 1800, Lecourbe en avait une de quatre-vingts.

On peut citer, à titre d'exemples d'opérations exécutées avec succès suivant cette méthode, le passage de la Linth et de la Limmat par les nageurs de Soult ; celui du Danube, par les hommes de Lecourbe, etc.

Appareils natatoires. — Les nageurs de l'antiquité s'aidaient souvent d'appareils natatoires. Les soldats d'Alexandre et de César se servaient d'outres gonflées d'air (*inflatis utribus*) ou emplies de paille (*utres stramentis refertos*). Les Espagnols du temps d'Annibal et les Germains de la fin de l'Empire faisaient de leurs boucliers des esquifs (*scutis in modum alveorum*) et se faisaient porter par ces embarcations improvisées (*clypeis vectos*).

De nos jours, on a plus d'une fois essayé de rendre les exercices natatoires accessibles à tout le monde à l'aide de divers appareils auxquels s'est appliquée la dénomination générique de *scaphandres*. Dès l'année 1550, Zazini proposait d'organiser dans nos ports des compagnies de matelots munis de cuirasses de liège. Plus tard, sous le règne de Louis XIV, Lanker proposa une sorte de gilet formé de vessies gonflées d'air. Les chapelets de vessies et les corsets de liège furent successivement perfectionnés et l'on vit, en 1804, à Paris, un corps de *scaphan-*

driers militaires manœuvrer sur la Seine, à la hauteur du Pont Royal.

L'expérience ne fut guère concluante et l'on revint au simple nageur, en conformité de cette opinion émise par Saint-Ildefont et le colonel de Courtivron : « L'homme ne doit s'aider d'aucune espèce d'appareils pour manœuvrer à la surface des eaux ».

CHAPITRE VI

DESTRUCTION DES PONTS

76. Fréquence de cette opération. — La destruction d'un pont est une opération de guerre d'une fréquence extrême. La raison en est qu'elle constitue un moyen sûr et rapide de couper à l'ennemi une ligne de communications ; de couvrir une retraite, etc. Il convient de distinguer ici les ponts *permanents* des ponts *militaires*.

A. PONTS PERMANENTS

Les ponts permanents que les armées en campagne peuvent rencontrer sur leur passage sont en *charpente*, *métalliques* ou en *maçonnerie*.

77. Ponts en charpente. — Les ponts en bois peuvent se détruire à la hache ou par voie d'incendie. Il est, d'ailleurs, possible de rompre

à la dynamite les différentes pièces de la charpente. Les charges de rupture sont indiquées au tableau ci-dessous :

Dimensions des bois équarris	Charge unique appliquée sur une des faces du bois	Valeur de chacune des charges appliquées symétriquement sur deux faces opposées	Charge unique encastrée dans un forage
0 ^m , 20 sur 0 ^m , 10	1 pétard	1 pétard	1 pétard
0, 20 0, 20	5 //	3 //	1 //
0, 20 0, 30	8 //	5 //	2 //

78. Ponts métalliques. — Les ponts métalliques se composent essentiellement de fermes, de contreventements et de pièces de pont. Pour détruire une travée, il suffit d'en rompre les fermes. On estime qu'il faut, à cet effet, appliquer contre la face verticale d'une poutre droite ou arquée un saucisson contenant de 8 à 10 kilogrammes de dynamite au mètre courant. Règle générale : pour rompre une pièce de fer de 0^m,01 d'épaisseur, il convient de placer sur le grand côté de la section un pétard de dynamite. Si l'épaisseur était de 0^m,02, il faudrait deux pétards.

Les pièces de fonte de mêmes dimensions n'exigent respectivement que des charges moitié moindres.

79. Ponts en maçonnerie. — Les ponts situés sur les communications de l'ennemi sont munis, lors de leur construction, de dispositifs de mine permanents.

Attaque par les piles. — De tels dispositifs se ménagent ordinairement dans les piles. Quelle qu'en soit l'économie, les chambres aux poudres doivent toujours se trouver au-dessus du niveau des plus hautes eaux. Ces chambres sont mises en communication avec l'extérieur par des puits,

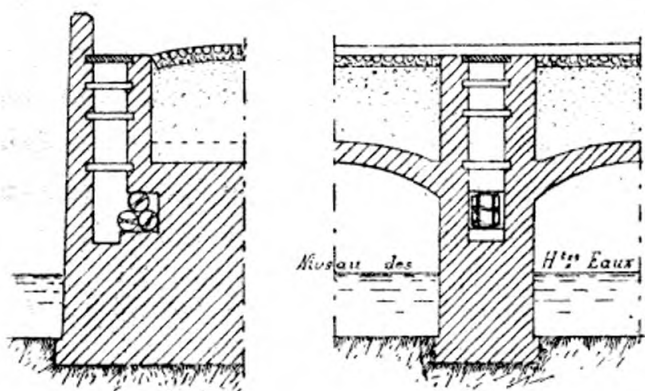


Fig. 26. — Destruction d'un pont en maçonnerie.
Attaque par les piles.

des rameaux, des gâines ou de simples forages. On y accède, par exemple, par des puits de 0^m,80 de côté, puits débouchant dans les trottoirs de la chaussée (fig. 26). L'orifice en est fermé par une pierre de taille ou une plaque de fonte. Quand la pile est trop haute, on arrive au fourneau par un rameau qui s'ouvre sur un des côtés de ladite pile. On prend des dispositions

analogues au cas où la pile est mince, l'aménagement d'un puits pouvant alors compromettre la solidité des voûtes.

Les charges à employer sont calculées selon les formules admises. Généralement, la charge d'un fourneau est de 75 à 100 kilogrammes pour des piles d'épaisseur inférieure à 2 mètres ; elle est de 150 kilogrammes pour celles de 2 à 3 mètres ; de 200 kilogrammes pour celles de 3 à 4 mètres. Il faut, par exemple, deux fourneaux de 100 kilogrammes pour ruiner une pile de 8 mètres de long sur 1^m,50 d'épaisseur.

La méthode d'attaque par les piles était déjà en usage en France vers la fin du xiv^e siècle, ainsi qu'il appert du récit de cet épisode du siège du château de Châtellerault (1369-1371).

..... par dedens basteaux sont nos François entré
A piques et à hoes ont l. piler miné
Si c'un arche du pont chéi dedens le gué
Et la tour qui fu sus chéi d'aulture costé.

Attaque par les arches à la clé. — Quand il n'existe point de dispositifs permanents, il faut improviser des dispositifs d'une exécution rapide. Comme il est difficile d'entamer les piles on vise, en ce cas, les arches.

Pour attaquer une voûte, on creuse une tranchée parallèle aux piles et passant par la clé (*fig. 27*), laquelle tranchée sert à loger des four-

neaux ayant l'épaisseur de la voûte pour ligne de moindre résistance. Une épaisseur de $1^m,30$ réclame une charge totale de 150 à 200 kilogrammes de poudre.

La tranchée peut affecter une forme cruciale. Les bras de la croix, dont l'intersection se trouve à la clé, se creusent suivant 3 mètres de longueur et se chargent chacun de 75 kilogrammes, soit en tout 300 kilogrammes. La destruction n'est pas aussi complète que suivant la méthode précédente, alors même qu'on a pris le soin de réduire à un mètre l'épaisseur de la voûte à la clé.

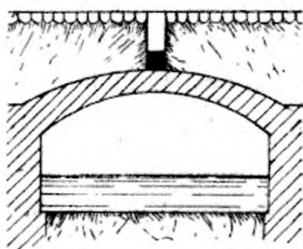


Fig. 27. — Destruction d'un pont en maçonnerie. Attaque par les arches à la clé.

Attaque par les arches aux reins. — Lorsqu'on n'a que peu de poudre à sa disposition il convient d'ouvrir des tranchées à l'aplomb des reins de la voûte. Il faut, pour couper chacun des reins, réduits à $1^m,30$ d'épaisseur,

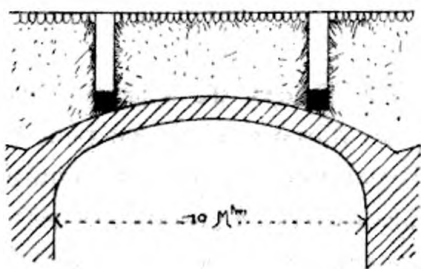


Fig. 28.

Destruction d'un pont en maçonnerie.
Attaque par les arches aux reins.

environ 65 kilogrammes de poudre, soit en tout 130 kilogrammes (*fig.* 28).

Si l'on avait à démolir à la dynamite une arche de 10 mètres de portée et de 0^m,80 d'épaisseur, on ouvrirait, comme il a été dit, deux tranchées à l'aplomb des reins. On déposerait de chaque côté une charge allongée de 100 kilogrammes, moyennant quoi la démolition totale serait absolument assurée. Cette charge de 100 kilogrammes peut se réduire à 30 kilogrammes si elle est fortement bourrée.

Attaque brusquée sous voûte. — Faute de temps, on suspend sous la clé des charges en barils ou enfermées dans des augets. La destruction d'une voûte de 1^m,30 d'épaisseur à la clé réclamerait, suivant cette méthode, environ 150 kilogrammes de poudre.

B. PONTS MILITAIRES

80. Ponts de l'armée nationale. — Au cours d'une retraite, on peut être amené, faute d'attelages, à détruire un équipage de ponts. On forme alors de grands bûchers de bateaux et de voitures et l'on y met le feu. Les ferrures sont enfouies et les cendres dispersées afin que l'ennemi ne soit pas informé, s'il est possible, de la situation désespérée dans laquelle on se

trouve. Une telle opération ne doit s'ordonner qu'à la dernière extrémité, quand il faut absolument renoncer à transporter plus loin le matériel.

C'est ainsi que, pendant la retraite de Russie, notre dernier équipage de ponts fut détruit à Orcha, malgré les protestations de l'énergique Eblé. Cinq jours après cet incendie, notre armée arrivait à la Bérésina.

Pour couler un pont de bateaux, on perfore chacun des bateaux après l'avoir lesté de pierres. On enlève, en même temps, tous les brélages pour que les poutrelles et les madriers soient emportés et dispersés par le courant.

Pour brûler un pont en bois, on en garnit les supports et le tablier de fascines et de menus bois secs qu'on enduit de goudron, de pétrole ou de toute autre matière inflammable, puis on y met le feu.

On peut enfin faire sauter les supports à la poudre ou à la dynamite.

L'explosion d'une charge de 20 kilogrammes de poudre, placée près d'un chevalet sous deux mètres d'eau, renverse le chevalet et démolit une travée du pont. Une charge de 30 à 50 kilogrammes de poudre ou de 10 kilogrammes de dynamite renverse, en général, plusieurs travées.

En ce qui concerne les ponts de pilots, on se

rappellera qu'un pilot se coupe au moyen d'une charge de 1 à 2 kilogrammes de dynamite, placée à 0^m,50 au-dessous du niveau de l'eau. Une palée de trois pilots de 0^m,24 de diamètre, espacés de 1^m,40 d'axe en axe, est détruite si, sous 2 à 3 mètres d'eau, on applique contre le pilot central une charge de 50 kilogrammes de poudre.

Quand on n'a pas le temps de préparer une explosion sous l'eau, on peut ruiner une travée de pont en bois, en plaçant sous le tablier un baril de 50 kilogrammes de poudre ou, au-dessus, un baril de 100 kilogrammes.

L'Instruction ministérielle du 15 décembre 1878 prescrit de détruire les ponts en bois, en brisant les supports que l'on considère comme des arbres au point de vue des charges à employer; d'opérer les ruptures au-dessous du niveau de l'eau, afin de rendre le rétablissement du pont difficile; de ruiner les formes de charpente qui portent ce tablier, à l'aide de charges suspendues contre ces pièces de bois et calculées d'après la donnée de leurs équarrissages.

81. Ponts de l'ennemi. — On détruit à distance les ponts militaires de l'ennemi par le choc, l'incendie ou l'explosion d'une charge de poudre.

Le procédé du choc consiste à abandonner en amont dans le fleuve des corps flottants très

lourds, offrant beaucoup de prise au courant, tels que des bateaux ou des radeaux chargés de pierres.

On incendie les ponts en jetant en amont dans le courant des brûlots, c'est-à-dire des corps flottants chargés d'amas de matières combustibles ; une meule de foin embarquée sur un radeau constitue un excellent brûlot. On peut aussi charger un bateau de tonneaux défoncés emplis de pétrole enflammé et le couler un peu en amont du pont à détruire. Le pétrole se répandra sur l'eau et incendiera les supports.

On peut aussi détruire les ponts de l'ennemi en lançant dans le courant des *machines infernales* ou de simples *torpilles*, c'est-à-dire des corps flottants chargés de matières explosibles destinées à produire leur effet lors de leur arrivée sur le pont. La mise du feu s'opère soit au moyen d'un mouvement d'horlogerie qui, au bout d'un temps donné, fait jouer un ressort commandant une capsule ; soit au moyen d'un mécanisme fort simple, tel que celui d'une perche qui bascule en accrochant le tablier du pont.

Lors de la bataille de Wagram, les Autrichiens avaient organisé sur un grand bateau du Danube une chambre en charpente à l'intérieur de laquelle avaient été enfermés cinq barils de poudre, formant ensemble une charge de

600 kilogrammes. Le mât de l'embarcation n'était maintenu en place que par le moyen d'un seul clameau et de quelques faibles haubans... il devait, en conséquence, s'incliner en touchant le pont. Une transmission de mouvement extrêmement simple opérait alors la mise du feu.

Cette machine flottante ne joua point, car elle fut gaffée par nos postes de pontonniers établis sur les rives du fleuve.

CHAPITRE VII

RÉPARATION DES PONTS

82. Ponts militaires. — La destruction des ponts militaires, alors qu'elle est opérée par l'ennemi, est généralement trop complète pour qu'on puisse songer à les rétablir. Il est néanmoins certaines mesures utiles qu'on peut quelquefois prendre.

S'agit-il d'un *pont de bateaux* rompu par des corps flottants, il faut se mettre en chasse de ces embarcations, les arrêter, leur faire accoster la rive. On procède ensuite au sauvetage des madriers et des poutrelles. Si le pont a été coulé, on tente le renflouage des bateaux submergés.

Quand plusieurs palées d'un *pont de pilots* ont été rompues, il faut nécessairement battre de nouveaux pilots. Lorsque le pont a été incendié et que les têtes de pilots dépassent le niveau des plus hautes eaux, on se contente de recéper ces têtes à même hauteur, de les coiffer d'un nouveau chapeau et de mettre en place un

autre tablier. C'est ainsi que l'on voit Jules César réparer sur l'Allier un pont dont Vercingétorix avait fait couper les pilots au-dessous du niveau des eaux du fleuve. Si les pilots sont brûlés

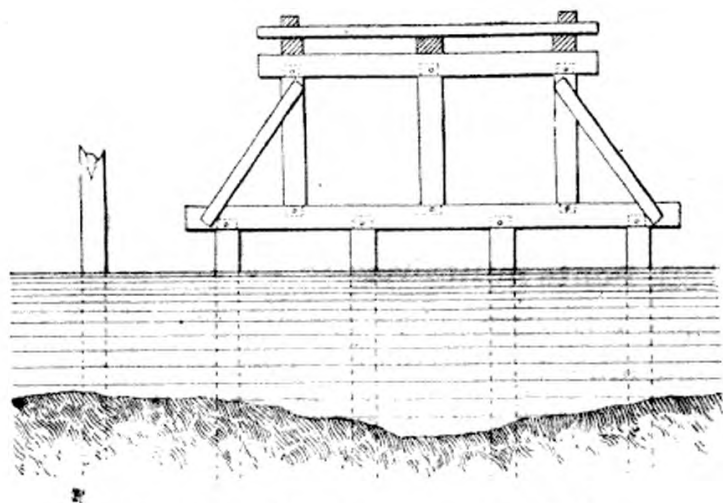


Fig. 29. — Réparation d'un pont de pilots.

trop bas, on les recèpe et on les coiffe d'un chapeau ; puis, sur ce support bas, on installe une palée destinée à porter les poutrelles (*fig. 29*).

Enfin, si dans une travée, la plupart des pilots sont demeurés intacts, on restitue à ceux qui ont été endommagés la hauteur convenable au moyen d'entures à mi-bois avec des pièces de même équarrissage. Ces assemblages se consolident au moyen de frettes, de boulons, de brèlages.

83. Ponts permanents. — S'agit-il d'un pont en maçonnerie, si la brèche a peu de lar-

geur, on rétablit la continuité du passage en prenant pour supports intermédiaires des chevalets reposant sur la portion intacte d'une pile rompue ; ou sur les décombres provenant de la rupture d'une arche ; sur des radeaux ou bateaux solidement amarrés (*fig. 30*), ou enfin sur le fond de la rivière.

On peut aussi jeter d'un bord à l'autre de la brèche des poutres qu'on recouvre de madriers.

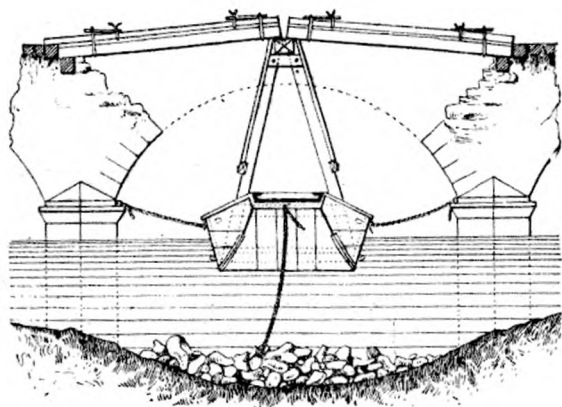


Fig. 30. — Réparation d'un pont en maçonnerie.

On réduit la portée de ces poutres en les faisant reposer sur des corbeaux formés de corps d'arbres encastrés horizontalement de chaque côté et surplombant le vide du tiers environ de sa largeur.

On peut enfin faire usage d'un système de

contrefiches qui s'arc-boutent en s'assemblant dans la poutrelle et s'encastrent, d'autre part, dans la maçonnerie.

Quand la largeur des brèches est considérable, il faut avoir recours à des dispositifs de charpente qui ne peuvent être montés que par des ouvriers spéciaux.

CINQUIÈME PARTIE

OPÉRATIONS DE GUERRE EN DIVERS MILIEUX

CHAPITRE PREMIER

CHEMINEMENTS SOUTERRAINS

84. Substructions antiques. — Les anciens étaient singulièrement experts en l'art des substructions et l'on retrouve çà et là des traces de leurs travaux considérables.

85. Émissaires. *Émissaire du lac Mæris.*
— « Le lac Mæris, dit Hérodote, creusé de main d'homme et alimenté artificiellement par le Nil était, d'ailleurs, pourvu d'un émissaire souterrain qui débouchait dans la Syrte de Libye, non loin des monts de Memphis. Les voyageurs s'étonnaient de n'apercevoir nulle part l'amoncellement des déblais provenant de cette œuvre gigantesque car les Égyptiens les avaient portés dans le Nil, au fur et à mesure de l'état d'avancement de leurs travaux ».

Émissaire du lac d'Albe. — Creusé vers l'an 400 avant notre ère, l'émissaire du lac d'Albe existe encore aujourd'hui, et sa structure témoigne des méthodes en usage dans l'antiquité pour ce genre de travaux. « Ce fut, dit Niebuhr, dans une lave de la dureté du fer qu'on perça une galerie à hauteur d'homme, large de trois pieds et demi et longue de six mille. Sur la ligne qui marquait sa longueur on perça environ cinquante puits jusqu'au sol du canal en construction ; de la sorte, le niveau et la direction se trouvèrent bien déterminés d'une extrémité à l'autre... Dès que ces puits avaient atteint le niveau, des ouvriers placés dans chacun d'eux s'avançaient les uns vers les autres en taillant la pierre de deux côtés opposés... L'inspection des lieux a démontré que, lorsqu'il n'y eut plus entre le lac et la galerie qu'une mince paroi de roc, on la perça..... »

Émissaire du lac Fucino. — Pour le percement de la montagne que devait traverser l'émissaire du lac Fucino, les dépenses, nous dit Pline, furent énormes ; et les bras employés tant d'années durant, innombrables. Là où le sol était formé de terres, on rencontrait de l'eau qu'il fallait épuiser à l'aide de machines ; ailleurs, c'était la roche vive qu'on était mis en demeure de trancher. Et tout cela se faisait dans l'obscurité.

Suétone, plus précis, ajoute que ce grand canal souterrain, œuvre de l'empereur Claude, mesurait trois mille pas de longueur ; que l'exécution des travaux demanda onze années, bien que trente mille ouvriers y fussent employés sans relâche.

Égouts de Tarquin. — Citons enfin, à titre de grandes substructions antiques, les égouts de Rome construits par Tarquin. Ces galeries étaient d'une section telle qu'une voiture hautement chargée de foin pouvait aisément y passer.

86. Poternes. — La plupart des places de l'antiquité étaient pourvues de poternes affectées aux mouvements secrets que devaient exécuter des troupes. C'est ainsi que la ville de Thèbes, en Égypte, se trouvait, pour ainsi dire, suspendue sur le vide, « les rois du pays, dit Pline, pouvant par dessous faire sortir des armées entières sans qu'aucun habitant s'en aperçût ». Alexandrie était aussi munie d'un réseau de galeries souterraines aboutissant au Nil. Il en était de même de Jérusalem et l'historien Josèphe rapporte que, lors du siège formé par Nabuchodonosor, Sédécias put s'échapper par une de ces poternes donnant sur la campagne. Les défenseurs s'en servirent aussi lors du siège formé par Titus.

Citons enfin, d'après Ammien Marcellin, la

Tour d'Amida, à l'étage inférieur de laquelle venait, dit-il, « aboutir un passage secret, pratiqué dans la base même de la roche, d'où l'on montait, par des degrés artistement taillés, jusqu'au niveau du sol de la ville. On avait pratiqué cette voie souterraine afin de pouvoir, sans être vu, puiser de l'eau au fleuve. Il en existe de pareilles à ma connaissance dans toutes les forteresses qui jouissent de la proximité d'un cours d'eau ».

87. Contremines. — Certaines places de l'antiquité étaient, nous apprend encore Joseph, munies de dispositifs de contremines. C'est ainsi que Gamala, ville de Judée, était pourvue de galeries permanentes.

On sait, d'ailleurs, que les origines de l'art militaire souterrain se perdent dans la nuit des âges. Un passage de la Genèse prouve que les places fortes se prenaient *à la mine* déjà vers l'an 2 000 avant notre ère. Tous les peuples antiques, Assyriens, Égyptiens, Hébreux, Perses, Grecs et Romains pratiquaient habilement cet art de la guerre souterraine.

Les *hyponomes* antiques mesuraient parfois un grand développement, témoin la fameuse galerie d'Aphase ouverte par Darius et qui n'avait pas moins de 2 775 mètres de longueur.

Les moyens dont nous disposons aujourd'hui sont de nature à révolutionner l'art de la guerre

souterraine. La puissance de nos machines perforatrices et de nos méthodes d'aérage nous permettraient de donner à nos galeries de mine ou de contremine des longueurs considérables et de faire ainsi du fourneau une arme à longue portée.

CHAPITRE II

OPÉRATIONS SOUS-AQUATIQUES

88. Antiquité des premières opérations sous-aquatiques. — Il y a longtemps que le génie de l'homme a, pour la première fois, sondé le fond des mers et tenté d'ouvrir un théâtre sous-aquatique au développement de sa fiévreuse activité.

