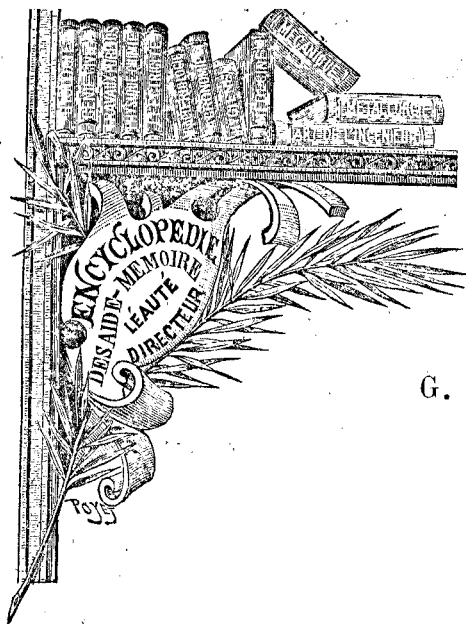


*Section de l'Ingénieur*

---



G. DUMONT

---

# AUTOMOBILES

## SUR RAILS

GAUTHIER-VILLARS ET FILS

MASSON ET C<sup>ie</sup>

# ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

COLLABORATEURS

## Section de l'Ingénieur

MM.	MM.	MM.
Alain-Abadie.	Gassaud.	Michel-Lévy.
Alheilig.	Gastine.	Minel (P.).
Ariès (Comm <sup>t</sup> ).	Gautier (Henri).	Minet (Ad.).
Armengaud jeune.	Godard.	Miron.
Arnaud.	Gossot (Comm <sup>t</sup> ).	Moëssard (Cl <sup>l</sup> ).
Barillot.	Gouilly.	Moissan.
Bassot (Cl <sup>l</sup> ).	Grouvelle (Jules).	Moissenet.
Baume-Pluvinel (de la)	Guenez.	Monnier.
Bérard (A.).	Guye (C. Eug.).	Moreau (Aug.).
Bergeron (J.).	Guye (Ph.-A.).	Müller (Ph. T.).
Berthelot.	Guillaume (Ch.-Ed.).	Niewenglowski (G. H.).
Bertin.	Guyou (Comm <sup>t</sup> ).	Naudin (Laurent).
Bertrand (L.)	Haller (A.).	Ocagne (d <sup>l</sup> ).
Biglia.	Hatt.	Ouvrard.
Billy (Ed. de).	Hébert.	Paloque.
Bloch (Fr.).	Hennebert (Cl <sup>l</sup> ).	Périsse (L.).
Blondel.	Henriet.	Perrin.
Boire (Em.).	Hérisson.	Perrotin.
Bordet.	Hospitalier (E.).	Picou (R.-V.).
Bornecque.	Hubert (H.).	Poulet (J.).
Boucheron (H.).	Hutin.	Prud'homme.
Bourlet.	Jacométy.	Rateau.
Boursault (H.)	Jacquet (Louis).	Resal (J.).
Boussac (A.)	Jaubert.	Ricaud.
Candlot.	Jean (Ferdinand).	Rocques (X.).
Caspari.	Launay (de).	Rocques-Desvallées.
Charpy (G.).	Laurent (H.).	Rouché.
Clugnet.	Laurent (P.).	Sarrau.
Croneau.	Laurent (Th.).	Sartiaux (E.).
Damour.	Lavergne (Gérard).	Sauvage.
Dariès.	Léauté (H.).	Seguela.
Defforges (Lt-Col.).	Le Chatelier (H.).	Seyrig (T.).
Delafond.	Lecornu.	Sidersky.
Drzewiecki.	Lecomte.	Simart.
Dudebout.	Lefèvre (J.).	Sinigaglia.
Dufour (A.).	Leloutre.	Sorel (E.).
Dumont (G.).	Lenicque.	Trillat.
Duquesnay.	Le Verrier.	Urbain.
Durin.	Lindet (L.).	Vallier (Comm <sup>t</sup> ).
Dwelshauvers-Dery.	Lippmann (G.).	Vermard.
Fabre (Ch.).	Loppé.	Viaris (de).
Fabry.	Lumière (A.).	Vignerou.
Foex.	Lumière (L.).	Vivet (L.).
Fourment.	Madamet (A.).	Wallon (E.).
Fribourg (Cl <sup>l</sup> ).	Magnier de la Source.	Widmann.
Frouin.	Marchena (de).	Witz (Aimé).
Gages (Cap.)	Margerie.	
Garnier.	Meyer (Ernest).	