Cette proposition, qui peut sembler étrange, se démontre assez facilement de plusieurs manières, notamment par l'exposé succinct de la découverte, faite à Cervetri, de la fameuse *coupe de Cære*. Ce vase de terre, acquis par le Musée du Louvre en 1871, porte la signature d'Euphronios. On y remarque, à l'intérieur, une décoration du peintre Micon, représentant les exploits sous-marins de Thésée. Debout sur la tête du dieu Triton, le fils d'Égée vient de plonger dans l'Océan. Protégé par la main d'Athéné, le héros est accueilli par Amphitrite qui lui pose sur la tête une couronne de plantes aquatiques.

Le sens de ce tableau n'a rien d'équivoque pour qui sait lire à travers les voiles allégoriques que l'antiquité se plaisait à jeter sur l'histoire.

89. Plongeurs. — De tous temps et dans tous les pays il y eut des plongeurs habiles.

Les Grecs avaient fait faire, par le peintre Androbius, le portrait du célèbre Scyllis, qui allait si bien couper sous l'eau les cordages d'ancre des vaisseaux du roi de Perse.

Lors du siège de Tyr par Alexandre, les assiégés avaient défendu le pied de leurs murailles au moyen de gros enrochements destinés à empêcher l'approche des chalands qui portaient les *tortues bélières*. Les assaillants employèrent leurs équipages à l'enlèvement de ces énormes blocs ; mais, pendant tout le cours de leurs opérations, les navires de service ne cessèrent d'être inquiétés par des travailleurs sous-aquatiques qui venaient couper leurs amarres. En même temps, d'autres plongeurs démolissaient, au fur et à mesure de son avancement, la digue entreprise par les Macédoniens à l'effet de souder la ville à la terre ferme.

Les plaisirs d'Antoine et de Cléopâtre ont rendu fort célèbres les plongeurs égyptiens. Les deux amants pêchaient sur les rives du Nil et, pour se faire à bon compte une réputation d'adresse inimitable, Antoine avait, sous les eaux du fleuve, un affidé qui, de minute en

minute, suspendait un poisson à sa ligne. Cléopâtre, qui ne prenait rien, ne pouvait dissimuler son dépit ; mais, un jour, elle éventa la ruse et résolut de se venger. Par l'entremise d'un autre plongeur émérite, elle parvint à suspendre à l'hameçon du jeune patricien... un long poisson salé. De là des rires inextinguibles.

De bonne heure les puissances entretenirent des corps de plongeurs militaires. Philon de Byzance énumère les services que ces soldats d'élite sont appelés à rendre dans les travaux d'attaque et de défense des places maritimes. « Pendant la nuit, dit-il, et quand la mer sera houleuse, il faudra envoyer des plongeurs pour couper les cordages d'ancre des navires qui sont au mouillage et percer leur coque ; c'est le meilleur moyen d'empêcher l'ennemi de rester en station devant la ville. Pour qu'on ne perce pas les navires, il faut surveiller les plongeurs ennemis en plaçant des gardes sur tout le pourtour du bâtiment, et faire flotter, autour de la coque, des madriers garnis de tridents du côté de l'extérieur ».

Tout porte à croire que le personnel de la marine militaire de Rome comprenait un corps de plongeurs, et qu'il y avait à bord de chacun des navires de sa flotte un ou plusieurs hommes sachant travailler sous l'eau. C'est à ces braves gens, d'origine phocéenne pour la plupart, que

l'empereur Claude dut la gloire d'avoir machiné, non sans élégance, les lacs de la péninsule italique.

Philippe - Auguste, le grand poliorcète du Moyen âge, imitait de tous points les Romains. Il eut donc des plongeurs dont l'un, nommé Galbert, savait passer la Seine entre deux eaux. Les exploits de ce Galbert, au siège des Andelys, ont été brillamment chantés par deux de nos poètes : Guillaume Guiart et Guillaume-le-Breton.

Dès lors, la marine française fut dotée d'un corps de plongeurs. « Les vaisseaux de guerre, « dit Christine de Pisan, doivent estre garnis « de mariniers qui longuement sachent nouer « soubz eaue ; yceulx ayent perçoyeurs bien « agus et trenchans, par quoy ilz percent les « nefz en plusieurs lieux, si que l'eaue y puist « entrer..... »

Au xviii^e siècle, c'est en Amérique qu'on rencontre des plongeurs remarquables ; l'ingénieur Bushnell employait, en 1776, un matelot doué d'un appareil respiratoire d'une puissance extraordinaire. Cet homme allait, en effet, sous l'eau, de New-York jusqu'à l'île du Gouverneur.

90. Machines plongeantes. — Aujourd'hui, que des machines ingénieuses permettent de travailler sous l'eau sans peine et sans danger, le simple plongeur ne semble plus devoir

rendre de services qu'en de très rares circonstances.

La *cloche* est la plus ancienne des machines à plongeur dont l'histoire fasse mention ; Aristote en parle comme d'un appareil couramment employé. « On procure, dit-il, aux plongeurs la faculté de respirer, en les faisant descendre dans une chaudière ou cuve d'airain. Cette cuve ne se remplit pas d'eau et conserve l'air, si on la force de s'enfoncer verticalement ; mais, si on l'incline, l'eau entre dessous ».

La Taupe. — Ce n'est que de nos jours que la cloche à plongeur (*diving bell*) a reçu d'utiles perfectionnements. L'un des meilleurs modèles actuellement en usage est celui de M. Toselli. La *Taupe marine* de cet ingénieur est un appareil clos, propre à faciliter les travaux sous-aquatiques à de grandes profondeurs. C'est un cylindre en tôle de 0^m,015 d'épaisseur, de 1 mètre de diamètre intérieur et 3 mètres de hauteur, divisé en quatre compartiments distincts, respectivement destinés à servir de logement à l'air comprimé, au lest, à l'opérateur et à l'eau alternant avec l'air. Ce dernier compartiment consiste en une sorte de vessie natatoire qui laisse à l'opérateur la faculté de se mouvoir, à volonté, sur la verticale. Deux manches en caoutchouc et une paire de ciseaux lui permettent d'ailleurs de travailler sous l'eau.

Le 26 août 1871, l'inventeur, enfermé dans son appareil, descendit à 70 mètres de profondeur sous les eaux de la baie de Naples, et cette expérience eut le plus grand succès.

Le scaphandre. — Avec la cloche perfectionnée, les appareils modernes les plus remarquables sont le *spencer*, proposé par l'Anglais de ce nom; le *triton*, de Diébery; le *casque Dean*; et, enfin, le *scaphandre*. C'est l'emploi de ce dernier qui prévaut aujourd'hui. On sait qu'il a pour effet d'isoler complètement l'homme immergé, en lui laissant la liberté de se mouvoir et de travailler de ses mains, les seules parties de son corps qui soient en contact avec l'eau ambiante. Ce résultat est obtenu au moyen d'un pantalon imperméable en caoutchouc, à pieds et à bras, et terminé par un collet de cuir sur lequel est assujettie, par de petits boulons à écrous, une espèce de cuirasse qui repose sur les épaules du plongeur. Celle-ci porte, à la partie supérieure, trois filets de vis pour recevoir le casque qui doit envelopper la tête et auquel sont fixés latéralement deux verres épais correspondant aux yeux; une troisième fenêtre peut s'ouvrir et se fermer à volonté. L'air nécessaire à la respiration (et qui doit aussi faire équilibre à la pression de l'eau) arrive à l'opérateur immergé au moyen d'une pompe pneumatique et par un tuyau qui s'adapte au casque. Celui-ci

laisse échapper d'un mouvement continu l'air qui se trouve en excès par une soupape à ressort à boudin s'ouvrant de l'intérieur à l'extérieur. Il se produit ainsi à la surface un bouillonnement qui indique assez bien la position du plongeur. L'homme revêtu du scaphandre demeure facilement sous l'eau trois ou quatre heures consécutives sans éprouver de malaise, et il n'est aucune espèce de travaux qu'il ne puisse exécuter. Toutefois, quand la hauteur d'eau devient un peu considérable, sa fatigue augmente sensiblement, et la clarté diffuse à l'aide de laquelle il travaille lui fait presque complètement défaut. Il faut alors avoir recours à un appareil auxiliaire, véritable complément du scaphandre, qui permette de descendre utilement à d'assez grandes profondeurs.

91. Éclairage sous l'eau. — Les appareils d'éclairage sous-aquatiques les plus en vogue sont ceux qui portent les noms de Guigardet et de Denayrouze. Alimenté par un mélange d'alcool et d'essence de térébenthine, la lampe Guigardet est enfermée dans un cylindre de verre assez épais pour résister à la pression de l'eau sous une grande hauteur, et surmonté d'un tube-cheminée destiné à laisser échapper les gaz de la combustion. Deux autres tubes verticaux, placés latéralement, amènent l'air atmosphérique à la partie inférieure de la cage de verre et

leur extrémité, comme celle du premier, est maintenue par un flotteur au-dessus de la surface de l'eau. La lampe sous-marine brûle régulièrement et jouit d'un pouvoir éclairant très convenable. On peut fort bien travailler à la distance de deux ou trois mètres de ce foyer de lumière. Les *nouveaux appareils Denayrouze*, tout récemment expérimentés, sont les suivants, savoir : une pompe à air comprimé ; un jeu de cylindres d'acier chargés d'air comprimé, avec un système réduisant assez la pression pour ne pas gêner la respiration ; un vêtement et un casque de plongeur (ce dernier permettant de parler) ; un appareil permettant au plongeur de travailler sans révéler, en aucune façon, sa présence ; une lampe sous-marine Denayrouze ; un système sous-marin à haute pression, formé d'un simple cylindre automoteur fournissant au plongeur l'air nécessaire à la respiration.

L'ensemble de ces appareils a été soumis, le 23 juillet 1875, à l'examen de divers membres de l'*Admiralty Torpedo Committee* d'Angleterre. Les expériences, très concluantes, ont démontré qu'un homme peut vivre sous l'eau pendant deux heures, sans conserver avec l'extérieur aucune espèce de communication. Plongé dans le milieu liquide, il peut, à volonté, se mouvoir dans toutes les directions ; monter,

descendre, se guider au moyen d'un compas éclairé par une lampe que lui-même allume ou éteint, selon qu'il lui plaît. Il lui est, de plus, facile de travailler ; de procéder, par exemple, à la pose d'une torpille sous les flancs d'un navire ennemi et de ramener à la traine le conducteur électrique destiné à la mise du feu.

92. Navigation sous-aquatique. — Nous avons laissé pressentir que l'art de la navigation sous-aquatique n'était point d'invention moderne. Il remonte, en effet, à une haute antiquité, et l'on dit qu'Alexandre le Grand se hasarda une fois à bord d'une embarcation qui marchait sous l'eau.

Il faut constater ensuite une longue solution de continuité dans l'histoire des navires submersibles. Ce n'est que vers le milieu du xvi^e siècle qu'on voit les habitants de l'Ukraine se servir de pirogues au moyen desquelles ils plongent, à peu près comme le font aujourd'hui les Esquimaux.

Vers la fin du xvi^e siècle, William Bourne reprend à nouveau le projet de construction d'un appareil destiné à la navigation sous-marine.

Bateau Van Drebbel. — Un demi-siècle plus tard, en 1624, le Hollandais Cornelius van Drebbel réalise ce projet hardi. Il fait à Londres, sous les eaux de la Tamise, une expé-

rience curieuse : son bateau plongeur, mis en mouvement par douze paires d'avirons, embarque aussi une douzaine de personnes, au nombre desquelles se trouve le roi Jacques I^{er}. Le mérite de l'invention consistait principalement en la préparation d'un liquide jouissant de la propriété de purifier l'air vicié par la respiration et portant le nom prétentieux, mais significatif, de *quinte essence d'air*. L'inventeur n'eut malheureusement pas le temps de perfectionner son appareil ; traité de fou, de suppôt du diable, il mourut emportant son secret avec lui.

Nous arrivons au milieu du xvii^e siècle. C'est alors que le P. Fournier et le P. Mersenne exposent clairement la théorie de la navigation sous-marine, et que, passant à l'application des principes émis, un Français lance à Rotterdam (en 1653) un navire analogue à celui de van Drebbel, mais plus aisément dirigeable, malgré ses soixante-douze pieds de longueur. Ultérieurement, un ingénieur maritime du nom de Day construisit, à son tour, un *diving-boat* qui ne sut pas sortir victorieux de la série d'expériences dont il fut l'objet. Il y eut ensuite un Anglais, dont la *Philosophia Britannica* mentionna pompeusement la découverte ; c'était un vaisseau fait de cuir très épais, très résistant, contenant un réservoir d'air hermétiquement clos et garni de verres à sa partie antérieure. Cette embarcation

ne put parvenir à descendre sous l'eau, à une profondeur suffisante, et l'inventeur fut réduit à la nécessité d'en opérer la transformation en navire du commerce.

Tel est l'historique sommaire des premiers essais de navigation sous-aquatique, essais qui ne furent ni connus ni compris du public du temps.

Submarine boat Bushnell. — Bushnell n'en avait certainement pas connaissance lorsqu'il préconisait l'emploi de son premier *submarine-boat*, lequel, dit avec raison M. Barnes, doit être considéré comme le résultat d'une conception absolument originale. Le bateau plongeur de Bushnell fut construit en 1773 ; c'était une embarcation hermétiquement close de toutes parts. « Le pont, dit le major Daudenart, présentait en saillie, et sur une certaine hauteur, un cylindre garni de regards dans toutes les directions, servant tout à la fois d'entrée dans l'embarcation et d'observatoire à l'homme chargé de sa conduite. Une soupape, qui se manœuvrait avec le pied, servait à l'introduction de la quantité d'eau nécessaire à l'immersion du bateau, à une profondeur constamment accusée par un manomètre. Deux vis, manœuvrées à la main et placées l'une sous l'autre, sous un angle de 45°, produisaient et réglaient le mouvement. L'une d'elles, horizontale, servait à la propulsion ;

l'autre produisait la descente ou l'ascension de l'embarcation, équilibrée sous l'eau. Une pompe foulante, servant à expulser le liquide introduit, avait pour effet de ramener le bateau à la surface de l'eau pour le renouvellement de l'air intérieur ».

Le Nautilus. — Enfin parut Fulton, qui, s'inspirant des idées préconisées par David Bushnell, allait faire faire un grand pas à l'art de cette nouvelle navigation.

Il vint à Paris, en 1797, solliciter l'appui du Directoire ; mais ses projets, renvoyés au ministère de la guerre, y furent jugés irréalisables... L'ingénieur américain ne se découragea point ; il exécuta en acajou le modèle du bateau dont il proposait la construction et le présenta de nouveau au Directoire, qui, cette fois mieux inspiré, nomma lui-même une commission d'examen. La commission fit un rapport favorable, mais le ministre de la marine refusa nettement de souscrire à l'adoption du *Nautilus*.

C'est ainsi que Fulton appelait son bateau sous-marin, du nom d'un mollusque de la classe des céphalopodes, genre Argonautes. Le nautilus possède une coquille très mince, symétriquement cannelée et figurant assez bien une chaloupe. Lorsque la mer est calme, il s'en sert comme d'une véritable embarcation. Six de ses tentacules fonctionnent comme des avirons, et

il lève en l'air les deux autres qui s'élargissent et s'enflent au vent comme des voiles. Les vagues s'agitent-elles ? un ennemi s'approche-t-il ? voiles et rames, tout rentre dans la coquille et l'on voit sombrer la chaloupe. Après trois années de vaines sollicitations, Fulton eut l'occasion d'offrir ses services au Premier Consul, qui les accueillit et commit Volney, Monge et Laplace à l'examen sérieux du navire submersible.

On lit dans la *Correspondance de Napoléon I^{er}* :

PIÈCE 5206. — 4 décembre 1800. « Le ministre de la marine soumet au Premier Consul des propositions relatives au *Nautilus* que M. Robert Fulton, citoyen des États-Unis, fait parvenir par l'intermédiaire du citoyen Volney, membre du Sénat conservateur ». — Solution : *Le ministre traitera cette affaire avec Fulton, Volney et autres.*

PIÈCE 5547. — 20 mars 1801. « Le ministre de la marine propose d'approuver qu'une somme de dix mille francs soit comptée à Fulton, pour le mettre à même de faire à Brest une expérience complète du *Nautilus*, et de lui allouer certaines sommes à titre de récompense ». — Approbation : *Le Premier Consul souscrit à cet engagement.*

Fort de ces encouragements, Fulton construisit, en 1800-1801, un bateau-plongeur muni de

deux hélices parallèles qui lui servaient de propulseurs et en assuraient la direction dans le sens horizontal. Les mouvements d'ascension et de descente s'obtenaient au moyen d'une vis fonctionnant verticalement. Les essais se firent d'abord à Rouen, puis au Havre. De là, l'ingénieur américain entreprit de se rendre à Brest et il inquiéta fort, durant cette traversée, les canonniers des batteries de côtes qui le voyaient s'enfoncer tout d'un coup sous l'eau pour reparaître, quelques instants après, à la surface.

Bientôt l'on construisit à Paris un second bateau plus élégant que le premier et qui porta fièrement à l'arrière son nom de *Nautilus* écrit en lettres d'or. Ce nouveau *diving-boat* de Fulton avait des membrures de fer et un doublage en cuivre ; il affectait la forme d'un ovoïde très allongé et portait, à l'une des extrémités du grand axe, un collet propre à recevoir un couvercle. Sur le milieu du pont se trouvait une rigole destinée à loger un petit mât qui pouvait se relever à charnière. A l'intérieur, qui avait environ six pieds de diamètre, étaient rangés des manches de rames en forme d'hélice, propres à produire le mouvement de translation horizontale. Un réservoir dans lequel on introduisait de l'eau permettait de faire, à volonté, plonger le *Nautilus* ; une pompe foulante servait à le faire émerger.

Terminé en juin 1801, le *Nautilus* n° 2 fut essayé sur la Seine, à la hauteur de l'hôtel des Invalides. Fulton s'étant enfermé dans son bateau avec un matelot muni d'une bougie allumée, s'enfonça sous l'eau, demeura caché pendant vingt minutes et émergea après avoir parcouru une assez grande distance. Il s'immergea de nouveau et regagna le point de départ, puis il reparut à la surface et courut plusieurs bordées sous voile, aux applaudissements du public.

Les essais furent continués à Brest et nous extrayons ce qui suit du rapport des officiers de marine chargés d'en suivre le cours :

« Le 3 juillet 1801, l'ingénieur, accompagné de trois hommes, monta, dans le port de Brest, à bord de son bateau ; il plongea à la profondeur de vingt-cinq pieds, et resta sous l'eau durant une heure, se dirigeant à volonté dans tous les sens. Le 24 juillet, il remplaça ses lumières, qui consumaient beaucoup d'air respirable, par une ouverture pratiquée à la partie supérieure du bateau et garnie d'une vitre épaisse qui laissait passer assez de jour pour que, durant l'immersion, il pût compter les minutes à sa montre. Le 26, il adapta au *Nautilus* un mât, une grande voile et un foc.... Tout à coup, au milieu de la rade, il fit abattre voiles et mât et se prépara à plonger. Son branle-bas ne de-

manda, en tout, que deux minutes. L'embarcation sous-marine pouvait prendre *sous l'eau* la vitesse d'un mètre à la seconde ; elle gouvernait parfaitement et manœuvrait aussi bien qu'à la surface. Le compas ne perdait, à une profondeur quelconque, aucune de ses propriétés magnétiques. Le 7 août suivant, il y eut une dernière expérience : Fulton emporta dans son *diving-boat* un pied cube d'air comprimé et demeura sous l'eau *quatre heures et vingt minutes.* »

Malgré ce succès incontestable, le gouvernement français, toujours sujet aux tiraillements administratifs, ne crut pas devoir encourager plus longtemps la navigation sous-marine. L'empereur Napoléon I^{er} était d'ailleurs fatigué de la lenteur avec laquelle s'opéraient les perfectionnements jugés nécessaires. Victime de sa propre impatience, il cessa de se rendre un compte exact de l'importance de l'invention et finit par la déclarer impraticable.

Le Nautilé. — Mais la palinodie ne répugnait pas trop au génie de Napoléon ; huit ans plus tard, en 1809, on le voit faire construire par les frères Coëssin un petit bateau-plongeur qui prend le nom de *Nautilé* et qu'on essaye au Havre. L'équipage, d'un effectif de neuf hommes, devait aller, la nuit, attacher des chemises soufrées aux œuvres vives des vais-

seaux anglais. Une commission de l'Institut, composée de Biot, Monge et Carnot, fut chargée de rédiger un rapport sur la forme et les propriétés du *Nautilé*, ainsi que sur la manière dont il se comportait à la mer et sous l'eau. « *Il n'y a plus de doute*, proclamèrent les trois savants, *il n'y a plus de doute qu'on ne puisse établir une navigation sous-marine très-expéditivement et à peu de frais* ». Le rapport de la commission porte la date du 11 avril 1810. Ce document fut publié, commenté par des hommes compétents, notamment par de Castéra, mais il ne rencontra point d'échos. La France, si prompt à s'engouer de tant d'utopies dangereuses, la France demeura froide et ne tarda pas à tomber dans l'indifférence. Pendant ce temps, au contraire, les Américains poursuivaient avec une sorte d'acharnement la solution du problème des navires submersibles. Nous possédons la description des divers modèles qui ont été lancés par eux en 1812, et, notamment, celle du *submarine Vessel* alors mentionné par le *Nile's Register*. Ce vaisseau, qui affectait la forme d'un marsouin (*like a porpoise*), ne devait guère différer du *plunging boat* de David Bushnell.

Le Mute. — Fulton avait toujours foi en l'avenir de son œuvre. Rebuté par les gouvernements des puissances européennes, il revint en Amérique et y entreprit la construction d'un

nouveau bateau sous-marin que la mort (24 février 1815) l'empêcha malheureusement de terminer. Le *Mute*, c'était le nom du *diving-boat*, avait quatre-vingts pieds de longueur; sa largeur était de vingt-deux; sa profondeur, de quatorze pieds. La muraille avait un pied d'épaisseur; le pont était revêtu de plaques de fer forgé. Le *Mute* devait naviguer habituellement à la surface de l'eau comme les navires ordinaires; mais, en approchant de l'ennemi, il eût pu s'enfoncer vivement pour mettre son bastingage immédiatement au-dessous de cette surface. Un hublot cylindrique eût alors permis à l'officier de quart de mettre, de temps à autre, la tête au-dessus de l'horizon liquide afin de donner la route et de commander la manœuvre en toute connaissance de cause. L'effectif de l'équipage était fixé au chiffre de cent hommes, dont une partie pouvait, en agissant sur une bielle, faire marcher une grande roue à aubes. Celle-ci ne produisait plus aucun bruit perceptible à cinq ou six pieds de profondeur; de là le nom de *Mute* ou *bateau muet* donné par Fulton à ce navire sous-marin qui ne devait recevoir ni mâts ni voiles. Il était destiné à surveiller, la nuit, les côtes et les rades; à lancer contre les navires ennemis des bordées sous-marines qui eussent ouvert de larges voies d'eau dans la carène des plus circonspects. Fulton savait alors

diriger les bateaux à vapeur ; il est donc fort possible qu'il eût amélioré son *Mute* de manière à le doter d'une grande vitesse.

L'observation des événements de ce monde permet souvent de faire des rapprochements étranges. Napoléon, nous l'avons dit, n'avait pas cru fermement à la praticabilité de la navigation sous-marine et n'en avait encouragé que d'une manière timide les premières tentatives. Eh bien ! c'est le fait de la chute et de la captivité de l'Empereur qui devait susciter une renaissance des études relatives aux navires submersibles. Un Anglais nommé Johnson avait formé le projet d'enlever le captif à Sainte-Hélène ; il construisit, à cet effet, un *diving-boat* de cent pieds de longueur, mais qui ne put être armé, comme il l'eût fallu, avant la date du 5 mai 1821. Quelques années plus tard, Johnson navigua sous la Tamise dans une embarcation sous-marine à bord de laquelle plusieurs personnes demeurèrent huit ou dix heures consécutives sans éprouver aucune espèce de malaise.

L'impulsion était donnée. Les *Annales maritimes* préconisèrent le nouvel art nautique. Un autre Anglais, Shuldham, essaya, vers la même époque (1824), à Portsmouth, un bâtiment qui lui permit de descendre facilement jusqu'à trente pieds sous l'eau.

L'Invisible. — En 1825, M. de Montgéry,

officier distingué de la marine française, initia le public à son projet de construction du navire *l'Invisible*.

L'Invisible était un vaisseau plongeur de quatre-vingt-six pieds de long, vingt-trois de large et quatorze de profondeur, ou pour mieux dire, telles étaient les dimensions qu'il devait avoir, car il n'a jamais été exécuté. En voici, d'après l'auteur, la description sommaire :

La partie supérieure de *l'Invisible* est à peu près semblable à la carène, mais sensiblement aplatie afin de faciliter les manœuvres lorsqu'on navigue à la surface de l'eau ; elle est percée de deux écoutilles qui laissent passer les hommes de service et garnie de verres lenticulaires (*patent lights*) destinés à éclairer l'entrepont. Le beaupré rentre, à volonté, dans le navire ; les mâts verticaux sont à charnière et, lorsqu'on veut plonger, on loge tout le gréement dans une rainure pratiquée au milieu du tillac. L'intérieur du bâtiment est divisé en deux parties par un plancher horizontal ; la partie inférieure est elle-même subdivisée en compartiments qui servent à loger : les uns, les munitions ; les autres, le volume d'eau dont le poids produit les immersions. Pour plonger, il suffit d'ouvrir des robinets ; lorsqu'on veut ensuite émerger, on expulse, au moyen de pompes foulantes, l'eau qu'on avait introduite à l'effet d'opérer la

descente. Quant aux mouvements dans le sens horizontal, ils s'obtiennent au moyen d'une roue logée à la poupe et de trois pales fonctionnant sur chacun des flancs du navire.

93. Embarcations submersibles. — Après Montgéry (1825), les progrès de la navigation sous-marine sont brusquement interrompus ; l'Europe, comme le Nouveau-Monde, en néglige l'étude pendant plus d'un quart de siècle. C'est seulement en 1853 que la question est remise à l'ordre du jour par le fait d'une invention de l'anglais James Nasmyth.

Mortier flottant. — Cet ingénieur avait imaginé une espèce de bateau qu'il considérait comme le véhicule ou l'affût d'un énorme mortier caché sous l'eau et chargé d'une grosse bombe cylindro-sphérique. Un appareil percuteur devait faire éclater ce projectile, au moment du choc contre les œuvres vives d'un navire ennemi. La grande épaisseur de la coque du *mortier flottant* et son état constant de submersion presque complète mettaient à l'abri du danger l'équipage, la machine et l'hélice.

Nasmyth devait avoir nombre d'imitateurs. En 1855, le mécanicien russe Bauer construisit, d'après les principes exposés par Fulton, un bateau-plongeur parfaitement dirigeable et à bord duquel il put demeurer huit heures sous l'eau. Un autre canot sous-aquatique, affectant

une forme ovoïde, figura la même année (1855) à l'Exposition universelle de Paris. Le concours de ces deux faits était comme un prélude de l'impulsion considérable que l'esprit de découvertes allait recevoir du fait de la guerre de la Sécession des États de l'Amérique (1861-1865).

Bateaux-cigares. — Dès le début de la guerre, dit M. Barnes, le gouvernement des États-Unis avait commandé à un ingénieur français un *plunging torpedo boat* destiné à faire sauter, à Norfolk, le célèbre confédéré *Merrimac*. Le navire mis sur chantier était en fer et affectait la forme d'un cigare (*in form like a cigar*) de trente-cinq pieds de long et de six pieds de diamètre. Il était muni, sur sa longueur, d'un compartiment destiné à recevoir l'eau de submersion, et cette eau s'expulsait au moyen de deux *forcing pumps*. Lorsque le compartiment était plein, il fallait encore un poids de seize hommes pour obtenir la position plongeante. La propulsion du navire, tant à la surface qu'au-dessous de l'eau, était assurée par le moyen de huit paires d'avirons d'une forme particulière, fonctionnant symétriquement à bâbord et à tribord. Un système de verres épais (*dead lights*) laissait arriver la lumière à l'intérieur, où deux machines étaient employées à opérer la restitution de l'air respirable. L'une était un appareil produisant de l'oxygène; l'au-



tre consistait en un vase rempli de chaux dans laquelle un soufflet faisait passer l'air ambiant. L'inventeur de ce premier bateau-cigare disparut un jour, avant d'avoir rempli les engagements qu'il avait contractés vis-à-vis du gouvernement américain.... Vérification faite, son œuvre fut jugée peu sérieuse.

Vers la même époque, un autre Français, du nom de Villeroi, construisit encore à Philadelphie un *plunging boat* de trente-cinq pieds de long et de quarante-quatre pouces de diamètre. Ce bateau sous-marin était mis en mouvement au moyen d'un hélice de trois pieds de diamètre ; l'introduction de l'eau de submersion s'y opérait au moyen d'une pompe, dans des tuyaux de *gutta-percha*. C'était un ovoïde très allongé, dont l'avant se terminait en pointe aiguë comme la tête d'un marsouin.

Les *bateaux-cigares* furent bientôt en grande vogue chez les fédéraux et les confédérés. On en construisit un grand nombre, d'une longueur de vingt-cinq à quarante pieds, d'une largeur et d'une hauteur de six à sept pieds, et pouvant marcher presque entièrement plongés sous l'eau. Il n'y avait plus alors de visible qu'une partie du bordage et de la cheminée. Le plus grand de ceux qui furent lancés est la *Newera*, qui mesurait soixante-quinze pieds de long, vingt pieds de large et sept pieds de profondeur.

Les bateaux-cigares américains n'étaient pas sans défauts : on pouvait les apercevoir de loin : une partie de leur bordage s'élevait au-dessus de l'eau ; il en était de même de la cheminée. En outre, leur machine faisait un bruit considérable qui neutralisait ainsi l'avantage des attaques nocturnes.

Bateau Alstilt. — Vers la fin de 1863, M. Alstilt construisit, à Mobile, un bateau sous-marin en tôle, de 21 mètres de longueur. Une cloison horizontale divisait le bateau en deux parties : le dessus était destiné à l'équipage, aux machines, aux deux gouvernails et à des réservoirs à air comprimé ; le dessous comprenait un certain nombre de compartiments pouvant recevoir, suivant les besoins, de l'eau ou de l'air, le charbon, les vivres, etc. La propulsion s'obtenait au moyen d'une hélice mise en mouvement : tantôt, par une machine à vapeur ; tantôt, par des moteurs électriques. Quand le navire n'avait rien à craindre de l'ennemi, il remplissait d'air ses réservoirs et marchait comme un vapeur ordinaire ; mais, au moment du danger ou du combat, il faisait rentrer l'eau dans lesdits réservoirs, plongeait, éteignait ses feux et remplaçait la vapeur par l'électricité.

L'équipage étant tout entier logé dans la chambre supérieure, il ne restait dans la guérite vitrée, organisée sur le pont, qu'un seul homme

chargé de veiller aux approches et de donner la route. Pour devenir invisible, le navire n'avait qu'à s'enfoncer de 0^m,91 ; à cette profondeur, les rayons de lumière solaire étaient encore assez intenses.

Le Plongeur. — Dans la même année, le contre-amiral Bourgeois présida, à Rochefort, aux expériences d'un bateau-plongeur de Ch. Brun, éminent ingénieur des constructions navales. En voici la description sommaire : sa forme rappelait celle d'un gros poisson ou d'un cigare court, aplati sur un tiers de sa circonférence. Il mesurait 44^m,50 de long et 3^m,60 de haut. Son tirant d'eau, lorsqu'il flottait, était de 2^m,80 ; il ne dépassait alors la surface de l'eau que de 0^m,80. Son arrière était évidé de manière à contenir une hélice, un gouvernail vertical et deux gouvernails horizontaux qui servaient, suivant l'inclinaison qu'on leur donnait, à faciliter l'immersion du bateau ou son retour à la surface. Intérieurement, on remarquait une cursive allant de l'avant à l'arrière et divisant ainsi le bateau en deux parties qui renfermaient : la première, une machine à air comprimé, de quatre-vingts chevaux ; la seconde, de vastes réservoirs en forme de tubes dans lesquels l'air était comprimé à douze atmosphères. Immédiatement au-dessous de ces compartiments tubulaires, se trouvaient d'autres soutes destinées à recevoir

l'eau qui servait de lest au bateau et en permettait l'immersion. Pour chasser cette eau et rendre au bâtiment sa légèreté, il suffisait de mettre ses soutes en communication avec les tubes renfermant l'air comprimé. Le *Plongeur* était, en outre, pourvu d'un mécanisme particulier à l'aide duquel une certaine partie de sa carapace supérieure pouvait se détacher, et, du même coup, se transformer en canot de sauvetage pour l'équipage, dont l'effectif était de douze hommes. Lancé en mai 1863, le *Plongeur* fut essayé dans le bassin de Rochefort, sur la Charente, puis en pleine mer, sous la direction de l'amiral Bourgeois et du lieutenant de vaisseau Doré. Ces expériences furent parachevées d'une manière satisfaisante le 25 février 1864.

Autres types de bateaux submersibles. — Il est considérable le nombre de types d'embarcations submersibles qui se sont déjà produits. Citons seulement le *bateau Winan*, l'*Ictineo Monturiol*, le *Spuyten Duyvil*, le *bateau Vogel*, l'*Intelligent Whale*, etc., etc. La série des inventions n'est pas close ; il n'est bruit aujourd'hui que du *bateau Goubet*.

Tel est, en abrégé, l'historique des navires submersibles, comprenant, comme on le voit, trois périodes distinctes ; la première, qui s'étend de l'antiquité jusqu'au temps de Bushnell (1773) ; la deuxième, de Bushnell à Montgéry (1825) ; la

troisième, qui s'ouvre en 1853 et se poursuit jusqu'à nos jours.

94. Avenir probable de la navigation sous-aquatique. — Biot, Monge et Carnot croyaient à la praticabilité des idées du P. Mer-senne, que le *Nautilus* de Fulton avait si originalement revêtues d'une forme palpable; aujourd'hui encore, le major Daudenart est plein d'espoir à ce sujet. L'éminent officier pense que la torpille est appelée à terminer la lutte géante depuis si longtemps engagée entre la bouche à feu de gros calibre, la cuirasse des monitors et l'éperon des béliers. Il ajoute que la navigation sous-marine peut, dès à présent, assurer à la torpille une supériorité marquée dans l'attaque des navires, aussi bien en pleine mer que sur les côtes. Il préconise l'air comprimé comme moteur sous-aquatique; l'alliance de cet air et de la vapeur; la production de cette vapeur par la combustion du pétrole, employé de préférence à la houille. Cette combinaison l'autorise à croire que l'art de la navigation sous-marine est appelé aux plus grands succès.

Telle n'est plus, il s'en faut, l'opinion des ingénieurs américains. La plupart exposent, en effet, qu'il est impossible de diriger convenablement une embarcation sous-aquatique, de lui faire acquérir une vitesse suffisante. Sous l'eau, disent ils, on dévie toujours de la route voulue;

parfois même, on revient à la surface à quelques mètres du point de départ. Comment d'ailleurs obtenir de la vitesse ? On ne saurait songer à manœuvrer à bras ; la vapeur ? il faut trop d'air pour l'entretien des feux ; l'air comprimé ? il est impossible, quand on en fait usage, de parcourir un mille, aller et retour, sans se voir obligé de remonter à la surface de l'eau. Pour ces raisons, les Américains estiment qu'il faut abandonner le problème.

Ces conclusions nous semblent empreintes d'un cachet trop radical. Il est permis de partager l'avis optimiste du P. Mersenne, de Biot, de Monge, de Carnot et du major Daudenart, mais avec la restriction formelle que la navigation dont on entend parler *ne sera pas* ABSOLUMENT ET EXCLUSIVEMENT SOUS-MARINE ; qu'elle ne constituera, au contraire, qu'un fait exceptionnel, un simple accident de la marche normale ; que le navire ne sera pas *corps plongé*, mais seulement SUBMERSIBLE ; qu'il conservera toujours une flottaison, si minime qu'elle soit, flottaison d'où dépend une stabilité d'équilibre qui fait absolument défaut aux embarcations totalement immergées. Une navigation uniquement et constamment sous-marine est impraticable ; la mise en mouvement d'un corps *plongé* dans un liquide est originellement frappé d'irrégularité, non moins que d'impuissance.

Elle n'ouvre d'autre horizon que celui d'un danger permanent, tandis qu'on est en droit d'attendre de bons services de guerre des *bateaux submersibles à la volonté des équipages*. Ces navires ne disparaissent sous l'eau que pendant des moments très courts ; ils conservent, d'ordinaire, un petit volume émergeant qui les empêche de rien perdre des qualités nautiques propres aux corps *flottant à la surface*. Ils ont de la stabilité, sont à peu près invisibles et demeurent en communication avec l'atmosphère. Quand leur pont affleure le niveau de l'eau, ce qui a lieu généralement, ils brûlent du pétrole ; dès lors leur petite cheminée cuirassée ne laisse échapper qu'une fumée imperceptible. Quand ils s'éclipsent totalement sous l'eau, l'air comprimé devient leur force motrice et pourvoit aux besoins des organes respiratoires de l'équipage.

Sous ces réserves, il est permis d'admettre que les embarcations submersibles peuvent rendre des services militaires.

CHAPITRE III

OPÉRATIONS AÉRIENNES

95. Invention des ballons. — Laissant de côté les fabuleux essais d'aviation d'Icare, on peut dire que l'invention des ballons est un fait tout moderne. Il faut dire toutefois que les savants du temps de la Renaissance avaient senti le fait de la mise en service des aérostats. Grâce à cette invention, disaient-ils, « pourront les humains visiter les sources des gresles, les bondes des pluyes et l'officine des fouldres. Pourront enuahir les régions de la lune, entrer dans le territoire des signes célestes et là, prendre logis : les ungs, à *l'Aigle d'or* ; les aultres, *au Mouton* ; les aultres, à *la Couronne* ; les aultres, à *la Herpe* ; les aultres, *au Lion d'argent...* ». Ce n'est cependant que sur la fin du XVIII^e siècle que l'idée, depuis longtemps conçue, s'est réalisée.

96. Premières applications aux arts militaires. — La brillante découverte des frères Montgolfier était de nature à prêter aux arts

militaires un concours extrêmement précieux. Aussi la voit-on utilisée à la guerre moins de dix ans après les premières expériences d'Annonay.

Lors du siège de Condé en 1793, le gouverneur Chanal, voulant correspondre avec le colonel Dampierre qui tenait la campagne, eut l'idée de recourir à l'emploi des ballons. Il opéra le lancement d'un aérostat en papier, auquel était accroché un paquet de dépêches. Malheureusement, l'appareil tomba dans les lignes de l'assiégeant, et le prince de Cobourg fut ainsi renseigné sur la situation de la forteresse investie.

C'était un début triste et peu encourageant.

L'événement passa inaperçu pour tout le monde, excepté pour Guyton de Morveau qui, de ce fait, eut l'intuition du parti qu'on pouvait tirer de l'emploi des aérostats à la guerre. Il comprit tout de suite qu'il était possible d'organiser des ballons captifs à destination d'*observatoires mobiles* permettant de suivre les mouvements de l'ennemi. Le projet qu'il présenta dans cet ordre d'idées fut immédiatement admis par le Comité du Salut public, dont faisaient alors partie Carnot, Berthollet, Monge et Fourcroy.

Pour préparer l'hydrogène nécessaire au gonflement, Guyton de Morveau n'avait point d'acide sulfurique à sa disposition, attendu que

tout le soufre alors en magasin était réquisitionné par le Service des poudreries. Heureusement, Lavoisier venait de découvrir un nouveau mode de préparation du gaz par l'action de la vapeur d'eau passant sur du fer chauffé au rouge. Guyton de Morveau, s'emparant de la découverte, fit des essais qui réussirent et associa à ses travaux le physicien Coutelle, ancien précepteur du comte d'Artois.

Installé au château de Meudon, Coutelle construisit en grande hâte un aérostat de 9 mètres de diamètre et, sur le vu du succès de sa première expérience, reçut l'ordre d'aller se mettre à la disposition de Jourdan, qui commandait en ce moment l'armée de Sambre-et-Meuse. Coutelle arriva au quartier général alors établi à Beaumont.

« Un ballon ! s'écria Jourdan, qu'est-ce que c'est que ça ? Vous m'avez tout l'air d'un suspect... et j'ai bien envie de vous faire fusiller ».

Mais le bon physicien donna des explications... et le fougueux général finit par se calmer. Il fut convenu qu'on ferait des essais et que, au moment voulu, l'on opérerait dans les règles.

Première compagnie d'Aérostiers. — Pendant ce temps-là, il fut procédé à de nouvelles ascensions sous la direction de Conté, cet homme extraordinaire dont Monge a dit : « Il a toutes les sciences dans la tête et tous les arts dans la

main ». Les Parisiens virent, un jour, s'élever à 500 mètres en l'air un ballon captif à bord duquel des observateurs embrassaient un vaste horizon. A la suite de cette expérience décisive, un arrêté du Comité de Salut public, en date du 13 germinal, an II (2 avril 1794), institua une compagnie d'*Aérostiers militaires*.

Coutelle et son ballon l'« Entreprenant ». — Ultérieurement, Coutelle était à Maubeuge qu'assiégeaient les Autrichiens. Lors d'une sortie de la place, il se jeta dans la nacelle de son ballon l'*Entreprenant*, que remorquaient une poignée d'hommes, et s'avancait jusque sous le feu de l'ennemi. Dès lors, il fit chaque jour des ascensions captives et expédia à terre des dépêches attachées à de petits sacs de sable.

Des Parisiens enthousiastes n'hésitèrent pas à le proclamer le « Roi des airs ».

Les Anglais, nation trop fière,
S'arrogent l'empire des mers.
Les Français, nation légère,
S'emparent de celui des airs.

De Maubeuge, Coutelle se rendit à Charleroy que défendaient des forces hollandaises et, toujours à bord de l'*Entreprenant*, opéra des reconnaissances quotidiennes. Les assiégés interdits capitulèrent.

Arrivés trop tard au secours de Charleroy, les Autrichiens se heurtèrent aux Français... qui les

attendaient sur les hauteurs de Fleurus. Au cours de la bataille, l'infatigable Coutelle expédia à Jourdan de précieux renseignements touchant les mouvements de l'ennemi et, la bataille gagnée, Jourdan n'hésita pas à reconnaître le service que lui avaient rendu les aérostiers militaires. Carnot déclare en ses mémoires que, sans l'*Entreprenant*, le général en chef eût ignoré bien des mouvements de l'armée autrichienne.

École d'aérostation militaire. — C'est à la suite de ces événements qu'un arrêté du Comité de Salut public, en date du 10 brumaire an III (31 octobre 1794), décida l'installation à Meudon d'une *École d'aérostation militaire*, école dont le commandement fut confié à Conté.

Plus tard, nous retrouvons sous Mayence, Coutelle et son *Entreprenant*. Là, il fit encore d'utiles reconnaissances et manqua un jour de sombrersous le coup d'une rafale.

Dès lors le silence, un long silence se fit sur les exploits des aérostiers. On n'en parle nullement au cours des guerres de l'Empire, et l'on se demande comment il se fait que Napoléon ait ainsi méconnu la valeur d'un aussi puissant moyen d'informations. On ne peut se l'expliquer que par le fait de l'aversion qu'il professait pour les *idéologues*, c'est ainsi qu'il appelait les inventeurs, aversion profonde à ce point

qu'elle lui fit rejeter les torpilles et les bateaux à vapeur que lui proposait Fulton.

97. Histoire militaire des ballons. — Ces appareils ont déjà leur histoire militaire.

En 1812, les Russes songèrent à les employer à l'état libre pour faire tomber du haut des airs des bombes sur l'armée française.

En 1815, Carnot, gouverneur d'Anvers assiégée, fit exécuter des reconnaissances en ballon captif.

En 1830, l'aéronaute Margat obtint l'autorisation de prendre part à l'expédition d'Alger. Son ballon fut embarqué, débarqué... mais non déballé.

En 1849, les Autrichiens lancèrent plus de deux cents ballons de papier munis de bombes qui devaient tomber sur Venise. Ces ballons s'élevèrent en l'air, furent un instant poussés vers la place assiégée, mais, pris par un contre-courant, ils furent ramenés sur l'armée autrichienne dans les lignes de laquelle tombèrent les bombes incendiaires.

Dix ans plus tard, au cours de la campagne d'Italie, M. Godard fut chargé de faire, en ballon captif, quelques reconnaissances militaires qui nous furent fort utiles.

En Amérique, le général Mac-Clellan employa successivement, en 1861, les aéronautes La Mountain et Allan. Le premier partit un jour

du Camp de l'Union, traversa Washington en ballon captif et, coupant ses cordes, s'éleva en liberté.

Il embrassa d'un coup d'œil le panorama des positions ennemies, prit des notes minutieuses et, descendu à Maryland, rapporta au général des renseignements précieux.

Attaques aériennes. — Ce n'est pas sans certain déplaisir qu'un belligérant voit passer au-dessus de sa tête des aérostats de son adversaire. Aussi fait-il tous ses efforts pour se débarrasser des aéronautes.

Durant la guerre de Sécession des États d'Amérique « deux ballons, dit le comte de Paris, furent adjoints à l'armée du Potomac. Lorsque cette armée fut en présence de l'ennemi, celui-ci les honora de nombreux coups de canon, particulièrement pendant le siège de Yorktown, mais jamais il ne réussit à les atteindre. Le 1^{er} juin 1862, le ballon qui renseignait le général Mac-Clellan fut attaqué par les Sudistes de Richmond. Les projectiles creux des assiégés faisaient explosion aux abords de l'aérostat ».

Pareilles mésaventures sont arrivées, en 1870, à quelques-uns de nos aéronautes.

« Le 30 septembre, dit M. Gaston Tissandier, en quittant Versailles, je plane au-dessus d'un petit bois.... tous les arbres sont abattus au milieu du fourré; le sol en est aplani; une

double rangée de tentes se dressent sur chaque côté de ce parallélogramme. A peine le *Céleste* est-il au-dessus de ce camp que j'aperçois des soldats qui s'alignent. Je vois briller les baïonnettes. Les fusils se lèvent et vomissent l'éclair au milieu d'un nuage de fumée... Ce n'est que quelques secondes après que j'entends au-dessous de la nacelle le bruit des balles et la détonation des armes... Après cette première fusillade, c'en est une autre qui m'est adressée... et ainsi de suite jusqu'à ce que le vent m'ait emporté loin de ces parages... »

« Le 14 octobre 1870, rapporte à son tour M. Albert Tissandier, le *Jean-Bart* s'élève à 1 000 mètres. C'est à cette hauteur que nous passons la ligne des forts. Nous distinguons nos ennemis qui, en toute hâte, se mettent en mesure de nous envoyer des balles. Mais nous planons trop au loin de la terre pour que leur artillerie puisse nous faire peur... Nous entendons les balles qui bourdonnent comme des mouches autour de notre nacelle... »

Limite de la zone dangereuse. — Militairement, les dangers que court un aéronaute ne semblent pas redoutables, son ballon offre un but très visible mais aussi très éloigné et quelque peu mobile par la verticale. Sur un but de ce genre, le réglage du tir n'est pas opération facile.