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE

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

DUMONT — Automobiles sur rails

1

*Ce volume est une publication de l'Encyclopédie  
scientifique des Aide-Mémoire ; L. Isler, Secrétaire  
général, 20, boulevard de Courcelles, Paris.*

**N° 210 B**

# ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

---

## AUTOMOBILES SUR RAILS

PAR

G. DUMONT

Ingénieur des Arts et Manufactures



PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET FILS,	MASSON ET C <sup>ie</sup> , ÉDITEURS,
IMPRIMEURS-ÉDITEURS	LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Quai des Grands-Augustins, 55	Boulevard Saint-Germain, 120
(Tous droits réservés)	

*OUVRAGES DE L'AUTEUR PARUS  
DANS LA COLLECTION DE L'ENCYCLOPÉDIE*

---

- I. Les électromoteurs et leurs applications ;**
- II. Automobiles sur rails.**

## AVANT-PROPOS

---

Le prix toujours plus élevé de la traction animale dans les villes, et l'impossibilité pratique de posséder un nombre de chevaux suffisant pour satisfaire à un trafic dont l'intensité varie dans de grandes proportions suivant les jours de la semaine et dans une même journée, suivant les heures, ont amené les Compagnies de tramways à étudier la question du transport en commun par automobiles.

La question a d'autant plus d'importance que dans beaucoup de grandes villes les moyens de transport en commun par chevaux sont déjà insuffisants et deviendront d'ici peu impraticables.

Ainsi à Paris, la moyenne des voyages effectués par habitant et par année, qui était de cinquante en 1856, s'est élevée à cent cinquante-

cing en 1891, et atteindra certainement deux cents au moins, à la fin de ce siècle<sup>(1)</sup>.

Le nombre de fiacres et d'omnibus mis à la disposition du public ne pouvant être indéfiniment augmenté à cause de l'encombrement qu'ils amènent dans les voies urbaines, il faut nécessairement tirer le plus grand parti possible des voies de tramways et ceci implique l'obligation d'y faire circuler à intervalles rapprochés des voitures pouvant transporter rapidement un nombre suffisant de voyageurs, s'arrêtant et se remettant en marche sans perte de temps, etc. Toutes ces conditions ne peuvent être convenablement remplies que par des voitures automobiles à traction mécanique.

L'automobile pour transport en commun sur rails doit satisfaire au programme suivant :

Appareil moteur fonctionnant sans bruit ni fumée ; d'une puissance suffisante pour pouvoir remorquer à une vitesse de 8 à 10 kilomètres à l'heure une ou deux voitures d'attelage sur des rampes de 50 millimètres par mètre ;

Voitures confortables, spacieuses, bien éclair-

---

(1) M. A. MARTIN. — *Étude historique statistique sur les moyens de transport dans Paris*, Imprimerie nationale, 1894.



rées, pouvant passer facilement dans des courbes dont le rayon descendra à 15 mètres.

Enfin il est à désirer que la voiture automobile soit symétrique pour éviter son retournement aux terminus, soit à l'aide de plaques tournantes, soit au moyen de voies en boucle ou en triangle.

Une des premières voitures automobiles sur rails pour transports en commun paraît avoir été construite de 1838 à 1840 par Andraud et Tessié du Motay ; elle était munie d'un moteur à air comprimé et pouvait transporter huit personnes.

Elle fonctionna avec succès le 9 juillet 1840 à Chaillot ; mais cette invention n'entra pas dans le domaine de la pratique.

En 1848, une voiture à vapeur sur rails, contenant soixante voyageurs, circula sur quelques lignes secondaires de Bristol.

En 1859, on construisit aux États-Unis les premiers tramways à vapeur, et de 1868 à 1876, différents inventeurs anglais s'occupèrent de traction automotrice pour tramways et effectuèrent des essais en employant la vapeur comme force motrice. Grantham, ingénieur anglais, présenta en 1876-1877 le premier type de voiture à vapeur automotrice, c'est-à-dire dans

laquelle le moteur fait corps avec la voiture elle-même.

C'est vers la même époque que l'ingénieur Belpaire imagina une série de voitures à vapeur pour les transports locaux sur les lignes de chemins de fer de l'État belge ; ces voitures qui pesaient en ordre de marche vingt-deux tonnes pouvaient transporter quarante-quatre voyageurs et 500 kilogrammes de bagages.