Il était important de connaître la hauteur à

laquelle un aérostat échappe à l'action des balles du fusil d'infanterie. Or, le vendredi, 7 octobre 1870, une expérience concluante fut faite à Tours en présence de l'amiral Fourichon. Un ballon captif en papier, du volume de 20 mètres cubes, est offert en cible à dix-huit bons tireurs. A 400 mètres de haut le ballon est transpercé de onze balles de chassepot ; à 500 mètres, il est au-dessus de toute atteinte des projectiles du meilleur fusil d'infanterie.

Les Allemands savaient sans doute à quoi s'en tenir à cet égard, car à peine notre premier ballon-poste avait-il franchi les lignes d'investissement de Paris que M. de Moltke commandait à Krupp un mousquet spécial destiné à perforer tous autres aérostats.

Le 12 novembre 1870, le *Daguerre* fut traversé de plusieurs balles et contraint de toucher terre à Ferrières où les aéronautes tombèrent aux mains de l'ennemi.

Guerre de 1870-71. — Pendant la guerre de 1871-71, soixante-quatre ballons, partis de Paris, ont emporté quatre-vingt-onze passagers, trois cent soixante-trois pigeons et 9 000 kilogrammes de dépêches, soit trois millions de lettres de 3 grammes chacune. Cinq de ces aérostats ont été capturés par l'ennemi ; deux autres se sont perdus en mer.

Mentionnons, d'autre part, les importants

services rendus à l'armée de la Loire par la *Ville de Langres* et aussi par le *Jean-Bart* que montait chaque jour M. Gaston Tissandier, capitaine commandant d'une compagnie d'aérostiers organisée à Tours.

98. Importance du service aéronautique. — Les événements de 1870-71 ont derechef appelé l'attention publique sur l'utilité de l'emploi des ballons, notamment des ballons captifs, à la guerre.

On a considéré que, lorsqu'ils ont atteint une altitude de 300 à 400 mètres, les aérostiers découvrent parfaitement la campagne, laquelle prend à leurs yeux l'aspect d'une grande carte topographique qui leur permet de s'orienter. Ils communiquent avec le sol par le moyen d'un fil téléphonique, enroulé sur le câble d'attache, et transmettent, au fur et à mesure, le résultat de leurs observations. On peut ainsi reconnaître d'assez grandes étendues de terrain, telles que des positions ennemies sur un champ de bataille, les abords d'une place forte, etc. On peut observer les points de chute des projectiles lancés par des batteries à tir *indirect* et rectifier ce tir ; prendre des vues utiles, lever et même photographier le terrain sous-jacent.

La question une fois jugée en dernier ressort, le gouvernement a restitué à Chalais-Meudon cette école d'aérostation militaire que l'illustre

Conté commandait en 1794 et il y a annexé des ateliers de construction du matériel aérostatique. Depuis lors, il a été apporté à l'organisation du service des ballons de nombreux perfectionnements tels qu'un nouveau mode de fabrication du gaz de gonflement, mode fort pratique en campagne la construction de la « voiture-treuil » dont le jeu permet de dévider rapidement le câble d'attache du ballon captif, etc., etc.

Pour ce qui est du personnel, une compagnie du premier régiment du Génie a été, tout d'abord, spécialement affectée au service des aérostats. Recevant ces instructions techniques de l'école de Meudon, elle était appelée à former des cadres pour d'autres compagnies à créer ultérieurement.

Nous avons aujourd'hui une compagnie d'aérostiers par régiment du Génie.

99. Ballons dirigeables. — La question des ballons dirigeables a déjà fait l'objet des études de nombre d'ingénieurs émérites parmi lesquels il convient de citer Dupuy de Lôme et le commandant Renard. Les résultats acquis jusqu'à ce jour ne sont pas encore de nature à permettre de satisfaire utilement aux exigences de la guerre.

SIXIÈME PARTIE

SERVICE DE CORRESPONDANCE

CHAPITRE PREMIER

POSTES

100. Courriers. — Faute de moyens de transmission rapide des nouvelles et des ordres, un général ne saurait tenter aucune opération de guerre un peu sérieuse.

Le mode de correspondance primitif consiste en un transport de dépêches manuscrites, lequel s'effectue moyennant l'emploi d'un homme à pied ou pourvu soit d'une monture (cheval, mulet, dromadaire, éléphant), soit d'un véhicule (voiture ou appareil vélocipédique). Les courriers arabes dits *reggab* accomplissent à pied des prodiges. On cite un certain Ben Saïdane, « reggab » des Oulâd Naïl, surnommé *Aoud Roho* (cheval de son âme) qui faisait, en vingt-six heures, le trajet de Djelfa à Tagdempt, soit

plus de cinquante-quatre lieues ! Il parcourut une fois cent-quarante lieues en cent-deux heures !...

Le secret est, comme la vitesse, une condition essentielle à remplir par qui se charge de la bonne exécution d'un service de transport de dépêches. Aussi, n'est-il pas étonnant, qu'Ænéas, l'ingénieur de Philippe de Macédoine, ait cru devoir insérer en son livre de la *Défense des Places* un chapitre ayant spécialement trait aux lettres secrètes : ni que Philon de Byzance qui écrivait au II^e siècle avant notre ère ait composé tout un traité des *Messages secrets*.

Entre tous les moyens qu'enseigne Ænéas un des plus ingénieux est le suivant : « Voici, professe-t-il, comment se transportent les dépêches ; faites sécher une vessie de la grosseur nécessaire ; après l'avoir gonflée et serrée à son col, écrivez dessus avec de l'encre à laquelle vous aurez ajouté un peu de gomme. Lorsque l'écriture sera sèche, dégonflez la vessie et introduisez-la dans une bouteille. Cela fait, emplissez d'huile ladite vessie qui s'appliquera exactement contre la paroi intérieure de la bouteille. Coupez ce qui dépasse le goulot de celle-ci ; appliquez le col de la vessie à celui de la bouteille, si bien que l'œil s'y trompe et il ne paraîtra y avoir que de l'huile ».

A la réception de l'objet ainsi préparé, le

destinataire cassait la fiole, vidait la vessie, la gonflait de nouveau et pouvait lire ce qui se trouvait écrit à sa surface.

« Histiceus, dit encore Ænéas, fit raser la tête au plus fidèle de ses esclaves et sur le cuir chevelu de ce chauve imprima quelques signes au fer chaud. Il le tint ensuite au secret jusqu'à ce qu'une partie des cheveux fut repoussée. La chose advenue, il l'expédia à Milet, ne lui donnant d'autre ordre que celui-ci : « Quand tu seras arrivé à Éphèse, va trouver Aristagoras et dis-lui de ma part de te raser la tête ». Inutile d'ajouter que les signes imprimés au fer rouge indiquaient à Aristagoras ce qu'il avait à faire.

Les anciens connaissaient parfaitement l'usage des encres sympathiques, ainsi qu'il appert de ce passage de l'*Attaque des Places* de Philon de Byzance : « Les lettres secrètes s'écrivent... sur la peau avec une infusion de noix de galle concassée. Une fois secs, les caractères sont invisibles mais il suffit, pour les voir reparaître, de les mouiller avec une éponge imbibée d'une solution de sulfate de cuivre (χαλκοῖ ἄνθος) préparée comme on prépare l'encre noire (ἄσπερ ἐν ὕδατι τὸ μέλαν).

Sautons vingt siècles pour voir ce qui se passe au cours de la dernière guerre (1870-71),

A Metz, c'est un sapeur du Génie, échappé de

Sedan, qui apporta *dans ses bottes* les premières nouvelles de l'extérieur.

A Paris, quelques braves employés des Postes n'ont pas hésité à dissimuler des dépêches sous leur épiderme incisé ; d'autres ont imaginé de faire évider habilement des pièces de dix centimes, de manière à laisser bien intacts les coins de la monnaie ; d'autres encore ont fait forer des clés à vis forcée afin d'y introduire des missives.

Le facteur Brare est un de ceux qui réussirent à passer plusieurs fois les lignes prussiennes ; mais, victime de son dévouement, il finit par se faire fusiller à Chatou. M. Steenackers, alors directeur des Postes, expédia de Tours sur Paris un grand nombre de courriers à pied. De ces piétons, les uns se déguisaient en paysans ; les autres, en marchands ambulants, etc. Un facteur du télégraphe cachait dans une dent artificielle et creuse les dépêches dont il était porteur.

101. Moteurs animés. — Les anciens employaient à ce service de correspondance militaire des moteurs animés autres que l'homme.

Chiens. — « Plusieurs Épirotes, dit Ænéas, se servent ainsi des chiens : ils s'en vont avec un chien en laisse ; ils lui attachent ensuite un collier dans lequel on a écrit ce qu'on voulait mander et le renvoient. Ce chien ne manque

point de retourner à l'endroit d'où on l'a emmené. On dit que ce sont les Thessaloniens qui ont inventé cette méthode ».

Il convient de mentionner ici la tentative de M. Hurel qui, pendant le siège, partit de Paris avec cinq chiens qu'il espérait y faire rentrer avec quelques dépêches dissimulées entre les cuirs de leurs colliers.

On n'a jamais revu ces animaux.

Hirondelles. — Elle n'est pas neuve, tant s'en faut, l'idée d'employer l'hirondelle à titre de messagère. Pline rapporte, en effet, qu'un chevalier romain, du nom de Cécina, lequel chevalier avait une écurie de courses, emportait, de Volterre à Rome, des hirondelles qu'il lâchait au moment voulu, pour faire connaître à ses amis et clients la décision des arbitres touchant le résultat du concours et la distribution des prix courus. Les oiseaux revenaient à leurs nids les plumes teintes de la couleur du parti victorieux.

A la guerre, les Romains se servaient aussi de l'hirondelle. Fabius Pictor mentionne en ses *Annales* ce fait qu'un poste romain, bloqué par des Ligures, lui expédia une hirondelle enlevée à ses petits afin que, en attachant un fil à la patte de cette bestiole, il indiquât, par un certain nombre de nœuds, le jour de l'arrivée probable de son armée de secours, date à laquelle.

les défenseurs devaient exécuter en conséquence une sortie combinée.

Pigeons. — L'usage des pigeons-messagers remonte à l'aurore des temps historiques et dès lors il n'est pas étonnant que les Romains le connussent. C'est à l'aide de pigeons que, l'an 43 avant notre ère, Decimus Brutus, assiégé dans Modène, correspondait avec le consul Hirtius. Celui-ci renvoyait à Brutus ses messagers ailés porteurs de réponses. A cet effet, il les privait un certain temps de nourriture, de sorte que, aussitôt lâchés, les oiseaux se dirigeaient vers la ville où les assiégés avaient eut soin d'étaler des grains sur les plate-formes de quelques tours.

Ce mode de correspondance aérienne était fort en faveur au temps de la Renaissance.

On sait enfin quels services les pigeons nous ont rendus au cours du dernier siège de Paris. Plusieurs éleveurs avaient, avant l'investissement, organisé dans Paris même un certain nombre de colombiers. Les oiseaux étaient emportés par les ballons de l'administration des Postes et nous rapportaient des nouvelles de la province.

Le service inverse a également fonctionné durant quatre mois. Quelques jours avant le 18 septembre 1870, le préfet du Nord et le président de la Chambre de Commerce de Lille

avaient eu l'heureuse idée d'expédier à Paris neuf cents pigeons appartenant aux Sociétés colombophiles de Tourcoing et de Roubaix. Lâchés d'un point quelconque de la ville investie, les oiseaux retournaient, en quelques heures, à leurs colombiers du Nord.

Depuis la guerre, il s'est fondé à Paris une Société colombophile et le Jardin d'Acclimatation a fait construire un colombier qui peut contenir mille cinq cents couples d'oiseaux voyageurs. Ce chiffre a été jugé suffisant à l'effet de peupler, au fur et à mesure des naissances, les pigeonniers de nos places fortes. On a déjà organisé, dans l'Est et à Paris, quatorze colombiers militaires.

Ce mode de correspondance aérienne se base sur le fait de l'instinct qui pousse irrésistiblement le pigeon à regagner, aussitôt qu'on l'en a distrait, le colombier dont il a l'habitude. L'oiseau, pour atteindre son but, franchit, à grande vitesse, des espaces considérables ⁽¹⁾.

Avant d'employer les pigeons au service de correspondance, il faut les *adduire*, c'est-à-dire, les accoutumer à leur gîte et les entraîner.

(1) Lorsque les conditions atmosphériques sont favorables, c'est-à-dire qu'il n'y a ni vents contraires, ni fortes pluies, ni surtout vent ou brouillard, la vitesse moyenne est théoriquement de 1 200 à 1 400 mètres à la minute pour des parcours de 200 à 300 kilomètres.

L'installation d'un colombier est chose fort simple. On utilise, à cet effet, les greniers d'un bâtiment quelconque en y organisant des compartiments à claire-voie. Ce local doit être mis à l'abri de l'humidité et des rongeurs. Il faut en assurer la ventilation et y entretenir en état de propreté le sol qu'on recouvre d'une légère couche de gravier mélangé de sable. On aligne le long des murs des casiers de 0^m,30 sur 0^m,50. Chacun de ces compartiments est garni d'un nid pour un couple. Une porte à coulisse en ferme l'issue. Des mangeoires et des abreuvoirs sont posés sur le sol.

Les dépêches à porter par le pigeon doivent être écrites sur de petites feuilles de papier très minces, de 0^m,04 de largeur au plus (feuilles de papier à cigarettes). Ces dépêches sont insérées dans des tubes de plume d'oie de 0^m,04 à 0^m,05 de long. Ainsi préparées, on les attache à l'une des plumes de la queue de l'oiseau, plumes que les spécialistes nomment *couteaux* ou *rémites*. On distingue divers modes d'attache. Voici celui qui se préconise dans les colombiers militaires français. Il convient de choisir une des plumes du milieu de la queue et de s'assurer de sa solidité en exerçant une légère traction. Cela fait, on fait entrer la tige de ladite plume dans la plume d'oie qui contient la dépêche. Cette plume est maintenue en place au

moyen d'un bout d'allumette faisant fonction de coin.

Pour entraîner le pigeon, il est nécessaire de procéder graduellement par distances successives de 10, 30, 40, 50, 80 kilomètres. La direction de nos colombiers militaires s'impose la limite de 600 à 700 kilomètres et encore ne fait-elle subir cette dernière épreuve qu'aux sujets les plus vigoureux. Les campagnes d'entraînement doivent être coupées de périodes de repos. Il faut avoir soin de faire boire l'oiseau avant le moment du lâcher, lequel doit avoir lieu le jour et par un beau temps.

Le pigeon lâché prend facilement l'habitude de se nourrir et peut demeurer jusqu'à quatre ou cinq mois absent du colombier où il a été adduit. Il est rare, en tous cas, qu'il n'y revienne pas tôt ou tard.

Le mode d'emploi des oiseaux-messagers se comprend facilement. Pour mettre, par exemple, une place forte en communication directe avec une autre place, il suffit d'expédier dans des paniers *ad hoc* les pigeons de la première sur le colombier de la seconde, et *vice versa*. Cela fait, les oiseaux se lâchent au fur et à mesure des besoins créés par les événements de guerre.

102. Transmission de dépêches à travers divers milieux. — Le transport des dépêches ne s'effectue pas seulement par les moyens

dont il vient d'être parlé ; le service de correspondance peut s'exécuter encore à travers divers milieux plus ou moins accessibles à l'homme. Les messages peuvent prendre un chemin souterrain, sous-aquatique ou aérien.

Galleries souterraines. — Pendant le siège de Paris plusieurs courriers se sont servis des carrières souterraines de la rive gauche que M. Descos, ingénieur des mines, avait habilement reliées entre elles et qui formaient ainsi d'excellentes communications. Dans cet ordre d'idées, on pourrait, en certains cas, organiser souterrainement des tubes pneumatiques. Le noyau central d'une place forte pourrait, par exemple, être mis de cette manière en relation directe avec les forts détachés.

Cours d'eau. — Si l'on dispose d'un cours d'eau passant à proximité du théâtre des opérations, on peut l'utiliser comme véhicule de dépêches et faire, à cet effet, usage soit de *flotteurs*, soit de *corps immergés*.

Les flotteurs sont affectés de cet inconvénient d'être perceptibles à l'œil de l'ennemi qui les arrête sans peine au passage.

Il est démontré qu'un corps immergé, pourvu que le poids n'en soit qu'un peu supérieur au poids du volume d'eau déplacé et que son centre de gravité coïncide avec le centre de figure, doit nécessairement se mettre à rouler

sur le lit du cours d'eau ; que la pesanteur le sollicite à gagner les plus grandes profondeurs et, par conséquent, à descendre jusqu'au thalweg lui-même que le corps immergé doit suivre. S'il s'en écarte, la rotation détermine une dérivation qui l'y ramène.

Pendant la guerre de 1870-71, MM. Vorsoven, Delort et Robert ont déduit de ce principe un heureux moyen de correspondance entre la province et Paris assiégé. Une sphère métallique creuse, de 0^m,25 de diamètre, armée de palettes et renfermant des dépêches, était jetée par eux dans la Seine ou la Marne, en amont de la place. Entraîné par le courant, l'appareil *roulait* sur le fond de la rivière, en franchissant aisément les rugosités et descendait ainsi jusqu'à Port-à-l'Anglais où il tombait dans un filet récepteur. Les lettres étaient réunies à Moulins et la mise à l'eau des sphères en zinc du service des Postes s'effectuait tantôt à Thomery, tantôt au pont de Samois. Du 27 décembre 1870 au 1^{er} février 1871 il fut ainsi lancé cinquante-cinq sphères contenant ensemble plus de quarante-huit mille lettres.

A cette époque, on proposait aussi pour le service de correspondance à établir entre Paris et la province l'emploi du scaphandre et des embarcations submersibles.

Ballons. — Tout le monde sait que le trans-

port des dépêches peut s'effectuer par voie aérienne au moyen d'un aérostat, ballon *libre* ou ballon *monté*. En 1870, les garnisons bloquées de Paris et de Metz commencèrent par employer des ballons libres mais ne tardèrent pas à renoncer au lancement de ces appareils dont l'usage impliquait plus d'un inconvénient.

Il a été dit plus haut que, au cours du siège, soixante-quatre ballons sont partis de Paris, emportant ensemble 9 000 kilogrammes de dépêches, soit trois millions de lettres de 3 grammes chacune.

CHAPITRE II

TÉLÉPHONIE

103. La voix humaine. — Les nouvelles et les ordres peuvent se transmettre *à la voix*. Les Gaulois, nos ancêtres savaient parfaitement correspondre en jetant des cris qui se répétaient à travers la campagne. Ces messages téléphoniques faisaient ainsi plus de quatre-vingt lieues du lever au coucher du soleil. Aujourd'hui encore, nos Arabes de l'Algérie ne procèdent pas autrement.

104. Instruments céleustiques. — Il était naturel que les combattants des âges primitifs eussent l'idée de substituer aux sons de la voix humaine des sons conventionnels tirés de divers appareils d'une puissance supérieure à celle de leurs cordes vocales. Les anciens faisaient usage de trompettes (σαλπιγξ, *tuba cornu*, *buccina*, etc.). Les chevaliers du Moyen âge se servaient de cors et d'olifants. Aujourd'hui nos corps de troupes ont le tambour, la trompette, le clairon,

le sifflet. Pour transmettre des ordres à plus grande distance, il serait facile d'employer des sifflets à vapeur ou à air comprimé.

Les armées modernes disposent, en outre, en fait d'instruments céleustiques, de fusils et de bouches à feu. Mais la transmission du son s'effectue d'une façon relativement lente et demeure soumise à l'influence de toutes les variations des circonstances atmosphériques ; le vent peut, par exemple, faire absolument obstacle à cette transmission. D'autre part, le tumulte du combat gêne singulièrement l'opérateur. Enfin, le sens des signaux risque d'être compris de l'ennemi. A ces causes, la télégraphie acoustique ne rend que des services imparfaits. Il est juste d'ajouter que le téléphone électrique permet aujourd'hui de transmettre des émissions de sons parlés sous le secret et à grande distance.

CHAPITRE III



TÉLÉGRAPHIE OPTIQUE

105. Feux de signaux. — Dotée d'une vitesse considérable, la lumière est un agent bien autrement puissant que le son. Les anciens savaient correspondre au moyen de signaux perceptibles à l'œil, consistant en objet de formes et de couleurs variées. Pendant le jour aussi, ils allumaient des feux dont la fumée pouvait s'apercevoir de loin ; pendant la nuit, c'était la flamme qui parlait.

Chez les Grecs, le feu télégraphique était dit πυρσός ; l'art des signaux, πυρσεύς ; les *Cestes* de Héron comprennent un « traité des signaux » ayant pour titre περὶ πυρσῶν. Les armées de l'antiquité n'allumaient pas toujours des bûchers (πυρσὸν ἀνάπτειν) ; elles employaient aussi à l'occasion des torches ou flambeaux (φρύκτους).

Comment les anciens variaient-ils ces feux de manière à composer un alphabet qui leur permit

de correspondre ? Ils avaient recours à l'emploi d'une méthode basée sur le principe de la pluralité des reprises d'allumage. « Si, dit l'Anonyme de Byzance, il est bien reconnu que ce sont des ennemis qui s'avancent pour nous attaquer, il faut allumer des signaux à trois ou quatre reprises ou même davantage si ces ennemis sont nombreux. Il est en effet possible, ainsi que cela ressort de très anciens écrits, de faire connaître non seulement que les ennemis approchent mais quel en est le nombre. Il suffit pour cela d'allumer des feux de signaux autant de fois qu'on croit voir de milliers d'hommes.

Au x^e siècle de notre ère, on suivait encore fidèlement les méthodes adoptées par l'antiquité ; on correspondait, par exemple, de France en Angleterre à travers le détroit ; et ce, en allumant de grands feux sur la plage de Boulogne.

Feux Lamarre. — Aujourd'hui les armées disposent de puissants moyens pyrotechniques. Les feux Lamarre, entre autres, constituent d'excellents signaux de nuit. Les uns sont rouges ; les autres blancs. Les flambeaux de 0^m,04 de diamètre s'aperçoivent à 16 kilomètres de distance ; ceux de 0^m,025 à 12 kilomètres. C'est de ceux-ci que la cavalerie fait usage.

106. Télégraphe aérien. — Il est certain que les anciens connaissaient le télégraphe aérien, formé de poutrelles (*trabes*) qui se dres-

saient ou s'abaissaient (*aliquando erectis; aliquando depositis*) pour composer des signaux. Chappe n'est donc point, comme on l'a dit, l'inventeur du télégraphe *à bras* ; il n'a fait que remettre en usage un appareil dès longtemps oublié.

Le télégraphe aérien employé par les armées austro-hongroises consiste en un triangle isocèle mobile autour d'un axe et qui prend autour de cet axe différentes positions correspondant aux lettres de l'alphabet. Elles se servent concurremment de fanions de formes et de couleurs différentes.

107. Appareils optiques perfectionnés.

-- Les anciens avaient déjà singulièrement perfectionné la télégraphie optique ; ils avaient des télescopes et s'expédiaient les dépêches à travers le bras de mer qui sépare la Sicile de l'Afrique. Cette télégraphie a fait, de nos jours, d'immenses progrès. On sait, au moyen de puissantes lentilles, concentrer les rayons d'une source lumineuse sur tel point avec lequel on veut communiquer. Des verres de couleur et des écrans permettent de composer des télégrammes qui, moyennant l'emploi d'une forte lunette, se perçoivent à de grandes distances.

Dès l'année 1860, les Autrichiens avaient mis en communication les places de Vérone et de Mantoue distantes de 35 kilomètres. On se sert

aujourd'hui de l'*appareil à lentilles* et de l'*appareil télescopique*.

Appareil à lentilles. — L'appareil à lentilles du colonel Mangin se compose d'un transmetteur et d'un récepteur. Le transmetteur comporte, à titre de source lumineuse, soit la flamme d'une lampe à pétrole, soit la lumière solaire. En Algérie, la lampe permet d'opérer : *le jour*, à 10 kilomètres de distance ; *la nuit*, à 50 kilomètres. Sous notre ciel de France ces portées se réduisent respectivement à 6 et 12. L'emploi de la lumière solaire donne des portées plus considérables. Malheureusement, le réglage d'un héliostat constitue toujours, en campagne, une opération délicate. Dans les places, on fait usage d'appareils analogues dans lesquels la lentille réfringente est remplacée par un puissant miroir réflecteur.

Appareil télescopique. — Dans l'appareil télescopique la puissance du transmetteur est plus considérable ; la source lumineuse, plus intense. Le modèle de 0^m,45 de diamètre fonctionnant à la lampe à pétrole et dans de bonnes conditions atmosphériques est capable de portées de 80 à 130 kilomètres. Au cours de la dernière guerre de l'Afghanistan, les corps de l'armée anglaise correspondaient facilement à 50 milles, soit 80^{km},500 de distance. Aujourd'hui, l'on se sert en France de divers modèles, entre autres :

un de 0^m,35 de diamètre, pouvant servir jusqu'à 50 ou 60 kilomètres ; un de 0^m,45, dont il vient d'être parlé ; un de 0^m,60, pouvant servir, par un très beau temps, jusqu'à plus de 200 kilomètres.

108. Valeur du télégraphe optique. —

Ne nécessitant l'emploi d'aucun conducteur, le télégraphe optique échappe à tout danger de destruction de la part de l'ennemi. Les appareils de gros calibre permettent de correspondre à d'énormes distances ; mais il est quelquefois difficile de trouver des stations d'où les opérateurs puissent réciproquement s'apercevoir. Il ne peut servir par les temps de pluie ou seulement de brouillard, assez fréquents dans les hautes régions qui conviennent le mieux à l'installation des postes d'observation. Enfin, il ne laisse pas de trace écrite des dépêches.

Tels en sont les avantages et les inconvénients.

CHAPITRE IV

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE

109. Valeur du télégraphe électrique. — L'installation d'un télégraphe électrique implique la pose d'un fil continu. De là résultent : un accroissement considérable du matériel à transporter ; l'obligation de construire des lignes, ce qui peut être, en certains cas, très difficile ; en d'autres cas, tout à fait impossible ; des chances de dérangement, d'avaries, ou même de destruction des lignes établies.

Le système offre en revanche de précieux avantages. Ce télégraphe fonctionne indépendamment de l'état de l'atmosphère et également bien la nuit et le jour. Son action n'est momentanément entravée que pendant les orages violents ; il n'y a pas à se préoccuper de l'orientation des appareils ; le choix des stations est relativement facile ; il suffit de trouver à proximité des points choisis soit l'eau, soit un terrain humide afin de pouvoir bien relier à la terre les extrémités du fil

conducteur ; à la rigueur même, on peut se dispenser de satisfaire à cette condition ; et ce, moyennant la pose d'un fil de retour ; enfin, il reste une trace écrite des dépêches.

110. Histoire militaire de ce télégraphe.

— Le télégraphe électrique a aussi son histoire militaire. Ce sont les Anglais qui, les premiers, en ont fait usage en campagne. Lorsque, en 1857, les troupes indigènes de l'Inde se soulevèrent contre leur domination, il leur fallut combattre la rébellion à la fois sur plusieurs points et la suivre jusqu'au cœur du pays. De nombreuses colonnes furent lancées dans des directions divergentes. Or, il était de la plus haute importance, pour le gouverneur général, d'être tenu sans cesse au courant de leur situation pour leur expédier des renforts, des approvisionnements ou pour combiner et coordonner leurs mouvements. On dut alors improviser la télégraphie militaire. Grâce à la nature d'une terre brûlée par le soleil, on put souvent se contenter de dérouler les fils sur le sol, sans la moindre précaution. Le succès fut complet.

Au cours de la guerre de la Sécession des États d'Amérique (1862-1864) les belligérants firent grand usage du télégraphe pour se relier aux positions en arrière ; pour donner à l'ennemi de fausses indications, etc. Un millier de cavaliers hardis commandés par le général Morgan

purent, à la faveur de faux télégrammes, parcourir 1 600 kilomètres en vingt-quatre jours, pénétrer au milieu de l'armée fédérale de Géorgie, prendre plusieurs villes, faire quantité de prisonniers. Cette troupe de partisans ne dut souvent son salut qu'au zèle intelligent d'un télégraphiste.

Pendant toute la campagne de 1866, les trois grandes armées prussiennes furent sans cesse reliées entre elles et à Berlin.

Enfin, durant la guerre de 1870-71, l'organisation de nos adversaires se perfectionna singulièrement et prit grande extension. Au lieu de quatre sections de télégraphie de campagne et trois sections d'étapes, ils mobilisèrent sept sections de campagne et cinq d'étapes, lesquelles sections construisirent ou réparèrent 6 000 kilomètres de lignes et 135 stations. Les Allemands déclarent que c'est uniquement à la faveur de leurs nombreuses communications télégraphiques qu'ils purent effectuer leur si rapide concentration à l'entour de la position de Sedan.

Du côté des Français, il n'existait, avant 1870, qu'un service télégraphique extrêmement imparfait.

Pendant la guerre de 1877-78, les Russes ont construit dans la Péninsule des Balkans 1400 kilomètres de lignes, comprenant 2 700 kilomètres de fil ; et, en Asie, 1 100 kilomètres de

lignes avec des fils mesurant ensemble plus de 1 700 kilomètres. La station d'Orchanie, par exemple, n'a pas expédié en cent trente jours moins de 2 653 télégrammes.

111. Organisation du service de guerre.

— En deçà de la zone d'opérations l'établissement d'un réseau de communications, télégraphiques à l'usage des armées n'implique aucune espèce de dispositions spéciales ; rien n'empêche de se conformer, dans ces régions relativement calmes, aux règles ordinaires du temps de paix. Mais, pour ce qui est des travaux à exécuter en *première ligne*, il a fallu créer un matériel *ad hoc*, facilement transportable, peu encombrant et pouvant se plier à toutes les exigences du service.

Ce matériel s'arrime sur des voitures de deux sortes. Les unes, dites *voitures-poste*, renferment, tout montés, les appareils d'un ou deux postes avec quelques kilomètres de câble à dérouler au fur et à mesure de la marche. Les autres, *chariots télégraphiques* et *chariots de travail*, transportent en plus grandes quantités les conducteurs nus (ou le câble) et les accessoires voulus que nécessitent la pose ou les réparations.

La « voiture-poste » contient les appareils et la pile. On emploie le *câble isolé* pour les lignes terrestres ou pour les lignes aériennes qu'on n'a

pas le temps de disposer sur isolateurs : le *fil nu* en fer galvanisé pour les lignes ordinaires. Le câble est enroulé à l'entour de bobines métalliques montées à l'arrière des voitures ; chaque bobine en porte 1 kilomètre. Les isolateurs sont en ébonite ; ils se fixent parfois à des bouts de longues perches qu'il suffit de piquer en terre alors que les supports de rencontre viennent à faire défaut. Le travail courant implique, d'ailleurs, un emploi régulier de perches à crochet, d'échelles et autres engins que transportent les chariots télégraphiques.

Pose d'une ligne militaire. — En avant, marche un *chef d'atelier* qui indique successivement les points par lesquels doit passer la ligne. Il est suivi d'un *marqueur* qui trace sur les arbres, les maisons, etc., des signes conventionnels destinés à faire connaître les indications du chef d'atelier aux employés qui marchent derrière lui. Vient ensuite le *chariot* portant le conducteur. Un *distributeur* aposté sur cette voiture donne aux aides marchant à sa hauteur les crochets, échelles, etc., que demande la pose des supports. Un *dérouleuse* qui suit le chariot assure le dévidement du câble ; il est secondé d'un aide qui, au fur et à mesure, dispose le conducteur sur l'un des côtés de la route suivie par le chariot. Viennent enfin les *monteurs* qui fixent le câble aux supports établis.

Quand une bobine est épuisée, le sous-chef d'atelier s'assure à l'aide d'un *parleur*, du bon état de la ligne posée. Un atelier, organisé comme il vient d'être dit, met environ 25 minutes à la pose d'un kilomètre de ligne.

Pour le service d'avant-postes on a essayé l'emploi d'une bobine portée à dos de mulet et aussi un *sac porte-câble* fixé aux épaules d'un homme. Ce sac est aujourd'hui réglementaire dans l'armée allemande.

112. Cas des opérations d'attaque et de défense des places. — La télégraphie électrique rend, en particulier, d'éminents services au cas des opérations d'attaque et de défense des places. Il est permis de penser que sans elle, il serait impossible de procéder au blocus des grands camps retranchés actuels, à moins d'y consacrer des effectifs tellement considérables qu'il faudrait renoncer à l'idée de tenir la campagne en d'autres points et d'empêcher l'ennemi d'organiser en arrière de nouveaux moyens de défense.

Au cas d'un siège, les postes principaux : grand quartier général, quartiers généraux des commandants de secteurs, des commandants de l'artillerie et du génie, parcs, groupes de batteries, postes d'observation du tir indirect, dépôts de tranchée, parallèles, etc., etc., seront reliés par des lignes souterraines, construites en

câble enfoui dans une tranchée assez profonde pour ne pas être atteint par les projectiles de la place et protégé par des augets en bois. Les postes télégraphiques seront établis sous des abris blindés à l'épreuve des projectiles.

Un réseau électrique reliera les différents corps d'investissement entre eux et avec le grand quartier général ; il pourra s'étendre aux principaux cantonnements, postes avancés, batteries, etc., de telle sorte que la nouvelle attaque de la garnison sur un point quelconque de la ligne d'investissement soit transmise instantanément sur toute l'étendue de cette ligne, et que les renforts puissent arriver, en temps utile, sur les points particulièrement menacés. Les quartiers généraux seront, en outre, mis en relation avec les différents corps d'observation répandus sur le territoire ennemi, avec la base d'opérations et le siège du gouvernement, par l'intermédiaire des lignes existant le long des grandes voies.

Au cas d'une défense de place, les communications électriques auront dû être créées à l'avance, de manière à relier les divers éléments du camp retranché entre eux et avec le noyau central ; elles seront organisées souterrainement et passeront à 1^m,50 de profondeur dans les parties les plus exposées aux feux de l'attaque. En vue d'assurer l'unité d'action de la défense,

l'efficacité et la concentration de ses feux, les états-majors du gouverneur, des commandants de secteurs, des commandants de l'artillerie et du génie ; les batteries, postes d'observation, etc., seront reliés par un réseau établi partie à l'avance, partie au moment du besoin. Les postes télégraphiques seront installés sous des abris à l'épreuve.

CHAPITRE V

SYSTÈMES MIXTES

113. Emploi combiné de diverses méthodes télégraphiques. — Les divers moyens de correspondance ci-dessus énumérés peuvent, en certains cas, se combiner de la façon la plus heureuse.

Télégraphe à eau. — Il a été dit plus haut que, pour composer un alphabet de nature à leur permettre de correspondre, les agents du service des signaux avaient recours, chez les Grecs, à l'emploi d'une méthode basée sur le principe des reprises d'allumage. Mais, ne comportant qu'un nombre limité d'informations, le procédé était absolument insuffisant. On eut alors l'idée d'en combiner l'usage avec le jeu de certain appareil construit d'après la loi de l'écoulement des liquides. De là le *télégraphe à eau*, inventé par Ænéas, l'ingénieur de Philippe de Macédoine, et dont Polybe nous a laissé la description suivante : « Ceux, dit-il, qui veulent mutuellement s'informer par des fanaux de ce

qui se passe n'ont qu'à prendre des vases de terre également larges et profonds et munis d'un orifice. Il suffit que ces vases aient trois coudées (1^m,50) de hauteur et une coudée (0^m,50) de largeur. Que les opérateurs prennent ensuite des morceaux de liège un peu plus petits que la section intérieure des vases et qu'ils fichent au milieu de ce liège une tige sur laquelle de trois doigts (0^m,06) en trois doigts (0^m,06) ils fixeront une enveloppe bien apparente. Qu'ils écrivent sur chacune de ces enveloppes les choses qui arrivent le plus ordinairement au cours de la guerre. Sur l'une, par exemple : *il est arrivé de la cavalerie* ; sur l'autre : *il est arrivé des hoplites* (infanterie de ligne) ; sur une troisième : *des psiles* (infanterie légère) ; sur la suivante : *de l'infanterie et de la cavalerie* ; sur une autre encore : *des vaisseaux* ; ensuite : *des vivres*. Et de même sur toutes les autres enveloppes tous autres événements qu'on pourra prévoir, en égard au caractère de la guerre engagée.

« Que de part et d'autre, on adapte à ces vases des tuyaux exactement pareils, en sorte qu'il ne puisse s'écouler ni plus ni moins d'eau par les uns que par les autres. Qu'on emplisse les vases d'eau ; qu'on pose à la surface de cette eau les morceaux de liège munis de leurs tiges et qu'ensuite on ouvre les tuyaux.

« Il est clair que, les vases étant pareils, le liège descendra et les tiges s'enfonceront également dans les vases à mesure que ceux-ci se videront.

« Quand, de concert, on aura vérifié ce fait, on portera les vases aux endroits où l'on doit donner et observer les signaux, et les flotteurs de liège seront mis en place.

« Quand il adviendra quelque'une des choses inscrites sur les tiges, on lèvera un fanal et on le tiendra levé jusqu'à ce que, de l'autre côté, on en ait levé un autre.

« On abaissera alors le fanal et l'on ouvrira le tuyau. Quand l'enveloppe sur laquelle est écrite la chose que l'on veut faire connaître sera descendue au niveau des bords du vase, on lèvera le fanal.

« De l'autre côté, sur le champ, on fermera le tuyau et l'on regardera ce qui est écrit sur la tige qu'on trouve à hauteur des bords du vase.

« Alors, si tout a été exécuté de part et d'autre avec la même promptitude, de part et d'autre on lira la même chose ».

Philon de Byzance a résumé comme il suit la description de Polybe : « On doit avoir des vases à orifices, soit en airain, soit en terre cuite, de la contenance d'au moins quatre métrètes (150 litres). On inscrira sur ces vases et en certains points : *froment nouveau, bois, armes, sol-*

dats, enfin tout ce dont on peut avoir besoin, soit qu'on ait négligé de le préparer avant le siège, soit qu'on en est déjà plus. Ces choses étant écrites on emplira le vase d'eau ; puis, la nuit venue, on fera, à l'aide de torches, les signaux convenables à l'armée, à la ville ou au poste avec lequel on veut communiquer.

« Il faut, d'ailleurs, que, dans tous les lieux susdits, il y ait des vases égaux à ceux dont vous vous servez, avec des orifices égaux et portant mêmes inscriptions dans les mêmes parties, afin qu'on puisse, grâce aux signes dont on est convenu, reconnaître ce dont les assiégés ont besoin ».

Il s'agit, en somme, de deux vases pareils à pareils orifices d'écoulement et pareillement gradués. Chacun d'eux est muni d'un flotteur dont la descente est réglée, commencée ou arrêtée, par des feux de signaux. A chaque graduation correspond une indication dont un dictionnaire peut donner le détail.

Système Télégraphe-ballons-pigeons-photomicroscopie. — Qui ne se rappelle le fait du soulagement moral apporté aux Parisiens assiégés de par l'emploi du système mixte *Télégraphe-ballons-pigeons-photomicroscopie* ?

Ce système consistait à centraliser à Tours tous les télégrammes expédiés de la province ; à les condenser une première fois en les typo-

graphiant, de manière à en composer comme les colonnes d'un journal ; à photographier ce journal en en réduisant les dimensions au *huit-centième*, réduction qui correspondait à peu près à l'étendue d'une feuille de papier à cigarettes et à tirer cette épreuve sur un collodion fort mince, du poids de quelques centigrammes. Un pigeon emporté de Paris par ballon y rapportait cette légère pellicule. A l'arrivée, la dépêche était placée sur le porte-objet d'un microscope photo-électrique de grande puissance. L'image obtenue se projetait sur un écran avec une amplification telle qu'on pouvait déchiffrer à l'œil nu tous les mots du télégramme.

Chaque pigeon se chargeait d'une vingtaine de pellicules dont le poids total ne s'élevait pas à 1 gramme ! L'ensemble des dépêches ainsi transportées par l'oiseau comprenait environ trois cent mille lettres ou chiffres et représentait à peu près la valeur d'un volume in-12.

Cent mille télégrammes ont été ainsi expédiés à Paris pendant le siège.

Imprimées en caractères ordinaires, ces dépêches réunies formeraient une bibliothèque de plus de cinq cents volumes.

Tout cela venu à tire-d'aile d'oiseau !

BIBLIOGRAPHIE

- BERGIER. — *Les grands chemins de l'Empire.*
- E. HENNEBERT. — *L'art militaire et la science.* Paris, Masson.
- PLESSIX et LEGRAND. — *Manuel de fortification.* Paris. Berger-Levrault, 1883.
- GASTON TISSANDIER. — *L'Océan aérien.* Paris, Masson, 1884.
- MAXIME HÉLÈNE. — *Les nouvelles routes du globe.* Paris, Masson, 1884.
- A. BACLÉ. — *Les voies ferrées.* Paris, Masson, 1884.
- E. HENNEBERT. — *Les Torpilles.* Paris, Hachette, 1888.
-

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

ROUTES

	Pages
CHAP. I. <i>Considérations générales sur les routes</i>	5
Importance militaire des routes	5
Éléments constitutifs d'une route	7
Profils.	7
CHAP. II. <i>Tracé des routes.</i>	10
Conditions générales	10
Projet.	12
CHAP. III. <i>Construction des routes.</i>	15
Piquetage	15
Exécution des terrassements.	15
Ouvrages d'art.	16
Chaussées	16
CHAP. IV. <i>Mise hors de service des routes</i> . .	20
Obstruction d'une route en déblai.	20
Coupure d'une route à flanc de coteau	21
Destruction d'une section de route en terrain plat.	21
Coupure d'une route en remblai	22
CHAP. V. <i>Travaux de réparation des routes</i> .	23
Restitution de viabilité.	23

DEUXIÈME PARTIE

VOIES NAVIGABLES

	Pages
CHAP. I. <i>Communications maritimes</i>	25
Nos ports de mer.	25
Places maritimes	26
Amélioration des passes	27
Ruine d'ouvrages hydrauliques.	32
Rôle militaire des voies maritimes	34
CHAP. II. <i>Communications fluviales</i>	36
Rôle militaire des cours d'eau	36
Réseau des voies navigables de la France	38
Places fluviales	40
Interruption de navigabilité	41
Restitution de navigabilité	41
Opérations de guerre fluviale	42

TROISIÈME PARTIE

CHEMINS DE FER

CHAP. I. <i>Économie générale d'une voie ferrée</i>	44
Définition	44
Questions d'organisation	45
A. Construction de la plate-forme.	45
Tracé, profil, ouvrages d'art.	45
B. Voie et Stations	46
Voie proprement dite	46
C. Traction	54

	Pages
Matériel roulant	54
Porteur Decauville	55
CHAP. II. <i>Exploitation militaire des voies</i>	
<i>ferrées</i>	56
Importance militaire des chemins de fer . . .	56
Réseau français	58
Embarquement et débarquement	59
Trains militaires	59
Exploitation en temps de guerre	61
CHAP. III. <i>Mise hors de service d'une voie</i>	
<i>ferrée</i>	68
Emploi de procédés divers	68
Matériel roulant	69
Matériel fixe	70
Voie proprement dite	71
Destructions sommaires	74
Corps de la voie	76
Ouvrages d'art	77
CHAP. IV. <i>Travaux de réparation des voies</i>	
<i>ferrées</i>	84
Fréquence des travaux de réparation	84
Réparation de la plate-forme et de la voie . .	84
Remplacement provisoire des organes de la voie.	85

QUATRIÈME PARTIE

PONTS

CHAP. I. <i>Considérations générales</i>	89
Obstacle opposé par les cours d'eau	89
Reconnaissance d'une rivière	90
Choix d'un point de passage	91

	Pages
Nombre de ponts à jeter	91
Conditions générales d'établissement	93
CHAP. II. <i>Ponts à supports flottants.</i>	95
Classification	95
Ponts de bateaux des Équipages de ponts	95
Ponts de bateaux du Commerce.	96
Ponts de radeaux.	97
Ponts de tonneaux, d'outres gonflées d'air, etc	98
CHAP. III. <i>Ponts à supports fixes</i>	99
Classification	99
Ponts de chevalets	99
Ponts de voitures.	100
Ponts de gabions.	100
Ponts de pilots.	101
CHAP. IV. <i>Ponts sans supports intermédiaires.</i>	102
Classification	102
Ponts sur chaînette	102
Ponts suspendus	102
CHAP. V. <i>Moyens accessoires de franchissement.</i>	104
Classification	104
Pont-volant	104
Traille.	105
Bac.	105
Ponceaux.	105
Passerelles	105
Embarcations	107
Passage à gué	108
Passage sur la glace.	111
Passage à la nage.	112
CHAP. VI. <i>Destruction des ponts</i>	115
Fréquence de cette opération de guerre.	115

	Pages
A. Ponts permanents.	115
Ponts en charpente	115
Ponts métalliques.	116
Ponts en maçonnerie	117
B. Ponts militaires	120
Ponts de l'armée nationale	120
Ponts de l'ennemi	122
CHAP. VII. <i>Réparation des ponts</i>	125
Ponts militaires	125
Ponts permanents	126

CINQUIÈME PARTIE

OPÉRATIONS DE GUERRE EN DIVERS MILIEUX

CHAP. I. <i>Cheminements souterrains</i>	129
Substructions antiques	129
Émissaires	129
Poternes	131
Contremines.	132
CHAP. II. <i>Opérations sous-aquatiques</i>	134
Antiquité de ces opérations	134
Plongeurs militaires.	135
Machines plongeantes	137
Éclairage sous l'eau	140
Navigation sous-aquatique	142
Embarcations submersibles	154
Avenir probable de la navigation sous-aquatique.	160
CHAP. II. <i>Opérations aériennes</i>	163
Invention des ballons	163
Premières applications aux arts militaires.	163

Histoire militaire des ballons	168
Importance du service aéronautique	172
Question des ballons dirigeables	173

SIXIÈME PARTIE

SERVICE DE CORRESPONDANCE

CHAP. I. <i>Postes</i>	174
Courriers	174
Moteurs animés	177
Transmission de dépêches à travers divers mi- lieux.	182
CHAP. II. <i>Téléphonie</i>	186
La voix humaine	186
Instruments céleustiques	186
CHAP. III. <i>Télégraphie optique</i>	188
Feux de signaux	188
Télégraphe aérien	189
Appareils optiques perfectionnés	190
Valeur du télégraphe optique	192
CHAP. IV. <i>Télégraphie électrique</i>	193
Valeur du télégraphe électrique	193
Histoire militaire du télégraphe	194
Organisation du service de guerre	196
Cas des opérations d'attaque et de défense des places	198
CHAP. V. <i>Systèmes mixtes</i>	201
Emploi combiné des divers procédés télégraphi- ques.	201
BIBLIOGRAPHIE	206



Envoi *franco* contre mandat-poste ou valeur sur Paris.