Des essais analogues furent effectués successivement en Suisse sur la ligne à voie étroite de Lausanne à Échallons (voiture système Brunner), en Danemark et sur les chemins de fer néerlandais de la Marck (système Rowan), en Allemagne sur les chemins de fer Louis de Hesse et sur les lignes de l'État saxon (système Thomas).

En 1877, M. Mèkarski établissait à Nantes le premier service public par automobiles à air comprimé. De la même époque, datent les premiers essais de traction mécanique faits à Paris sur les lignes de tramways, par MM. Bollée et Dalifol avec une voiture à vapeur de cinquante places. Ces essais n'eurent pas de suite à cause du poids de la voiture trop considérable pour les voies de tramways telles qu'elles étaient établies à cette époque.

Rappelons à ce sujet que la première ligne de

tramway à chevaux fut construite de Paris à Saint-Cloud en 1856, sous le nom de « chemin de fer américain », mais que les lignes situées dans l'intérieur de Paris ne datent que de l'année 1875. Ce sont celles de l'Étoile-Villette et Louvre-Vincennes créées par la C<sup>ie</sup> générale des Omnibus.

A la suite des essais de traction automotrice à vapeur, l'Exposition internationale d'électricité de 1881 nous montra un petit tramway spécimen avec prise de courant par fil aérien actionnant un moteur électrique placé sur la voiture ; l'année suivante, Philippart essaya de résoudre le problème en se servant d'accumulateurs. Mais ces derniers n'étaient pas encore suffisamment perfectionnés et l'essai ne fut pas non plus couronné de succès.

Enfin, en 1889, on créait pour le service spécial de l'Exposition, la ligne Ceinture-Trocadéro exploitée à l'aide des automobiles à vapeur du système Rowan, qui furent utilisées, après l'exposition, sur la ligne Trocadéro-Place Pigalle, et remises ensuite (en 1891) sur la ligne Auteuil-Boulogne et Louvre-Boulogne où elles fonctionnent actuellement.

Tel est, résumé autant que possible, l'histoire des premiers essais de traction par voiture auto-

motrice sur voies de chemins de fer locaux où sur voies de tramways, jusqu'à la dernière exposition en 1889. Depuis, des études sérieuses ont été faites pour arriver à résoudre un problème dont la prompte solution s'impose pour les différentes raisons que nous avons énumérées. Ce problème est étudié partout ; les Américains l'ont résolu d'ailleurs d'une façon complète en employant le funiculaire dans certaines villes et l'électricité dans la majorité des cas, mais en amenant cette électricité d'usines fixes par câbles aériens et en la prenant au moyen du *trolley* ou roulette.

Les solutions adoptées par les Américains tout en offrant des avantages incontestables ne peuvent convenir partout pour des raisons multiples et qu'il serait trop long de détailler ici ; c'est pourquoi on a cherché à utiliser pour résoudre ce même problème la puissance de la vapeur, de l'air comprimé, du gaz, etc., et de l'électricité emmagasinée dans des accumulateurs. Ces systèmes divers sont en expérience tant à Paris que dans d'autres villes depuis un laps de temps suffisant pour que l'on ait pu se rendre compte de leur valeur au point de vue technique, le seul que nous envisagions ici. Pour les juger, en effet, au point de vue du prix de revient de l'exploita-

tion, il convient de discuter la question dans chaque cas particulier et d'attendre, pour certains systèmes, qu'une plus longue durée d'essais ait permis de chiffrer exactement des chapitres de dépenses qui sont justement fonction de cette durée.

Nous allons donc examiner successivement chacun des systèmes de transport en commun sur rails par voitures automobiles en les classant de la façon suivante :

- CHAP. I. — *Traction par moteurs à vapeur.*
- CHAP. II. — *Traction par moteurs à air comprimé.*
- CHAP. III. — *Traction par moteurs à gaz, etc.*
- CHAP. IV. — *Traction par moteurs à acide carbonique.*
- CHAP. V. — *Traction par moteurs à ammoniaque.*
- CHAP. VI. — *Traction funiculaire.*
- CHAP. VII. — *Traction par moteurs électriques.*

Nous remarquerons que, pour certains de ces systèmes on peut employer l'énergie fournie par un générateur fixe installé sur la voiture, ou puisée dans un réservoir ou accumulateur porté par le véhicule, ou enfin transmise à l'automobile pendant sa marche ou pendant ses stationnements.

Dans les trois systèmes : air comprimé, funiculaire et électricité, l'énergie est produite

dans une ou plusieurs usines fixes placées aux terminus ou sur le parcours de la voiture, ou même dans certains cas, à une distance plus ou moins grande des points de stationnement des véhicules.