TRAITÉ
DE
MÉCANIQUE RATIONNELLE

PAR
PAUL APPELL,

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences.

TROIS BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT
SÉPARÉMENT :

- TOME I : Statique. Dynamique du point, avec 178 figures ; 1893..... 16 fr.
TOME II : Dynamique des systèmes. Mécanique analytique, avec 99 figures ;
1896..... 16 fr.
TOME III : Hydrostatique. Hydrodynamique..... (*Sous presse.*)

Ce *Traité* est le résumé des Leçons que l'Auteur fait depuis plusieurs années à la Faculté des Sciences de Paris sur le programme de la Licence. Comme la Mécanique était, jusqu'à présent, à peine enseignée dans les Lycées, on ne suppose chez le lecteur aucune connaissance de cette science et l'on commence par l'exposition des notions préliminaires indispensables, théorie des vecteurs, cinématique du point et du corps solide, principes de la Mécanique, travail des forces. Vient ensuite la Mécanique proprement dite, divisée en Statique et Dynamique.

Ce qui fait le caractère distinctif de cet Ouvrage et ce qui justifiera la publication d'une nouvelle Mécanique rationnelle après tant d'autres excellents *Traités*, c'est l'introduction de la Mécanique analytique dans les commencements mêmes du Cours. Au lieu de reléguer les méthodes de Lagrange à la fin et d'en faire une exposition entièrement séparée, l'Auteur a essayé de les introduire dans le courant de l'Ouvrage.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

COURS DE GÉOMÉTRIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

LEÇONS

SUR LA THÉORIE GÉNÉRALE

DES SURFACES

ET LES

APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES DU CALCUL INFINITÉSIMAL

PAR

GASTON DARBOUX,

Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences.

4 VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

- I^{re} PARTIE : Généralités. Coordonnées curvilignes. Surfaces minima ; 1887... 15 fr.
II^e PARTIE : Les congruences et les équations linéaires aux dérivées partielles.
Des lignes tracées sur les surfaces ; 1889..... 15 fr.
III^e PARTIE : Lignes géodésiques et courbure géodésique. — Paramètres différentiels.
— Déformation des surfaces ; 1894..... 15 fr.
IV^e PARTIE : Déformation infiniment petite et représentation sphérique ; 1896. 15 fr.

RECUEIL COMPLÉMENTAIRE D'EXERCICES

SUR LE

CALCUL INFINITÉSIMAL

A L'USAGE DES CANDIDATS A LA LICENCE ET A L'AGRÉGATION
DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

Par M. F. TISSERAND.

Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris.

Avec de nouveaux Exercices sur les variables imaginaires,

Par M. PAINLEVÉ,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences.

Cet Ouvrage forme une suite naturelle à l'excellent *Recueil d'Exercices*
de M. FRENET.)

2^e édition. In-8, avec figures ; 1896..... 9 fr.

COURS

DE

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE

A L'USAGE

des Élèves de la Classe de Mathématiques spéciales
et des Candidats aux Écoles du Gouvernement,

PAR

B. NIEWENGLOWSKI,

Docteur ès Sciences,

Ancien Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée Louis-le-Grand,
Inspecteur de l'Académie de Paris.

**3 VOLUMES GRAND IN-8, AVEC NOMBREUSES FIGURES, SE VENDANT
SÉPARÉMENT :**

TOME I : Sections coniques ; 1894. 10 fr.

**TOME II : Construction des courbes planes. Compléments relatifs aux coniques ;
1895. 8 fr.**

**TOME III : Géométrie dans l'espace, avec une Note sur les transformations en
Géométrie ; par E. BOREL, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille ;
1896. 14 fr.**

Ce *Cours* comprend tout ce qui est exigé des candidats à l'École Polytechnique ou à l'École Normale relativement à la Géométrie analytique ; il contient davantage. Les élèves qui se préparent à subir les épreuves d'un concours difficile sont obligés d'apprendre plus que le programme, en vertu de cet adage : *Qui peut le plus, peut le moins*. Aussi l'Auteur ne s'est-il pas limité aux seules théories qui figurent explicitement dans les programmes officiels, et a-t-il, par exemple, développé les questions relatives aux coordonnées trilineaires, aux coordonnées tangentielles, etc. On a eu soin, du reste, de composer en plus petits caractères les parties qui ne figurent pas dans les programmes et parfois aussi de simples applications.

Chaque Chapitre est suivi d'exercices, tous choisis parmi ceux qui offrent des applications immédiates ou des compléments utiles.

COURS DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

TRAITÉ D'ANALYSE

PAR

ÉMILE PICARD,

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences.

4 VOLUMES IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

TOME I : Intégrales simples et multiples. — L'équation de Laplace et ses applications. Développement en séries. — Applications géométriques du Calcul infinitésimal. 1891..... 15 fr.

TOME II : Fonctions harmoniques et fonctions analytiques. — Introduction à la théorie des équations différentielles. Intégrales abéliennes et surfaces de Riemann. 1893..... 15 fr.

TOME III : Des singularités des intégrales des équations différentielles. Étude du cas où la variable reste réelle et des courbes définies par des équations différentielles. Équations linéaires; analogies entre les équations algébriques et les équations linéaires. 1896..... 18 fr.

TOME IV : Équations aux dérivées partielles..... (En préparation.)

Le premier Volume commence par les parties les plus élémentaires du Calcul intégral et ne suppose chez le lecteur aucune autre connaissance que les éléments du Calcul différentiel, aujourd'hui classiques dans les Cours de Mathématiques spéciales. Dans la première Partie, l'Auteur expose les éléments du Calcul intégral, en insistant sur les notions d'intégrale curviligne et d'intégrale de surface, qui jouent un rôle si important en Physique mathématique. La seconde Partie traite d'abord de quelques applications de ces notions générales; au lieu de prendre des exemples sans intérêt, l'Auteur a préféré développer la théorie de l'équation de Laplace et les propriétés fondamentales du potentiel. On y trouvera ensuite l'étude de quelques développements en séries, particulièrement des séries trigonométriques. La troisième Partie est consacrée aux applications géométriques du Calcul infinitésimal.

Les Volumes suivants sont consacrés surtout à la théorie des équations différentielles à une ou plusieurs variables; mais elle est entièrement liée à plus d'une autre théorie qu'il est nécessaire d'approfondir. Pour ne citer qu'un exemple, l'étude préliminaire des fonctions algébriques est indispensable quand on veut s'occuper de certaines classes d'équations différentielles. L'Auteur ne se borne donc pas à l'étude des équations différentielles; ses recherches rayonnent autour de ces centres.

COURS DE PHYSIQUE

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Par M. J. JAMIN.

QUATRIÈME ÉDITION, AUGMENTÉE ET ENTIÈREMENT REFONDUE

Par M. E. BOUTY,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Quatre tomes in-8, de plus de 4000 pages, avec 1587 figures et 14 planches sur acier, dont 2 en couleur; 1885-1891. (OUVRAGE COMPLET)..... 72 fr.

On vend séparément :

TOME I. — 9 fr.

- (*) 1^{er} fascicule. — *Instruments de mesure. Hydrostatique*; avec 150 figures et 1 planche..... 5 fr.
2^e fascicule. — *Physique moléculaire*; avec 93 figures... 4 fr.

TOME II. — CHALEUR. — 15 fr.

- (*) 1^{er} fascicule. — *Thermométrie, Dilatations*; avec 98 fig. 5 fr.
(*) 2^e fascicule. — *Calorimétrie*; avec 48 fig. et 2 planches... 5 fr.
3^e fascicule. — *Thermodynamique. Propagation de la chaleur*; avec 47 figures..... 5 fr.

TOME III. — ACOUSTIQUE; OPTIQUE. — 22 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Acoustique*; avec 123 figures..... 4 fr.
(*) 2^e fascicule. — *Optique géométrique*; avec 139 figures et 3 planches..... 4 fr.
3^e fascicule. — *Étude des radiations lumineuses, chimiques et calorifiques; Optique physique*; avec 249 fig. et 5 planches, dont 2 planches de spectres en couleur..... 14 fr.

TOME IV (1^{re} Partie). — ÉLECTRICITÉ STATIQUE ET DYNAMIQUE. — 13 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Gravitation universelle. Électricité statique*; avec 155 figures et 1 planche..... 7 fr.
2^e fascicule. — *La pile. Phénomènes électrothermiques et électrochimiques*; avec 161 figures et 1 planche..... 6 fr.

(*) Les matières du programme d'admission à l'École Polytechnique sont comprises dans les parties suivantes de l'Ouvrage : Tome I, 1^{er} fascicule; Tome II, 1^{er} et 2^e fascicules; Tome III, 2^e fascicule.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

- TOME IV (2^e Partie). — MAGNÉTISME; APPLICATIONS. — 13 fr.
3^e fascicule. — *Les aimants. Magnétisme. Électromagnétisme. Induction*; avec 240 figures..... 8 fr.
4^e fascicule. — *Météorologie électrique; applications de l'électricité. Théories générales*; avec 84 figures et 1 planche..... 5 fr.

TABLES GÉNÉRALES.

Tables générales, par ordre de matières et par noms d'auteurs des quatre volumes du Cours de Physique. In-8; 1891... 60 c.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viendront compléter ce grand Traité et le maintenir au courant des derniers travaux.

- 1^{er} SUPPLÉMENT. — *Chaleur. Acoustique. Optique*, par E. BOUTY, Professeur à la Faculté des Sciences. In-8, avec 41 fig.; 1896. 3 fr. 50 c.

PREMIERS PRINCIPES D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

PILES, ACCUMULATEURS, DYNAMOS, TRANSFORMATEURS,

Par M. Paul JANET.

Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris,
Directeur du Laboratoire central d'Électricité.

2^e ÉDITION, REVUE ET CORRIGÉE.

Un volume in-8, avec 173 figures; 1896..... 6 fr.

COURS ÉLÉMENTAIRE D'ÉLECTRICITÉ

Lois expérimentales et principes généraux. Introduction à l'Électrotechnique.
(Leçons professées à l'Institut industriel du Nord de la France).

Par M. Bernard BRUNHES,

Docteur ès Sciences, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.

Un volume in-8, avec 137 figures; 1895..... 5 fr.

MESURES ÉLECTRIQUES

LEÇONS PROFESSÉES A L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE MONTEFIORE
ANNEXÉ A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE.

Par M. Eric GÉRARD,

Directeur de l'Institut Électrotechnique Montefiore, Ingénieur principal des Télégraphes,
Professeur à l'Université de Liège.

Grand in-8, 450 pages, 198 figures; cartonné toile anglaise... 12 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

LES RADIATIONS NOUVELLES.

LES RAYONS X

ET LA PHOTOGRAPHIE A TRAVERS LES CORPS OPAQUES,

PAR

Ch.-Ed. GUILLAUME,

Docteur ès Sciences,

Adjoint au Bureau international des Poids et Mesures.

DEUXIÈME ÉDITION.

UN VOLUME IN-8 DE VIII-144 PAGES, AVEC 23 FIGURES ET 8 PLANCHES;
1896..... 3 fr.

Les Rayons X sont toujours à l'ordre du jour et notre curiosité est loin d'être satisfaite à leur égard. La première édition de l'Ouvrage de *M. Ch.-Ed. Guillaume* a été épuisée en quelques jours. La deuxième, qui vient de paraître, sera bien accueillie des Physiciens et des Photographes. L'Auteur fait connaître en détail la genèse de cette merveilleuse découverte, ainsi que les résultats qu'on en a tirés. Il décrit minutieusement le manuel opératoire à employer pour obtenir des résultats satisfaisants. Cette brochure servira de guide aux opérateurs désireux d'arriver sans trop de tâtonnements à de bons résultats.

Le côté théorique de la question n'est point négligé, et *M. Ch.-Ed. Guillaume* a rappelé un grand nombre d'expériences antérieures, de « faits contingents » sans lesquels les nouveaux phénomènes resteraient isolés et incompréhensibles.

L'Ouvrage in-8°, de 144 pages, contient de nombreuses reproductions en photographie de clichés originaux obtenus par MM. J. Chappuis, V. Chabaud, Londe, Imbert et Bertin-Sans, qui ont bien voulu les prêter à l'Auteur. Un cliché de M. Troost, impressionné par de la blende, sans tube à vide, clôt la série.