**Capacité des voitures.** — Il nous reste un point à examiner, celui de la capacité des voitures. On a beaucoup discuté et beaucoup écrit sur ce point : est-il plus avantageux pour tous de faire circuler des voitures fréquentes à petite capacité, ou des voitures à places nombreuses à des intervalles plus longs ?

L'exemple de l'étranger nous montre presque partout le premier système adopté, et ce n'est pas seulement dans les villes neuves des États-Unis qu'on le rencontre, mais dans des villes comme New-York, dont l'artère principale, Broadway, est desservie par un câble-car dont les voitures se suivent à la vue, c'est-à-dire qu'on en voit toujours venir une ; il faut noter ici que Broadway de New-York est, dans le premier tiers de sa longueur, presque aussi encombrée que la rue de Rivoli, à Paris.

Les voitures fréquentes et à capacité réduite sont également employées à Londres, Berlin, Bruxelles, etc., et, en France, ce système fonc-

tionne également avec succès à Marseille, Lyon, Rouen, Le Havre, etc.

Au contraire, Paris est doté d'omnibus monstrueux à cinquante places qu'on attend et qu'on voit toujours passer complets. Pourquoi cette différence ?

Voici l'explication qu'en donne M. Hélier, Ingénieur en chef du contrôle des tramways du département de la Seine, dans un rapport au Conseil général, auquel on pourra se référer.

La raison qui rend, d'après M. Hélier, inapplicable à Paris le système dit à chapelet, consistant à employer des véhicules de faible capacité se suivant à faible intervalle, c'est l'encombrement. La trouée que doit faire un véhicule mécanique sur rails, c'est-à-dire la déviation des voitures de la rue et la gêne qui en résulte sont les mêmes, qu'il s'agisse d'un petit ou d'un grand véhicule. De plus, avec des trains à intervalles suffisants, le retard de l'un n'influe pas sur le retard du suivant.

De sorte que, pour les lignes à grand trafic, la solution, si séduisante au premier abord, du chapelet conduirait à ce résultat : la circulation entravée par un tramway très mal exploité.

D'autre part, pour les lignes à moyen ou faible trafic, le coût de l'exploitation serait une

entrave à son adoption, car les frais d'exploitation sont bien loin d'augmenter en raison du nombre des places offertes.

En résumé, ajoute M. l'Ingénieur en chef, cette solution des petites voitures est inapplicable.

Il y a une autre raison pour laquelle les Compagnies parisiennes de transport ont intérêt à adopter le système des grandes voitures ; c'est que les droits de stationnement sont les mêmes, qu'il s'agisse de voitures à grande ou à petite capacité, et qu'ils sont basés sur le nombre des voitures et non sur celui des places offertes dans chacune d'elles.

Les raisons qui sont données pour justifier l'emploi des grandes voitures se succédant à de longs intervalles sont des plus sérieuses, et l'on comprend que l'étude de cette question ait été portée devant le Conseil général de la Seine. Il est peut-être à craindre que cette assemblée n'ait pas envisagé avant tout l'intérêt du public qu'elle était chargée de sauvegarder.

Nous admettons volontiers que sur des lignes très encombrées, telles que Saint-Augustin-Cours de Vincennes, dans la première moitié de son parcours, le train à grande capacité soit une nécessité ; mais n'existe-t-il pas des tramways



qui circulent sur des voies non encombrées ? Les exemples sont trop nombreux pour qu'on s'y appesantisse.

On dit que les droits de stationnement sont onéreux pour les petites voitures, mais n'est-il pas permis de supposer qu'une plus juste répartition de ces droits serait obtenue ? Il en résulterait à bref délai la suppression de l'impériale, les montées et descentes longues et dangereuses qui sont souvent une cause de gêne.

En ce qui concerne le coût de l'exploitation, l'expérience prouve que la fréquence des passages, loin d'être onéreuse, est une source de bénéfices ; sur telle ligne, que le public délaissait parce qu'il n'y avait jamais de places, il y a affluence maintenant que se succèdent des voitures fréquentes et rapides. Un exemple bien frappant est fourni par les lignes de la Madeleine à la Place Pércire, qui ont vu leurs recettes quintupler, par suite de l'adoption d'automobiles confortables à fréquents passages sur ces lignes, où des tramways à chevaux, de proverbiale lenteur, ont fait si longtemps le service.

Les intérêts qu'il s'agit de concilier dans l'étude de la locomotion urbaine sont divers ; l'intérêt du public doit passer avant tout, mais

il faut tenir compte également de l'économie de l'exploitation et de la circulation publique.

De ces trois facteurs, le premier est sacrifié dans le système préconisé à Paris des voitures à grande capacité et à longs intervalles ; dans le système contraire, ce sont les deux autres facteurs qui sont diminués, mais sans être complètement sacrifiés.

Nous pensons donc qu'il faut dire :

Chaque fois que les conditions de la circulation publique en permettraient l'établissement, le système des voitures moyennes et nombreuses devra être préféré. Les voitures devront être confortables ; elles seront rapides et, pour cela, il sera nécessaire de débarrasser l'exploitation d'impedimenta surannés : l'impériale, la correspondance, le contrôle dans des bureaux fixes, etc. Elles devront présenter un nombre de places variable avec l'intensité du trafic, mais qui ne dépassera pas trente-cinq et l'exploitation devra se faire par intervalles de deux à six minutes selon les heures de la journée.

Dans ces conditions, l'exploitation sera rémunératrice parce que le public affluera, délaissant le fiacre si souvent dangereux ; le pavé de Paris sera ainsi débarrassé dans une large mesure, la circulation de tous sera facilitée et l'objection

tirée de l'encombrement tombera d'elle-même dans la plupart des cas.

C'est alors seulement que Paris sera, en ce qui concerne les moyens de transports en commun, à la hauteur de sa situation.

Quoi qu'il en soit, le système actuellement adopté est celui des automobiles à cinquante places à impériale couverte. C'est de ce côté que les études ont été faites par les constructeurs et qu'elles devront être continuées.

La C<sup>ie</sup> générale des omnibus de Paris, en vue de faire naître ces études, a établi des devis-programmes dont nous donnons, en annexes, des exemples relatifs aux trucs moteurs à vapeur et aux automobiles à moteur à gaz. Nous y joignons des extraits d'une lettre adressée, en 1895, à M. le Préfet de la Seine par la C<sup>ie</sup> générale Parisienne de tramways qui pose la question de la traction mécanique à Paris, telle que la plupart des techniciens voudraient la voir résolue, ainsi que les extraits d'une lettre de M. le Président de la C<sup>ie</sup> générale des omnibus relative à la traction mécanique et aux divers systèmes qu'emploie cette compagnie.

---



## CHAPITRE PREMIER

—

### TRACTION PAR MOTEURS A VAPEUR

Les principaux essais de traction mécanique sur rails ont été tentés avec des moteurs à vapeur, ce qui paraissait naturel puisque l'on pouvait profiter des résultats acquis sur les voies ferrées ; cependant on n'a pas tardé à s'apercevoir que la traction par petites locomotives n'était guère praticable dans les villes et que le problème de la traction par automobiles était bien plus complexe et bien plus difficile qu'on ne l'avait supposé tout d'abord.

Les conditions à remplir par une voiture automobile de tramway à vapeur peuvent être résumées ainsi :

Réduction au minimum du poids et de l'encombrement ;

Absence de fumée, d'odeur et de bruit.

Le combustible idéal pour une automobile à

vapeur paraît être le pétrole, mais aucune application pratique n'a été faite dans ce sens, en France, malgré l'appel adressé aux constructeurs par la C<sup>ie</sup> générale des Omnibus (1). Nous allons examiner les principaux types d'automobiles à vapeur mis successivement en essais, en commençant par le système le plus ancien en date.

**Système Rowan.** — Ce système est caractérisé par l'emploi d'un truc moteur placé à l'avant entre les longerons de la voiture (*fig. 1*). Ces derniers prennent un point d'appui de chaque côté du truc, avec interposition de ressorts, au moyen de deux patins se déplaçant dans deux glissières circulaires, de sorte que le truc peut tourner d'un certain angle sans entraîner la caisse de la voiture.

Le truc moteur qui porte sa chaudière et tout le mécanisme est dissimulé par le prolongement des parois du véhicule. La partie arrière de la voiture est soutenue par un essieu unique ou par un boggie à quatre roues. Malgré la grande longueur de la caisse, le passage dans les courbes s'opère facilement grâce à la mobilité du truc moteur par rapport au point de suspension d'arrière.

En disposant le truc moteur à l'avant, entre

---

(1) Voir Annexe n° 1, p. 158.