L'ensemble forme un Volume qui intéressera tous ceux qui aiment à se « rendre compte » de ce qui se passe autour des *Rayons X*.

~~~~~  
ÉCOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE.

## EXERCICES DE PHYSIQUE ET APPLICATIONS.

PRÉPARATOIRES A LA LICENCE.

Par **M. Aimé WITZ,**

Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

Un volume in-8, avec 114 figures; 1889..... 12 fr.

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS**

**ÉCOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE**

**COURS ÉLÉMENTAIRE  
DE MANIPULATIONS DE PHYSIQUE,**

**Par M. Aimé WITZ,**

Docteur ès Sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures,  
Professeur aux Facultés catholiques de Lille,

A L'USAGE DES CANDIDATS AUX ÉCOLES ET AU CERTIFICAT DES ÉTUDES  
PHYSIQUES, CHIMIQUES ET NATURELLES.

2<sup>e</sup> ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE. IN-8, AVEC 77 FIGURES; 1895. 5 FR.

Le succès de la première édition de cet Ouvrage, épuisé aujourd'hui et toujours demandé, a prouvé que sa rédaction convenait bien aux besoins des élèves; nous avons donc prié l'Auteur de donner une nouvelle édition de son Cours en conservant le mode d'exposition qu'il avait adopté, et qu'on avait tant apprécié. Le texte a été revu et soigneusement corrigé.

Mais les progrès de l'enseignement de la Physique ont été considérables en dix ans, et M. Witz nous a demandé d'enrichir son *Cours de Manipulations* d'un certain nombre d'exercices nouveaux: il fallait dès lors partager l'Ouvrage en deux Volumes. Le premier, plus élémentaire, est destiné aux candidats à certaines Ecoles et en particulier aux étudiants du Certificat des Etudes physiques, chimiques et naturelles; le second répond plus spécialement aux exigences de l'Enseignement supérieur et est destiné aux candidats à la Licence et à l'Agrégation.

Le premier Volume a déjà reçu le meilleur accueil du public.

**PRINCIPES**

DE LA

**THÉORIE DES FONCTIONS ELLIPTIQUES  
ET APPLICATIONS,**

PAR

**P. APPELL,**

Membre de l'Institut, Professeur  
à la Faculté des Sciences.

**E. LACOUR,**

Professeur de Mathématiques spéciales  
au Lycée Saint-Louis.

UN BEAU VOLUME GRAND IN-8, AVEC FIGURES; 1896.

PRIX POUR LES SOUSCRIPTEURS..... 12 FR.

Un premier fascicule (208 pages) a paru.



LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

# ENCYCLOPÉDIE DES TRAVAUX PUBLICS ET ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE

Fondées par M.-C. LECHALAS, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

## TRAITÉ DES MACHINES A VAPEUR

RÉDIGÉ CONFORMÉMENT AU PROGRAMME DU COURS DE MACHINES A VAPEUR  
DE L'ÉCOLE CENTRALE.

PAR

**ALHEILIG,**

Ingénieur de la Marine,

Ex-Professeur à l'École d'application  
du Génie maritime.

**Camille ROCHE,**

Industriel,

Ancien Ingénieur de la Marine.

2 BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. I.) :

**TOME I :** Thermodynamique théorique et applications. La machine à vapeur et les métaux qui y sont employés. Puissance des machines, diagrammes indicateurs. Freins. Dynamomètres. Calcul et dispositions des organes d'une machine à vapeur. Régulation, épures de détente et de régulation. Théorie des mécanismes de distribution, détente et changement de marche. Condensation, alimentation. Pompes de service. — Volume de XI-604 pages, avec 412 figures; 1895..... **20 fr.**

**TOME II :** Forces d'inertie. Moments moteurs. Volants régulateurs. Description et classification des machines. Machines marines. Moteurs à gaz, à pétrole et à air chaud. Graissage, joints et presse-étoupes. Montage des machines et essais des moteurs. Passation des marchés. Prix de revient, d'exploitation et de construction. Servo-moteurs. Tables numériques. — Volume de IV-560 pages, avec 281 figures; 1895..... **18 fr.**

## CHEMINS DE FER

MATÉRIEL ROULANT. RÉSISTANCE DES TRAINS. TRACTION.

PAR

**E. DEHARME,**

Ingénieur principal du Service central  
de la Compagnie du Midi.

**A. PULIN,**

Ingénieur, Inspecteur principal  
de l'Atelier central des chemins de fer  
du Nord.

Un volume grand in-8, xxii-441 pages, 95 figures, 1 planche; 1895 (E. I.). **15 fr.**

## VERRE ET VERRERIE

PAR

**Léon APPERT et Jules HENRIVAUX,**

Ingénieurs.

Grand in-8, avec 130 figures et 1 atlas de 14 planches; 1894 (E. I.).... **20 fr.**

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS**

# **COURS DE CHEMINS DE FER**

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES

**Par M. C. BRICKA,**

Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments aux Chemins de fer de l'État.

**2 VOLUMES GRAND IN-8; 1894 (E. T. P.)**

**TOME I : Études. — Construction. — Voie et appareils de voie. —** Volume de VIII-634 pages avec 326 figures; 1894... **20 fr.**

**TOME II : Matériel roulant et Traction. — Exploitation technique. — Tarifs. — Dépenses de construction et d'exploitation. — Régime des concessions. — Chemins de fer de systèmes divers. —** Volume de 709 pages, avec 177 figures; 1894... **20 fr.**

# **COUVERTURE DES ÉDIFICES**

ARDOISES, TUILES, MÉTAUX, MATIÈRES DIVERSES,

**Par M. J. DENFER,**

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

**UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC 429 FIG.; 1893 (E. T. P.).. 20 FR**

# **CHARPENTERIE MÉTALLIQUE**

MENUISERIE EN FER ET SERRURERIE,

**Par M. J. DENFER,**

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

**2 VOLUMES GRAND IN-8; 1894 (E. T. P.).**

**TOME I : Généralités sur la fonte, le fer et l'acier. — Résistance de ces matériaux. — Assemblages des éléments métalliques. — Chainages, linteaux et poitrails. — Planchers en fer. — Supports verticaux. Colonnes en fonte. Poteaux et piliers en fer. —** Grand in-8 de 584 pages avec 479 figures; 1894... **20 fr.**

**TOME II : Pans métalliques. — Combles. — Passerelles et petits ponts. — Escaliers en fer. — Serrurerie. (Ferrements des charpentes et menuiseries. Paratonnerres. Clôtures métalliques. Menuiserie en fer. Serres et vérandas). —** Grand in-8 de 626 pages avec 571 figures; 1894... **20 fr.**

# **ÉLÉMENTS ET ORGANES DES MACHINES**

**Par M. AL. GOUILLY,**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

**GRAND IN-8 DE 406 PAGES, AVEC 710 FIG.; 1894 (E. I.)... 12 FR.**



# **LE VIN ET L'EAU-DE-VIE DE VIN**

**Par Henri DE LAPPARENT,**

Inspecteur général de l'Agriculture.

INFLUENCE DES CÉPAGES, DES CLIMATS, DES SOLS, ETC., SUR LA QUALITÉ DU VIN, VINIFICATION, CUVERIE ET CHAIS, LE VIN APRÈS LE DÉCUVAGE, ÉCONOMIE, LÉGISLATION.

GRAND IN-8 DE XII-533 PAGES, AVEC 111 FIG. ET 28 CARTES DANS LE TEXTE; 1895 (E. I.)..... **12 FR.**

# **CONSTRUCTION PRATIQUE des NAVIRES de GUERRE**

**Par M. A. CRONEAU,**

Ingénieur de la Marine,  
Professeur à l'École d'application du Génie maritime.

**2 VOLUMES GRAND IN-8 ET ATLAS; 1894 (E. I.).**

TOME I : Plans et devis. — Matériaux. — Assemblages. — Différents types de navires. — Charpente. — Revêtement de la coque et des ponts. — Gr. in-8 de 379 pages avec 305 fig. et un Atlas de 11 pl. in-4° doubles, dont 2 en trois couleurs; 1894. **18 fr.**

TOME II : Compartimentage. — Cuirassement. — Pavois et garde-corps. — Ouvertures pratiquées dans la coque, les ponts et les cloisons. — Pièces rapportées sur la coque. — Ventilation. — Service d'eau. — Gouvernails. — Corrosion et salissure. — Poids et résistance des coques. — Grand in-8 de 616 pages avec 359 fig.; 1894. **15 fr.**

**PONTS SOUS RAILS ET PONTS-ROUTES A TRAVÉES  
MÉTALLIQUES INDÉPENDANTES.**

# **FORMULES, BARÈMES ET TABLEAUX**

**Par Ernest HENRY,**

Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

UN VOL. GRAND IN-8, AVEC 267 FIG.; 1894 (E. T. P.)..... **20 FR.**

Calculs rapides pour l'établissement des projets de ponts métalliques et pour le contrôle de ces projets, sans emploi des méthodes analytiques ni de la statique graphique (économie de temps et certitude de ne pas commettre d'erreurs).

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS**

## BLANCHIMENT ET APPRÊTS TEINTURE ET IMPRESSION

PAR

**Ch.-Er. GUIGNET,**

Directeur des teintures aux Manu-  
factures nationales  
des Gobelins et de Beauvais.

**F. DOMMER,**

Professeur à l'École de Physique  
et de Chimie industrielles  
de la Ville de Paris.

**E. GRANDMOUGIN,**

Chimiste, ancien préparateur à l'École de Chimie de Mulhouse.

UN VOLUME GRAND IN-8 DE 674 PAGES, AVEC 368 FIGURES ET ÉCHAN-  
TILLONS DE TISSUS IMPRIMÉS; 1895 (E. I.)..... 30 FR.

## TRAITÉ DE CHIMIE ORGANIQUE APPLIQUÉE

**Par M. A. JOANNIS,**

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux,  
Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris.

2 VOLUMES GRAND IN-8 (E. I.).

TOME I : Généralités. Carbures. Alcools. Phénols. Éthers. Aldéhydes. Cétones.  
Quinones. Sucres. — Volume de 688 pages, avec figures; 1896..... 20 fr.

TOME II : Hydrates de carbone. Acides. Alcalis organiques. Amides. Nitrites.  
Composés azoïques. Radicaux organométalliques. Matières albuminoïdes. Fermen-  
tations. Matières alimentaires. (Pour paraître en 1896.)

## MANUEL DE DROIT ADMINISTRATIF

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES CHEMINS VICINAUX,

**Par M. Georges LECHALAS,**

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

2 VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT. (E. T. P.)

TOME I : Notions sur les trois pouvoirs. Personnel des Ponts et Chaussées. Principe  
d'ordre financier. Travaux intéressant plusieurs services. Expropriations. Dommages  
et occupations temporaires. — Volume de CXLVII-536 pages; 1889..... 20 fr.

TOME II (1<sup>re</sup> PARTIE) : Participation des tiers aux dépenses des travaux publics.  
Adjudications. Fournitures. Régie. Entreprises. Concessions. — Volume de VIII-  
399 pages; 1893..... 10 fr.

## COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE ET DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE,

**Par M. Maurice D'OCAGNE,**

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées,  
Répétiteur à l'École Polytechnique.

UN VOLUME GRAND IN-8, DE XI-428 PAGES, AVEC 340 FIGURES; 1896  
(E. T. P.)..... 12 FR.

# BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE

La Bibliothèque photographique se compose de plus de 200 volumes et embrasse l'ensemble de la Photographie considérée au point de vue de la science, de l'art et des applications pratiques.

A côté d'Ouvrages d'une certaine étendue, comme le *Traité* de M. Davanne, le *Traité encyclopédique* de M. Fabre, le *Dictionnaire de Chimie photographique* de M. Fournier, la *Photographie médicale* de M. Londe, etc., elle comprend une série de monographies nécessaires à celui qui veut étudier à fond un procédé et apprendre les tours de main indispensables pour le mettre en pratique. Elle s'adresse donc aussi bien à l'amateur qu'au professionnel, au savant qu'au praticien.

## TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE PAR LES PROCÉDÉS PELLICULAIRES.

Par M. George BALAGNY, Membre de la Société française de Photographie,  
Docteur en droit.

2 volumes grand in-8, avec figures; 1889-1890.

*On vend séparément :*

TOME I : Généralités. Plaques souples. Théorie et pratique des trois développements au fer, à l'acide pyrogallique et à l'hydroquinone..... 4 fr.

TOME II : Papiers pelliculaires. Applications générales des procédés pelliculaires. Phototypie. Contretypes. Transparents..... 4 fr.

## MANUEL DE PHOTOCHROMIE INTERFÉRENTIELLE.

Procédés de reproduction directe des couleurs; par M. A. BERTHIER.  
In-18 jésus, avec figures; 1895..... 3 fr. 50 c.

## CE QU'IL FAUT SAVOIR POUR RÉUSSIR EN PHOTOGRAPHIE.

Par A. COURRÈGES, Praticien.

2<sup>e</sup> édition, revue et augmentée. Petit in-8, avec 1 planche en photocollographie; 1896..... 2 fr. 50 c.

## LA PHOTOGRAPHIE. TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE.

Par M. DAVANNE.

2 beaux volumes grand in-8, avec 234 fig. et 4 planches spécimens.. 32 fr.

*On vend séparément :*

I<sup>re</sup> PARTIE : Notions élémentaires. — Historique. — Épreuves négatives. — Principes communs à tous les procédés négatifs. — Épreuves sur albumine, sur collodion, sur gélatinobromure d'argent, sur pellicules, sur papier. Avec 2 planches spécimens et 120 figures; 1886..... 16 fr.

II<sup>e</sup> PARTIE : Épreuves positives : aux sels d'argent, de platine, de fer, de chrome. — Épreuves par impressions photomécaniques. — Divers : Les couleurs en Photographie. Épreuves stéréoscopiques. Projections, agrandissements, micrographie. Réductions, épreuves microscopiques. Notions élémentaires de Chimie, vocabulaire. Avec 2 planches spécimens et 114 figures; 1888..... 16 fr.

Un supplément, mettant cet important Ouvrage au courant des derniers travaux, est en préparation.

**TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE.**

Théorie et pratique; par M. A.-L. DONNADIEU, Docteur ès Sciences,  
Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Grand in-8, avec Atlas de 20 planches stéréoscopiques en photocollographie; 1892..... 9 fr.

**LA PHOTOGRAPHIE SANS MAÎTRE,**

Par M. Eugène DUMOULIN.

2<sup>e</sup> édition, entièrement refondue. In-18 jésus, avec figures; 1896. 1 fr. 75 c.

**TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE DE PHOTOGRAPHIE,**

Par M. C. FABRE, Docteur ès Sciences.

4 beaux vol, grand in-8, avec 724 figures et 2 planches; 1889-1891... 48 fr.

Chaque volume se vend séparément 14 fr.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viendront compléter ce Traité et le maintenir au courant des dernières découvertes.

1<sup>er</sup> Supplément (A). Un beau vol. gr. in-8 de 400 p. avec 176 fig.; 1892. 14 fr.

Les 5 volumes se vendent ensemble..... 60 fr.

**DICTIONNAIRE PRATIQUE DE CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE,**

Contenant une *Étude méthodique des divers corps usités en Photographie*, précédé de *Notions usuelles de Chimie* et suivi d'une description détaillée des *Manipulations photographiques*;

Par M. H. FOURTIER.

Grand in-8, avec figures; 1892..... 8 fr.

**LES POSITIFS SUR VERRE.**

*Théorie et pratique. Les Positifs pour projections. Stéréoscopes et vitraux. Méthodes opératoires, Coloriage et montage;*

Par M. H. FOURTIER.

Grand in-8, avec figures; 1892..... 4 fr. 50 c.

**LA PRATIQUE DES PROJECTIONS.**

Étude méthodique des appareils. Les accessoires. Usages et applications diverses des projections. Conduite des séances;

Par M. H. FOURTIER.

2 vol. in-18 jésus.

TOME I. Les Appareils, avec 66 figures; 1892..... 2 fr. 75 c.

TOME II. Les Accessoires. La Séance de projections, avec 67 fig.; 1893. 2 fr. 75 c.

**LES LUMIÈRES ARTIFICIELLES EN PHOTOGRAPHIE.**

Étude méthodique et pratique des différentes sources artificielles de lumières, suivie de recherches inédites sur la puissance des photopoudres et des lampes au magnésium;

Par M. H. FOURTIER.

Grand in-8, avec 19 figures et 8 planches; 1895..... 4 fr. 50 c.

**LE FORMULAIRE CLASSEUR DU PHOTO-CLUB DE PARIS.**

Collection de formules sur fiches renfermées dans un élégant cartonnage et classées en trois Parties : *Phototypes, Photocopies et Photocalques, Notes et renseignements divers*, divisées chacune en plusieurs Sections ;

Par MM. H. FOURTIER, BOURGEOIS et BUCQUET.

Première Série ; 1892..... 4 fr.  
Deuxième Série ; 1894..... 3 fr. 50 c.

**TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE INDUSTRIELLE,**

THÉORIE ET PRATIQUE,

Par Ch. FÉRY et A. BURAI.

In-18, Jésus, avec 94 figures et 9 planches ; 1896..... 5 fr.

**DICTIONNAIRE SYNONYMIQUE FRANÇAIS, ALLEMAND, ANGLAIS, ITALIEN ET LATIN DES MOTS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES EMPLOYÉS EN PHOTOGRAPHIE ;**

Par M. ANTHONNY GUERRONNAN.

Grand in-8 ; 1895..... 5 fr.

**L'ART PHOTOGRAPHIQUE DANS LE PAYSAGE.**

Étude et pratique ;

Par HORSLEY-HINTON, — traduit de l'anglais par H. COLARD.

Grand in-8, avec 11 planches ; 1894..... 3 fr.

**LA PHOTOGRAPHIE MÉDICALE.**

Applications aux Sciences médicales et physiologiques ;

Par M. A. LONDE.

Grand in-8, avec 80 figures et 19 planches ; 1893..... 9 fr.

**VIRAGES ET FIXAGES.**

Traité historique, théorique et pratique ;

Par M. P. MERCIER,

Chimiste, Lauréat de l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

2 volumes in-18 Jésus ; 1892..... 5 fr.

*On vend séparément :*

I<sup>re</sup> PARTIE : Notice historique. Virages aux sels d'or..... 2 fr. 75 c.  
II<sup>e</sup> PARTIE : Virages aux divers métaux. Fixages..... 2 fr. 75 c.

**INSTRUCTIONS PRATIQUES POUR PRODUIRE DES ÉPREUVES IRREPROCHABLES AU POINT DE VUE TECHNIQUE ET ARTISTIQUE.**

Par M. A. MULLIN,

Professeur de Physique au Lycée de Grenoble, Officier de l'Instruction publique.

In-18 Jésus, avec figures ; 1895..... 2 fr. 75 c.



## TRAITÉ PRATIQUE DES AGRANDISSEMENTS PHOTOGRAPHIQUES.

Par M. E. TRUTAT.

2 volumes in-18 jésus, avec 105 figures; 1891..... 5 fr.

*On vend séparément :*

I<sup>re</sup> PARTIE : Obtention des petits clichés; avec 52 figures..... 2 fr. 75

II<sup>e</sup> PARTIE : Agrandissements; avec 53 figures..... 2 fr. 75 c.

## IMPRESSIONS PHOTOGRAPHIQUES AUX ENCRE GRASSES.

Traité pratique de Photocollographie à l'usage des amateurs;

Par M. E. TRUTAT.

In-18 jésus, av. nomb. fig. et 1 pl. en photocollographie; 1892... 2 fr. 75 c.

## LA PHOTOTYPOGRAVURE A DEMI-TEINTES.

Manuel pratique des procédés de demi-teintes, sur zinc et sur cuivre;

Par M. JULIUS VERFASSER.

Traduit de l'anglais par M. E. COUSIN, Secrétaire-agent de la Société française de Photographie.

In-18 jésus, avec 56 figures et 3 planches; 1895..... 3 fr.

## TRAITÉ PRATIQUE DE PHOTOLITHOGRAPHIE.

Photolithographie directe et par voie de transfert. Photozincographie. Photocollographie. Autographie. Photographie sur bois et sur métal à graver. Tours de main et formules diverses;

Par M. LÉON VIDAL,

Officier de l'Instruction publique, Professeur à l'École nationale des Arts décoratifs.

In-18 jésus, avec 25 fig., 2 planches et spécimens de papiers autographiques; 1893..... 6 fr. 50 c.

## MANUEL DU TOURISTE PHOTOGRAPHE.

Par M. LÉON VIDAL.

2 volumes in-18 jésus, avec nombreuses figures. Nouvelle édition, revue et augmentée; 1889..... 10 fr.

*On vend séparément :*

I<sup>re</sup> PARTIE : Couches sensibles négatives. — Objectifs. — Appareils portatifs. — Obturateurs rapides. — Pose et Photométrie. — Développement et fixage. — Renforceurs et réducteurs. — Vernissage et retouche des négatifs..... 6 fr.

II<sup>e</sup> PARTIE : Impressions positives aux sels d'argent et de platine. — Retouche et montage des épreuves. — Photographie instantanée. — Appendice indiquant les derniers perfectionnements. — Devis de la première dépense à faire pour l'achat d'un matériel photographique de campagne et prix courant des produits.... 4 fr.

## MANUEL PRATIQUE D'ORTHOCHROMATISME.

Par M. LÉON VIDAL.

In-18 jésus, avec figures et 2 planches, dont une en photocollographie et un spectre en couleur; 1891..... 2 fr. 75 c.

## NOUVEAU GUIDE PRATIQUE DU PHOTOGRAPHE AMATEUR.

Par M. G. VIEUILLE.

3<sup>e</sup> édition, refondue et beaucoup augmentée. In-18 jésus, avec figures; 1892..... 2 fr. 75 c.

**MASSON & C<sup>ie</sup>, Éditeurs**

**LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE**

**120, Boulevard Saint-Germain, Paris**

P. n° 21.

**EXTRAIT DU CATALOGUE**

**VIENT DE PARAÎTRE**

**Essai de**

**Paléontologie philosophique**

*Ouvrage faisant suite*

*aux « Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques »*

PAR

**ALBERT GAUDRY**

de l'Institut de France et de la Société royale de Londres  
Professeur de paléontologie au Muséum d'histoire naturelle

*1 volume in-8° avec 204 gravures dans le texte. . . . . 8 fr.*

Nous n'avons pas à rappeler ici les beaux travaux de Paléontologie du professeur Albert Gaudry. Les *Enchaînements* ont marqué dans la science une date et contribué à donner aux travaux d'histoire naturelle une direction qui en a affirmé la portée philosophique.

L'ouvrage que nous annonçons aujourd'hui est le résumé de longues années de recherches. M. Gaudry y a tracé en quelques pages l'histoire de l'évolution des êtres : c'est l'œuvre d'un penseur en même temps que celle d'un savant éminent. Le philosophe comme l'homme de science y trouvera matière à de précieux enseignements.

**Table des Chapitres.** — Introduction. — I. Le monde animé est une grande unité dont on peut suivre le développement comme on suit celui d'un individu. — II. De la multiplication des êtres. — III. De la différenciation des êtres. — IV. De la croissance du corps chez les êtres animés. — V. Progrès de l'activité dans le monde animé. — VI. Progrès de la sensibilité. — VII. Progrès de l'intelligence. — VIII. Applications pratiques de l'étude de l'évolution des êtres. — Conclusions.

PRÉPARATION A L'ÉCOLE SPÉCIALE MILITAIRE DE SAINT-CYR

# Précis de Géographie

PAR

**Marcel DUBOIS**Professeur de Géographie coloniale  
à la Faculté des lettres de Paris.**Camille GUY**Ancien élève de la Sorbonne  
Prof<sup>r</sup> agrégé de Géographie et d'Histoire.

UN TRÈS FORT VOLUME IN-8°

Avec nombreuses cartes, croquis et figures dans le texte.

Broché. . . 12 fr. 50 — Relié. . . 14 fr.

Ce nouvel ouvrage est une adaptation des connaissances géographiques à la première éducation militaire qu'on exige des candidats à Saint-Cyr et qui les prépare à la Géographie que nos officiers leur enseigneront plus tard à l'Ecole avec une supériorité incontestée.

Le **Précis de Géographie** reste fidèle à la méthode que les Maîtres et les Elèves apprécient dans les ouvrages antérieurs de M. Marcel Dubois. C'est le livre d'une classe vraiment spéciale et orientée dans une direction déterminée faisant la part de l'éducation large et libérale du futur officier sans jamais négliger la préoccupation immédiate de l'examen.

# Précis d'Histoire MODERNE ET CONTEMPORAINE

Par **F. CORRÉARD**

Professeur au lycée Charlemagne.

Un volume in-8° de 800 pages. Broché. 10 fr. 50. Relié. 12 fr.

En rédigeant cet ouvrage l'auteur a eu constamment présente à l'esprit l'indication suivante qui figure en note du programme des conditions d'admission à l'Ecole de Saint-Cyr. « Le programme de l'examen d'histoire et de géographie a été rapproché, autant que possible, du programme d'enseignement des lycées pour éviter que les candidats ne se croient obligés à se donner une préparation trop spéciale et nuisible par là même à leur éducation intellectuelle. Les candidats doivent, avant toutes choses, faire preuve de connaissances générales et réfléchies en histoire. L'examen ne portera pas sur les menus détails de l'histoire des guerres. » En conséquence l'auteur, suivant la méthode employée dans les précédents ouvrages, s'est attaché d'abord à choisir et à caractériser les faits et les personnages significatifs, puis à marquer la suite et l'enchaînement des événements. Pour les opérations militaires mentionnées dans le programme, il s'est efforcé de faire comprendre le sens et le but soit des campagnes, soit des batailles, en évitant les considérations trop techniques qui supposent des connaissances que les candidats n'auront que plus tard.



# Leçons de

# Géographie physique

Par **Albert de LAPPARENT**

Professeur à l'Ecole libre de Hautes-Etudes

Ancien Président de la Commission centrale de la Société de Géographie

*1 volume in-8° contenant 117 figures dans le texte  
et une planche en couleurs. . . 12 fr.*

Dans les derniers jours de 1893, lors de la discussion du budget devant le Sénat, M. Bardoux appelait l'attention du Ministre de l'Instruction publique sur la situation actuelle de l'enseignement de la Géographie physique. L'honorable sénateur constatait, sans être contredit par personne, qu'il n'y avait aujourd'hui en France qu'un seul cours complet sur la matière, celui que professait M. de Lapparent à l'Ecole libre de Hautes-Etudes.

C'est ce cours que nous venons offrir au public. Après plusieurs années d'essais, l'auteur croit avoir réussi à unir en un véritable corps de doctrines ces intéressantes considérations, relatives à la genèse des formes géographiques, dont on peut dire qu'il a été en France le plus persévérant initiateur.

Aujourd'hui, muni de toutes les indispensables connaissances de détail que la rédaction et les remaniements successifs de son grand *Traité de Géologie* l'ont mis en mesure d'acquérir, il lui a semblé que l'heure était venue d'une synthèse, où ce qu'on peut appeler l'anatomie du globe terrestre ferait l'objet d'une exposition tout imprégnée des notions géologiques. Mais en même temps il a cherché à rendre cette intervention de la géologie aussi discrète que possible, en n'exigeant à cet égard que le minimum admissible de connaissances spéciales, comme aussi en se montrant de la plus grande sobriété dans l'emploi des termes techniques. C'est un des caractères par lesquels son œuvre se distingue des tentatives analogues déjà faites en Amérique et en Allemagne, et qui impliquent, de la part des lecteurs, une initiation géologique beaucoup plus complète que celle qu'il est prudent d'admettre aujourd'hui dans notre pays.

**VIENT DE PARAÎTRE****Chimie****des Matières colorantes**

PAR

**A. SEYEWETZ**Chef des travaux  
à l'École de chimie industrielle de Lyon**P. SISLEY**

Chimiste-Coloriste

**Premier fascicule.** — *Considérations générales. Matières colorantes nitrées. Matières colorantes azoxyques. Matières colorantes azoïques* (1<sup>re</sup> partie), 152 pages. . . . . 6 fr.

**Deuxième fascicule.** — *Matières colorantes azoïques* (2<sup>e</sup> partie). *Matières colorantes hydrazoniques. Matières colorantes nitrosées et quinones oximes. Oxiquinones* (couleurs dérivées de l'antracène). Pages 153 à 336. . . . . 6 fr.

Les auteurs, dans cette importante publication, se proposent de réunir sous la forme la plus rationnelle et la plus condensée tous les éléments pouvant contribuer à l'enseignement de la chimie des matières colorantes, qui a pris aujourd'hui une extension si considérable.

Cet ouvrage sera, par le plan sur lequel il est conçu, d'une utilité incontestable non seulement aux chimistes se destinant soit à la fabrication des matières colorantes, soit à la teinture, mais à tous ceux qui sont désireux de se tenir au courant de ces remarquables industries.

**Conditions de la publication.** — La Chimie des Matières colorantes artificielles sera publiée en cinq fascicules de deux mois en deux mois. On peut souscrire à l'ouvrage complet au prix de 25 fr., payables en recevant le premier fascicule. A partir de la publication du cinquième fascicule, ce prix sera porté à 30 fr.

**VIENT DE PARAÎTRE****Pouvoir calorifique****des Combustibles****SOLIDES, LIQUIDES ET GAZEUX**Par **M. SCHEURER-KESTNER**

1 volume in-16 avec figures dans le texte . . . . . 5 fr.