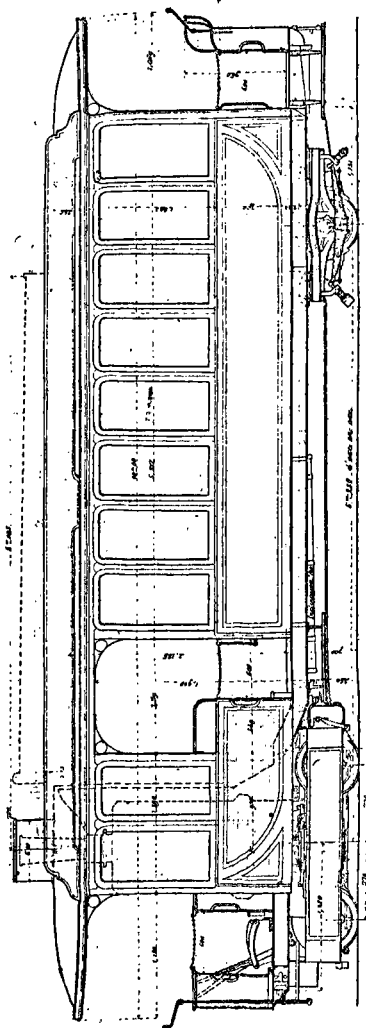


Fig. 1. — Voiture automotrice à vapeur (système Rowan).

les longerons, on a réalisé l'interchangeabilité de cette partie du véhicule, ce qui est un avantage important ; en cas d'avarie du mécanisme moteur, on peut, en effet, remplacer le truc hors de service par un autre tenu en réserve.

M. Rowan a adopté une chaudière verticale caractérisée par deux faisceaux de tubes légèrement inclinés, perpendiculaires l'un à l'autre. On obtient ainsi une forte vaporisation par mètre carré de surface de chauffe ; et on évite toute fumée visible en employant comme combustible du coke de bonne qualité.

Certaines voitures de la C<sup>ie</sup> générale des Omnibus, en service à Paris, sont munies d'une chaudière d'un autre type composée de deux corps verticaux reliés par un cuissard horizontal dans lequel se fait la circulation de l'eau ; mais, dans ce cas, le moteur doit être placé entre les deux corps verticaux, ce qui rend son accès difficile et incommode à cause de la température élevée qui existe en cet endroit.

Les moteurs sont de différents types suivant le travail à effectuer ; ainsi, pour les voitures de tramways, on a généralement adopté le moteur à balancier genre Winterthur qui présente l'avantage d'être très puissant sous un volume réduit, et d'être facilement visitable.



Dans tous les cas les deux essieux du truc moteur sont accouplés par une bielle extérieure recouverte d'une enveloppe protectrice.

La machine est à condensation ; le condenseur à surface, placé sur le toit de la voiture, consiste en une série de chambres de 20 millimètres d'épaisseur et de 10 millimètres de hauteur formées de tôles de cuivre ondulées très minces. L'eau de condensation retourne dans la bêche d'alimentation de la chaudière placée sous la caisse de la voiture, de telle sorte que les pompes d'alimentation envoient à la chaudière de l'eau à une température de 60° environ ; quant à la vapeur non condensée elle est dirigée dans le foyer et s'échappe dans l'atmosphère en même temps que les gaz chauds.

En résumé, le système Rowan présente comme avantages : de pouvoir interchanger la partie motrice, de diminuer le poids mort du véhicule proprement dit et d'obtenir une adhérence convenable ; de supprimer le panache de vapeur qui est une cause d'effroi pour les chevaux et une gêne pour le public, par l'emploi d'un condenseur permettant de récupérer une partie de la chaleur.

Les inconvénients sont : les mouvements de lacets qui résultent de la position du moteur à l'avant du véhicule ; la dissymétrie de ce dernier

Désignation	Lyon à Neuville	Tours à Vouvray	Paris C <sup>ie</sup> Générale des Omnibus
Longueur de la ligne : kilomètres . . . . .	16,1	10	2,6
Poids de la voiture à vide : kilogrammes . . . . .	10 500	10 500	10 900
//    en charge : kilogrammes . . . . .	13 300	13 000	13 500
Longueur totale de la voiture : mètres . . . . .	12	10	9,30
Largeur de la voiture : mètres . . . . .	2	2	2
Places offertes . . . . .	40	50	46
Effort maximum de traction (1) : kilogrammes.	2 507	2 115	2 125
<i>Voiture de remorque :</i>			
Poids à vide : kilogrammes. . . . .	5 500	6 000	5 500
Nombre de places . . . . .	58	70	50
Consommation de combustible par train-kilo- mètre : kilogrammes . . . . .	3,3	3,2	2,3

(1) L'effort maximum de traction a été calculé par formule  $F = \frac{K P d^2 l}{2}$  dans laquelle P est pris égal au timbre de la chaudière.

et l'obligation d'un retournement aux terminus, qui, étant donné la grande longueur de la caisse, ne peut s'effectuer que par voies en triangles ou en boucles.

Voici quelles ont été, par ordre de date, les applications du système Rowan :

1882. — Exploitation de la ligne de Hoya-Eystrup (Hanovre) de 8 kilomètres de longueur avec deux voitures de quarante places pesant 11 900 kilogrammes. Il s'agissait ici d'un chemin de fer régional à voie normale.

1885. — Exposition à Anvers d'une voiture de tramway, à double chaudière, pesant 7 000 kilogrammes, pour cinquante voyageurs. La Commission chargée de l'examen des automobiles pour tramways a constaté un coefficient d'utilisation (rapport du poids de la voiture en ordre de marche à celui des voyageurs) de 2,07; une consommation moyenne de 1<sup>kg</sup>,73 de coke par voiture-kilomètre utile.

Après l'année 1885, des applications nombreuses du système Rowan ont été faites tant en France qu'à l'étranger nous en citons quelques-unes dans le tableau de la p. 24 en indiquant les principaux éléments utiles :

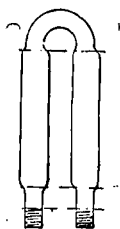
**Système Serpollet.** — Le système Serpollet est caractérisé par l'emploi du type de chaudière créé par cet inventeur en 1887.

La chaudière Serpollet, à vaporisation instantanée, est composée de tubes à parois très épaisses et à orifice très étroit, dans lesquels on injecte de l'eau au moyen d'une pompe.

L'idée nouvelle qui a présidé à cette invention est de constituer le volant de chaleur indispensable dans tout générateur de vapeur avec une masse de métal, et d'empêcher les phénomènes de caléfaction en écrasant le liquide entre deux parois chaudes. La vapeur est ainsi surchauffée avant son emploi.

L'application de ce principe a rencontré des difficultés dans la pratique : en raison du vide

Fig. 2



capillaire des tubes, ces derniers s'engorgeaient et se bouchaient; mais on est parvenu à éviter cet inconvénient en constituant chaque élément de la chaudière d'un tube en acier replié sur lui-même et fileté à chaque extrémité; puis, en joignant ces divers éléments

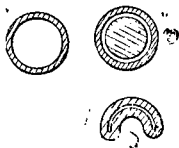
au moyen de coudes raccordés par des écrous que l'on protège contre l'action du feu par une enveloppe réfractaire intérieure (fig. 2).

Les fig. 3, 4 et 5 donnent les formes en section transversale des trois types d'éléments usités en pratique, savoir :

1° Section cylindrique ordinaire (*fig. 3*) pour les éléments situés à proximité de la sortie des gaz brûlés ; ces éléments forment la réserve de vapeur.

Fig. 3, 4 et 5

2° Section annulaire (*fig. 4*) formée par un tube cylindrique à l'intérieur duquel se trouve un mandrin plein,



pour les éléments les plus rapprochés du foyer.

3° Section en gouttière (*fig. 5*) obtenue par l'estampage d'un tube à parois aplaties ; c'est la forme qui présente la plus grande résistance aux déformations résultant de la pression intérieure et de la haute température.

Les dimensions des sections de passage de l'eau dans les tubes varient de 1 à 3 millimètres suivant la position qu'ils occupent par rapport au foyer.

La *fig. 6* donne le schéma de principe du système d'alimentation employé pour le générateur Serpollet sur les automobiles de la C<sup>ie</sup> générale des Omnibus. Ce générateur est composé de deux batteries distinctes, ce qui nécessite une double canalisation.

On emploie deux pompes alimentaires, P et P'. La première est automatique : elle est mise en mouvement par l'un des essieux de la voi-

ture, et elle sert pendant la marche de celle-ci.

La deuxième est manœuvrée à la main par le conducteur, et sert à injecter l'eau pour la mise en marche.

Le travail de la machine (abstraction faite de la pression) étant proportionnel à la quantité d'eau vaporisée et par suite au volume injecté,

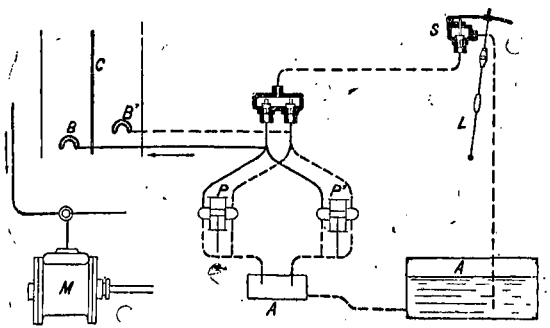


Fig. 6. — Schéma de l'alimentation d'une chaudière Serpollet sur une automobile de la Cie générale des Omnibus.