Cet ouvrage se compose de deux parties : Dans la première, l'auteur expose les systèmes et procédés dont on a fait usage pour chercher à se rendre compte de la chaleur dégagée pendant la combustion. Dans la seconde, il indique les règles à suivre dans les expériences industrielles qui ont pour but de déterminer le pouvoir calorifique d'un combustible. On a recherché tout ce qui a été publié à ce sujet depuis vingt-cinq ans, c'est-à-dire depuis le moment où la chaleur de combustion de la houille a été déterminée pour la première fois. Des tableaux, annexés aux chapitres, donnent les résultats connus pour les différents combustibles. On y a ajouté la composition chimique des combustibles, chaque fois que cela a été possible.

# Traité

des

# Matières colorantes

ORGANIQUES ET ARTIFICIELLES

de leur préparation industrielle et de leurs applications

PAR

Léon LEFÈVRE

Ingénieur (E. I. R.), Préparateur de chimie à l'École Polytechnique.

*Préface de E. GRIMAUX, membre de l'Institut.*

2 volumes grand in-8° comprenant ensemble 1650 pages, reliés toile anglaise, avec 31 gravures dans le texte et 261 échantillons.

Prix des deux volumes : 90 francs.

Le *Traité des matières colorantes* s'adresse à la fois au monde scientifique par l'étude des travaux réalisés dans cette branche si compliquée de la chimie, et au public industriel par l'exposé des méthodes rationnelles d'emploi des colorants nouveaux.

L'auteur a réuni dans des tableaux qui permettent de trouver facilement une couleur quelconque, toutes les couleurs indiquées dans les mémoires et dans les brevets. La partie technique contient, avec l'indication des brevets, les procédés employés pour la fabrication des couleurs, la description et la figure des appareils, ainsi que la description des procédés rationnels d'application des couleurs les plus récentes. Cette partie importante de l'ouvrage est illustrée par un grand nombre d'échantillons teints ou imprimés. Les échantillons, tous fabriqués spécialement pour l'ouvrage, sont sur soie, sur cuir, sur laine, sur coton et sur papier. Dans cette partie technique, l'auteur a été aidé par les plus éminents praticiens.

*Un spécimen de 8 pages, contenant deux pages de tableaux (couleurs azoïques), six types d'échantillons, deux pages de texte et un extrait de la table alphabétique, est à la disposition de toute personne qui en fait la demande.*

VIENT DE PARAÎTRE

# Le Terrain carbonifère marin

DE LA FRANCE CENTRALE

I. Étude paléontologique et stratigraphique des faunes.

II. Transgression de la mer carbonifère.

III. Anciens glaciers de la période houillère supérieure de la France centrale.

Par **A. JULIEN**

Professeur de géologie et de minéralogie à l'Université de Clermont-Ferrand

1 fort volume in-4°

avec coupes géologiques et 17 planches de fossiles en héliogravure, 60 fr.

**Table des Matières.** — Introduction. — Description des fossiles. — Étude critique des faunes carbonifères marines du Morvan et du Plateau central. — Position stratigraphique des assises qui les renferment. — Morvan. — Comparaison avec les faunes belges. — Examen comparatif de la faune de pair et des faunules du Morvan. — Examen comparatif de la faune du marbre noir *vs* du Petit Modave et des faunules du Morvan. — Plateau central. — Age du grès anthracifère. — Position stratigraphique du grès anthracifère. — Examen critique des faunes carbonifères marines de la France et de quelques localités étrangères. — Relation des gisements du Plateau central avec les autres gisements français. — Transgression de la mer carbonifère dans le Morvan et le Plateau central, en France et en Europe. — Essai de parallélisme entre les transgressions marines des époques carbonifères et helvétiques. — Conditions nécessaires à la création et au développement des glaciers en général.

# La Photographie moderne

TRAITÉ PRATIQUE DE LA PHOTOGRAPHIE

ET DE SES

APPLICATIONS A L'INDUSTRIE ET A LA SCIENCE

Par **M. Albert LONDE**

Directeur du Service photographique de la Salpêtrière,  
Président de la Société d'excursions des Amateurs de photographie,  
Secrétaire-général adjoint de la Société française de Photographie,  
Président d'honneur du Photo-Club de Lyon,  
Officier de l'Instruction publique.

**DEUXIÈME ÉDITION**

complètement refondue et considérablement augmentée.

1 vol. in-8° relié toile avec 346 figures dans le texte et 5 planches hors texte (dont 1 frontispice). . . . 15 fr.

Dans cette science nouvelle qui se développe tous les jours, la nécessité d'une direction se fait d'autant plus sentir que les progrès sont plus sensibles : pour discerner le bon du mauvais ou du médiocre, il faut une somme de connaissances et une expérience pratique que l'on ne saurait demander à celui qui ne fait de la photographie qu'une occupation passagère.

La plupart des auteurs n'ont pas compris la nécessité de cette direction à donner au débutant, et c'est par des compilations de recettes et de formules qu'ils prétendent initier à la photographie.

Tout en reconnaissant la valeur de ces formulaires pour ceux qui se sont spécialisés, l'auteur n'est pas tombé dans la même erreur : dans chaque hypothèse il a donné la solution la plus simple et la plus sûre, de façon à permettre au lecteur, qui voudra bien le suivre fidèlement, d'atteindre le but sans tâtonnements.

# ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

## DERNIERS VOLUMES PARUS :

- Histoire de la compensation en droit Romain**, par C. APPLETON, professeur à la Faculté de Lyon. 1 vol. in-8°. . . . . 7 fr. 50
- Sur la représentation des courbes algébriques**, par LÉON AUTONNE, ingénieur des ponts et chaussées, maître de conférences à la Faculté de Lyon. 1 vol. in-8°. . . . . 3 fr.
- La République des Provinces-Unies, la France et les Pays-Bas espagnols, de 1630 à 1650**, par A. WADDINGTON, professeur adjoint à la Faculté des lettres de Lyon. Tome I (1630-1642). 1 vol. in-8°. . . . . 6 fr.
- Phonétique historique et comparée du sanscrit et du zend**, par PAUL REGNAUD, professeur de sanscrit et de grammaire comparée à la Faculté des lettres de Lyon. 1 vol. in-8°. . . . . 5 fr.
- Recherches sur quelques dérivés surchlorés du phénol et du benzène**, par ÉTIENNE BARRAL, chargé des fonctions d'agrégé à la Faculté de Lyon, pharmacien de 1<sup>re</sup> classe. 1 vol. in-8°. . . . . 5 fr.
- Saint Ambroise et la morale chrétienne au IV<sup>e</sup> siècle**, par RAYMOND THAMIN, professeur de philosophie au lycée Condorcet. 1 vol. in-8°. . . . . 7 fr. 50
- Étude sur le Bilharzia hæmatobia et la Bilharziose**, par M. LORTET, doyen de la Faculté de médecine de Lyon, et VIALLETON, professeur à la Faculté de médecine de Lyon. 1 vol. in-8° avec planches et figures dans le texte. . . . . 10 fr.
- La Jeunesse de William Wordsworth (1770-1798). Étude sur le « Prélude »**, par EMILE LEGOUIS, maître de conférences à la Faculté des lettres de Lyon. 1 vol. in-8°. . . . . 7 fr. 50
- La Botanique à Lyon avant la Révolution et l'histoire du Jardin botanique municipal de cette ville**, par M. GÉRARD, professeur à la Faculté des sciences de Lyon. 1 vol. in-8° avec figures dans le texte. . . . . 3 fr. 50
- L'Évolution d'un Mythe. Aëvins et Dioscures**, par CH. RENEL, docteur ès lettres. . . . .
- Physiologie comparée de la Marmotte**, par RAPHAËL DUBOIS, professeur de physiologie générale et comparée à l'Université de Lyon. 1 vol. in-8° avec 119 figures dans le texte et 125 planches hors texte. . . . . 15 fr.
- Résultats scientifiques de la campagne du Caudan dans le golfe de Gascogne (août-septembre 1895)**, par R. KÖHLER, professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Lyon. Fascicule I. 1 vol. in-8° avec planches. . . . .
- Études sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale**, par H. DOUXAMI, docteur ès sciences, agrégé de l'Université de Lyon. 1 vol. in-8° avec figures.



VIENT DE PARAÎTRE

# Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme

De E. MASCART et J. JOUBERT

DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE

Par E. MASCART

Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France  
Directeur du bureau central de Météorologie**TOME PREMIER. — PHÉNOMÈNES GÉNÉRAUX ET THÉORIE**

1 volume grand in-8° avec 130 figures dans le texte, 25 fr.

L'accueil fait par le public à cet ouvrage, épuisé depuis plusieurs années, nous engageait à en donner une seconde édition, mais il a paru nécessaire d'en remanier presque entièrement la rédaction pour tenir compte des progrès accomplis dans le domaine de l'électricité. Les modifications introduites dans le texte primitif et les développements nouveaux qu'exigent l'état actuel de la science, n'ont pas modifié le plan général de cet ouvrage.

Le premier volume continuera à constituer une sorte de corps de doctrine, renfermant l'ensemble des faits et des conceptions qui ont servi à le coordonner. Le second volume sera plus spécialement consacré à l'étude des méthodes d'observations, au détail des expériences et à l'examen des principaux caractères que présentent les applications si nombreuses de l'électricité dans l'industrie.

*Le tome II, dès à présent sous presse, paraîtra à la fin de 1896. Les acquéreurs du tome I trouveront dans le volume un bon qu'il leur suffira de présenter avant le 31 mars 1897 pour avoir le droit de retirer le tome II au prix de 15 francs; ils paieront par conséquent l'ouvrage complet quarante francs (au lieu de 45 à l'apparition du tome II).*

VIENT DE PARAÎTRE

# Les Médicaments chimiques

Par Léon PRUNIER

Membre de l'Académie de Médecine, Pharmacien des Hôpitaux,  
Professeur à l'École supérieure de Pharmacie.**Première partie : COMPOSÉS MINÉRAUX**

1 vol. grand in-8° de 625 pages avec 137 figures dans le texte, 15 fr.

L'ouvrage que nous publions aujourd'hui est le résumé des cours professés par l'auteur à l'École supérieure de pharmacie (chaire de pharmacie chimique) et remaniés pendant dix années consécutives. Ce n'est point un traité de chimie pas plus qu'un traité de pharmacologie, et moins encore un formulaire ou un manuel. C'est un résumé technique et professionnel dans lequel médecins, pharmaciens ou étudiants trouveront rassemblés et coordonnés les documents, dispersés un peu partout, qui peuvent intéresser l'étude chimique des médicaments, mais rien autre. L'ensemble conservera, nécessairement, les grandes lignes de la chimie générale, mais dans chaque groupe ou chaque cas particulier, les détails sont dispersés de manière à mettre en lumière ce qu'ils offrent de spécialement utilisable pour les applications pharmaceutiques et médicales.

*Les MÉDICAMENTS CHIMIQUES forment deux parties : la première est consacrée aux COMPOSÉS MINÉRAUX, la seconde aux COMPOSÉS ORGANIQUES. — La deuxième partie (Composés organiques) paraîtra avant la fin de l'année 1896. — Chaque partie forme un tout et peut être vendue séparément. Prix de chaque volume séparé. 15 fr.*

# *Manuel technique* *de Massage*

Par le **Dr J. BROUSSES**

Médecin-major de 1<sup>re</sup> classe

Ex-répétiteur de pathologie chirurgicale à l'Ecole du service de Santé militaire  
Lauréat de l'Académie de médecine

**DEUXIÈME ÉDITION REVUE ET AUGMENTÉE**

AVEC 36 FIGURES DANS LE TEXTE

*4 vol. in-16 diamant, cartonné à l'anglaise, tranches rouges. 4 fr.*

Pendant les années que l'auteur a passées à diriger un service chirurgical à l'Ecole du service de santé militaire, il s'est préoccupé d'assurer un enseignement pratique du massage aux infirmiers du service, auxquels il a pu ainsi confier en toute sécurité le soin de parachever, par la massothérapie, la guérison des nombreuses affections chirurgicales qui relèvent de ce traitement. Il a acquis la conviction que les manipulations du massage pouvaient, sans rien perdre de leur efficacité, être ramenées à une description simple et qui, débarrassée le plus possible des termes scientifiques, serait rendue compréhensible à tous. Ce manuel n'est pour la grande partie que le groupement des leçons faites sur ce sujet.

Dans la *deuxième édition* que nous publions aujourd'hui, augmentée de quelques nouveaux chapitres que les progrès faits dans ces deux dernières années par la massothérapie ont rendus indispensables, M. Brousseau a fait tous ses efforts pour rester fidèle à son ancien programme : **Faire avant tout œuvre de vulgarisation et d'utilité.**

# *Précis* *de Microbie*

**TECHNIQUE ET MICROBES PATHOGÈNES**

PAR MM.

**Dr L.-H. THOINOT**

Professeur agrégé à la Faculté  
Médecin des hôpitaux

**E.-J. MASSELIN**

Médecin-Vétérinaire

**OUVRAGE COURONNÉ PAR LA FACULTÉ (Prix Jeunesse)**

**TROISIÈME ÉDITION REVUE ET AUGMENTÉE**

AVEC 93 FIGURES DONT 22 EN COULEURS

*4 vol. in-18 diamant, cartonné à l'anglaise, tranches rouges. 7 fr.*

À côté des ouvrages considérables de France ou de l'Étranger, des revues nouvelles, faisant connaître les travaux des maîtres en l'art d'étudier les infiniment petits, il fallait, pour ne pas oublier les nombreuses précautions que réclame la microbie expérimentale, un aide-mémoire comme on disait jadis de tous ces petits livres qu'on emportait avec soi à l'amphithéâtre. Les maîtres, les habiles eux-mêmes manquent parfois une expérience pour une omission légère ; à plus forte raison les élèves, les praticiens peu expérimentés. C'est pour ceux-ci que ce livre est fait et il est conçu de façon à être, avant tout, utile... (*Revue sanitaire de la Province.*)

# ***Leçons de Thérapeutique***

PAR LE

**Dr Georges HAYEM**Membre de l'Académie de médecine,  
Professeur à la Faculté de médecine de Paris

## **5 VOLUMES PUBLIÉS**

**LES MÉDICATIONS :** 4 volumes grand in-8° ainsi divisés :

1<sup>re</sup> Série. — Les médications. — Médication désinfectante. — Médication sthénique. — Médication antipyrétique. — Médication antiphlogistique. 8 fr.

2<sup>e</sup> Série. — De l'action médicamenteuse. — Médication antihydrique. — Médication hémostatique. — Médication reconstituante. — Médication de l'anémie. — Médication du diabète sucré. — Médication de l'obésité. — Médication de la douleur. . . . 8 fr.

3<sup>e</sup> Série. — Médication de la douleur (suite). — Médication hypnotique. —

Médication stupéfiante. — Médication antispasmodique. — Médication excitatrice de la sensibilité. — Médication hypercinétique. — Médication de la kinésitaraxie cardiaque. — Médication de l'asystolie. — Médication de l'ataxie et de la neurasthénie cardiaque. 8 fr.

4<sup>e</sup> Série. — Médication antidyspeptique. — Médication antidyspnéique. — Médication de la toux. — Médication expectorante. — Médication de l'albuminurie. — Médication de l'urémie. — Médication antisudorale. . . . 12 fr.

## **LES AGENTS PHYSIQUES ET NATURELS :**

Agents thermiques. — Électricité. — Modifications de la pression atmosphérique. Climats et eaux minérales.

1 volume grand in-8° avec nombreuses figures et 1 carte des eaux minérales et stations climatiques. . . . . 12 fr.

## ***Traité élémentaire***

## ***de Clinique thérapeutique***

Par le **Dr G. LYON**Ancien interne des hôpitaux de Paris  
Ancien chef de clinique à la Faculté de médecine

1 volume in-8°. . . . . 15 fr.

Dans cet ouvrage, très au courant de l'état actuel de la thérapeutique, les maladies sont classées par ordre alphabétique. Le traitement suit leur description, et à côté de ce traitement, on trouve l'indication des grands symptômes morbides avec un aperçu des moyens cliniques permettant de faire le diagnostic de leurs causes, de telle sorte que la clinique et la thérapeutique s'y trouvent entièrement associées.



*Traité de*

**Pathologie générale**

PUBLIÉ PAR

**Ch. BOUCHARD**

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE PATHOLOGIE GÉNÉRALE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION :

**G.-H. ROGER**

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Médecin des hôpitaux.

*CONDITIONS DE LA PUBLICATION :*

*Le Traité de Pathologie générale sera publié en 6 volumes grand in-8°. Chaque volume comprendra environ 900 pages, avec nombreuses figures dans le texte. Les tomes I et II sont en vente. Les autres volumes seront publiés successivement et à des intervalles rapprochés.*

Prix de la Souscription, 1<sup>er</sup> janvier 1896 . . . . . 102 fr.

**DIVISIONS DU TOME I**

*1 vol. grand in-8° de 1018 pages avec figures dans le texte. 18 fr.*

- H. ROGER. — Introduction à l'étude de la pathologie générale.  
H. ROGER et P.-J. CADIOT. Pathol. comparée de l'homme et des animaux.  
P. VUILLEMIN. Considérations générales sur les maladies des végétaux.  
MATHIAS DUVAL. — Pathogénie générale de l'embryon. Tératogénie.  
LE GENDRE. — L'hérédité et la pathologie générale.  
BOURCY. — Predisposition et immunité.  
MARFAN. — La fatigue et le surmenage.  
LEJARS. — Les Agents mécaniques.  
LE NOIR. — Les Agents physiques. Chaleur. Froid. Lumière. Pression atmosphérique. Son.  
D'ARSONVAL. — Les Agents physiques. L'énergie électrique et la matière vivante.  
LE NOIR. — Les Agents chimiques : les caustiques.  
H. ROGER. — Les intoxications.

**DIVISIONS DU TOME II**

*1 vol. grand in-8° de 932 pages avec figures dans le texte. . . 18 fr.*

- CHARRIN. — L'infection.  
GUIGNARD. — Notions générales de morphologie bactériologique.  
HUGOUNENQ. — Notions de chimie bactériologique.  
CHANTEMESSE. — Le sol, l'eau et l'air agents de transmission des maladies infectieuses.  
GABRIEL ROUX. — Les microbes pathogènes.  
LAVERAN. — Des maladies épidémiques.  
RUFFER. — Sur les parasites des tumeurs épithéliales malignes.  
R. BLANCHARD. — Les parasites.

# Précis

# d'Obstétrique

PAR

**A. RIBEMONT-DESSAIGNES**

Agrégré de la Faculté de Médecine, Accoucheur de l'hôpital Beaujon

ET

**G. LEPAGE**Ancien chef de clinique obstétricale à la Faculté de Médecine  
Accoucheur des hôpitaux.

---

## Deuxième Édition

---

1 vol. in-8° de 1300 pages, avec 546 figures dans le texte  
dont 433 dessinées par A. RIBEMONT-DESSAIGNES.

Relié toile . . . . . 30 fr.

---

« Notre désir, disaient MM. Ribemont-Dessaignes et Lepage dans la préface de la première édition de cet ouvrage, est d'être utile aux étudiants; à ceux-ci de dire si nous avons réussi. »

La réponse a été péremptoire : en moins d'un an cette première édition a été complètement épuisée. Nous annonçons aujourd'hui la seconde, dans laquelle les différentes questions actuellement en discussion parmi les accoucheurs ont été soigneusement mises au point; c'est ainsi que les auteurs ont ajouté nombre de notions nouvelles sur la *pathologie de la grossesse*, les *opérations obstétricales*, le *traitement des suites de couches pathologiques*, etc. Pour la partie anatomique on a mis à contribution les leçons de M. Mathias-Duval sur *l'œuf et son développement*, ainsi que les travaux de M. L.-H. Farabeuf sur l'anatomie obstétricale et en particulier sur les *articulations du bassin*; on a tenu également à faire connaître les instruments nouveaux imaginés par L. Farabeuf pour la symphyséotomie. Enfin les auteurs ont demandé aux différents maîtres de l'obstétrique française de leur signaler les lacunes de la première édition, afin de les combler.

# Traité de Chirurgie cérébrale

PAR

**A. BROCA**

**P. MAUBRAC**

Chirurgien des hôpitaux de Paris  
Prof<sup>r</sup> agrégé à la Faculté de médecine

Ancien prosecteur  
à la Faculté de médecine de Bordeaux

1 volume in-8° avec 72 figures dans le texte . . . . 12 fr.

Dans ce livre, les auteurs ont réuni les documents relatifs à cette chirurgie née d'hier et cependant déjà très étendue. Dans une première partie, ils étudient les généralités, c'est-à-dire les grandes indications thérapeutiques et le manuel opératoire, d'après les données actuelles de l'anatomie, de la topographie crânio-cérébrale et de la physiologie des localisations. Dans la seconde partie, sont passées en revue les diverses lésions justiciables de la chirurgie : lésions traumatiques récentes et anciennes, complications des otites, tumeurs, hémorragies et ramollissements, microcéphalie, hydrocéphalie, épilepsie. Ce livre est avant tout écrit au point de vue clinique. Les observations personnelles de M. A. Broca sont au nombre de 31. La bibliographie, avec observations résumées, est très abondante et exacte.

# Leçons de Clinique Médicale

(HOTEL-DIEU 1894-1895)

Par le Dr **Pierre MARIE**

PROFESSEUR AGRÉGÉ A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

1 volume in-8° avec 57 figures dans le texte . . . . . 6 fr.

Ce volume contient quelques-unes des leçons faites à l'Hôtel-Dieu par M. Pierre Marie pendant un remplacement du professeur G. Sée. La série de ces 16 leçons est consacrée aux sujets suivants : **Rhumatisme chronique infectieux et rhumatisme chronique arthritique**. — **Déformations thoraciques dans quelques affections médicales** (particulièrement « thorax en entonnoir »). — **Des Diabètes sucrés** (3 leçons sont consacrées à ce sujet, elles contiennent des documents intéressants sur différents points tels que l'intervention chirurgicale dans le diabète, le diabète conjugal, la pluralité des diabètes sucrés, l'hémiplegie des diabétiques, etc.). — **Du Diabète bronzé** (l'auteur donne un tableau général de cette affection et soutient qu'il s'agit non pas d'une complication du diabète sucré, mais d'une entité morbide spéciale plus ou moins voisine du diabète pancréatique). — **Albuminurie cyclique** (celle-ci dans sa forme pure serait due à un trouble dans l'action du grand sympathique). — **Cyanose congénitale par malformations cardiaques** (à l'occasion de deux cas dont un avec autopsie, l'auteur étudie celles des malformations cardiaques qui sont compatibles avec une certaine survie, les seules qui en réalité intéressent le clinicien ; dans cette étude, il s'appuie constamment sur l'embryologie cardiaque, sommairement mais clairement exposée grâce à de nombreuses figures). — La dernière leçon est consacrée à la **Neurofibromatose généralisée**, affection encore peu connue du public médical, bien qu'assez fréquemment observée. Ici encore un grand nombre de très curieuses figures permettent au lecteur de se faire une idée exacte de cette singulière maladie.

**VIENT DE PARAÎTRE**

## ***L'Orientation nouvelle*** ***de la Politique sanitaire***

**Par le Professeur PROUST**Membre de l'Académie de médecine, Médecin de l'Hôtel-Dieu  
Inspecteur général des services sanitaires

1 volume in-8° avec figures dans le texte et 1 carte en couleurs, 40 fr.

Depuis que l'inspection générale des services sanitaires lui a été confiée, la préoccupation constante de l'auteur a été de diminuer autant que possible les entraves imposées au commerce et à la navigation, en sauvegardant bien entendu d'une manière complète les intérêts supérieurs de la santé publique. Il a cherché à substituer à d'interminables quarantaines des mesures infiniment moins vexatoires, plus rationnelles, plus scientifiques et offrant pour la défense des nations des garanties au moins équivalentes. Ces réformes, d'abord acceptées en France, ont été adoptées par les autres nations et sont devenues bientôt la base des conventions internationales. C'est ce qui s'est passé à Venise en 1892, à Dresde en 1893 et à Paris en 1894. Aussi le professeur Proust a-t-il pensé qu'il ne serait peut-être pas sans intérêt d'exposer les conditions de cette nouvelle orientation sanitaire. C'est là la raison de cet ouvrage. En ce qui concerne l'extérieur, il trace l'histoire des conférences sanitaires internationales; pour ce qui a trait à l'intérieur, il étudie le nouveau Règlement de police sanitaire maritime de 1896.

---

## **Hygiène des Animaux domestiques** **dans la production du lait**

**Par Calixte PAGÈS**Vétérinaire sanitaire de Paris et de la Seine  
Docteur en médecine, Docteur ès sciences

1 volume in-16 . . . . . 3 fr.

Dans un premier chapitre, l'auteur s'est proposé de démontrer l'influence de la nature des aliments sur l'organisme des animaux domestiques, et, en particulier, sur la sécrétion lactée, il étudie ensuite l'hygiène des femelles laitières en dehors de toute destination économique.

En troisième lieu, l'auteur examine les femelles laitières d'après leur destination économique qui peut être la production du lait-fermenté, du lait-fromager, du lait-beurrier, du lait-aliment et du lait-médicament.

La dernière partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude des principales femelles domestiques utilisées ou utilisables dans l'industrie laitière. En raison de son importance, l'étude de la vache laitière a reçu ici, comme dans les autres parties, tous les développements qu'elle mérite.

On trouvera, dans cette dernière partie, les rations qui conviennent aux femelles affectées à la production du lait-aliment, particulièrement du lait destiné aux enfants du premier âge.

# Traité de Chirurgie

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

**Simon DUPLAY**

Professeur de clinique chirurgicale  
à la Faculté de Médecine de Paris  
Membre de l'Académie de Médecine.

**Paul RECLUS**

Professeur agrégé à la Faculté  
de Médecine de Paris  
Chirurgien des hôpitaux  
Membre de la Société de chirurgie

PAR MM.

BERGER — BROCA — DELBET — DELENS — FORGUE  
GÉRARD-MARCHANT — HARTMANN — HEYDENREICH  
JALAGUIER — KIRMISSON — LAGRANGE — LEJARS  
MICHAUX — NÉLATON — PEYROT — PONCET — POTHERAT  
QUÉNU — RICARD — SECOND — TUFFIER — WALTHER

*8 volumes grand in-8° avec nombreuses figures. 150 fr.*

# Traité de Médecine

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

**CHARCOT**

Prof. de clinique des maladies nerveuses  
à la Faculté de médecine de Paris,  
Membre de l'Institut.

**BOUCHARD**

Professeur de pathologie générale  
à la Faculté de médecine de Paris  
Membre de l'Institut.

**BRISSAUD**

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris,  
Médecin de l'hôpital Saint-Antoine.

PAR MM.

BABINSKI — BALLEZ — P. BLOCQ — BOIX — BRAULT  
CHANTEMESSE — CHARRIN — CHAUFFARD — COURTOIS-SUFFIT  
DUTIL — GILBERT — L. GUINON — GEORGES GUINON  
HALLION — LAMY — LE GENDRE — MARFAN — MARIE — MATHIEU  
NETTER — OETTINGER — ANDRÉ PETIT  
RICHARDIÈRE — ROGER — RUAAULT — SOUQUES — THIBIERGE  
THOINOT — FERNAND WIDAL

*6 volumes grand in-8° avec nombreuses figures. 125 fr.*

## **COURS PRÉPARATOIRE**

*Au Certificat d'Études physiques, chimiques et naturelles*  
(P. C. N.)

---

***Précis***

---

***de Zoologie***

---

Par le D<sup>r</sup> G. CARLET

Professeur à la Faculté des sciences  
et à  
l'École de médecine de Grenoble

**QUATRIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE**

Par **RÉMY PERRIER**

Ancien élève de l'École normale supérieure  
Agrégré, Docteur ès sciences naturelles  
Chargé du cours préparatoire P. C. N. à la Faculté des sciences de Paris

---

*1 vol. in-8° de 860 pages avec 740 figures dans le texte, 9 fr.*

---

***Traité***

---

***de Manipulations de physique***

---

Par **B.-C. DAMIEN**

Professeur de physique à la Faculté des sciences de Lille  
et **R. PAILLOT**

Agrégré, Chef des travaux pratiques de physique à la Faculté des sciences de Lille

---

*1 volume in-8° avec 246 figures dans le texte. . . . . 7 fr.*

---

***Éléments de Chimie organique***

---

***et de Chimie biologique***

---

Par **ŒCHSNER DE CONINCK**

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier  
Membre de la Société de biologie  
Lauréat de l'Académie de médecine et de l'Académie des sciences

---

*1 volume in-16. . . . . 2 fr.*

---