A, bâches d'alimentation; P.P', pompes alimentaires; C, chaudière; B, B', batteries de tubes; S, soupape de réglage; L, levier de manœuvre; M, machine motrice.

le débit de la pompe alimentaire P est calculé pour un volume d'eau à vaporiser maximum. Quand on n'a pas besoin de ce volume d'eau maximum, on agit à l'aide du levier de réglage L sur la soupape S, et on renvoie à la

bâche d'alimentation A une partie de l'eau refoulée par la pompe.

Quand on veut arrêter la machine, on ouvre la soupape S en grand, et, la résistance devenant moindre que la pression intérieure des tubes vaporisateurs, toute l'eau injectée revient à la bâche en même temps que la plus grande partie de l'eau ou de la vapeur qui se trouvent dans la chaudière. La pression à la machine tombe alors à zéro. Cette soupape S sert non seulement au réglage, mais elle fonctionne également comme soupape de sûreté et elle est généralement réglée pour une pression de 20 kilogrammes, c'est-à-dire qu'elle laisse passer une partie de l'eau refoulée lorsque la pression dans les tubes atteint la limite que nous venons d'indiquer. Comme, d'autre part, les tubes sont timbrés officiellement à 94 kilogrammes, le coefficient de sécurité se trouve plus que suffisant.

Le nettoyage des tubes se fait en injectant de temps à autre de l'eau acidulée qui décape leur surface intérieure ; d'ailleurs, la circulation très active qui s'établit à l'intérieur de ces tubes ainsi que les chasses en arrière qui se produisent au moment des arrêts suffisent pour éviter toute obstruction importante.

Ajoutons que le mécanicien sait toujours, en consultant un pyromètre, s'il a à sa disposition un volant de chaleur suffisant pour démarrer, aborder une rampe, etc.

Les avantages des chaudières Serpollet appliquées à la traction par automobiles sur rails peuvent être ainsi définis :

Pas de danger d'explosion ;

Réduction au minimum des appareils de sûreté.

Simplification des organes de manœuvre.

Quant aux inconvénients, ils résident d'abord dans le poids souvent excessif de la chaudière et aussi dans la difficulté qu'éprouvent parfois les mécaniciens pour la conduite de la machine. Il ne faut pas, en effet, oublier de fermer le tirage de la cheminée pendant les arrêts d'une certaine durée, sans quoi on risque de brûler les tubes ou de les détériorer au départ lorsqu'on y injecte l'eau alors qu'ils sont chauffés à blanc. Il faut veiller à ce que l'injection d'eau ne soit pas trop forte dans les rampes, ce qui aurait pour effet de refroidir les tubes et de faire cesser la surchauffe de la vapeur au détriment du rendement. Il convient d'éviter, d'autre part, de dépasser, pour cette surchauffe, une certaine limite par crainte de volatiliser l'huile de graissage



et de provoquer des grippements ou une usure rapide des organes du moteur.

On pourrait probablement parer à la plus grande partie des inconvénients que nous venons de signaler en employant le pétrole comme combustible ; c'est ce qu'étudie actuellement M. Serpollet.

Après avoir ainsi défini le principe de la chaudière Serpollet et son mode de fonctionnement, nous allons donner quelques détails sur le mécanisme moteur des voitures automobiles de ce système.

Les *fig. 7* et *8* représentent les vues en plan et en coupe d'une chaudière Serpollet de  $8^{\text{m}^2,25}$  de surface de chauffe comprenant 9 éléments horizontaux et 23 éléments verticaux, qui est appliquée notamment aux automobiles de la C<sup>o</sup> générale des Omnibus de Paris.

La première rangée de 3 tubes horizontaux et les 6 premiers tubes verticaux sont du type à section annulaire représenté par la *fig. 4* ; les autres rangées de tubes horizontaux et 15 des éléments verticaux sont du type en forme de gouttière (*fig. 5*) ; enfin les deux derniers éléments triples du générateur sont à section cylindrique (*fig. 3*).

Ainsi que nous l'avons déjà expliqué ce générateur est divisé en deux batteries identiques,

mais distinctes; le dernier élément triple de chacune d'elles se réunissant au voisin pour

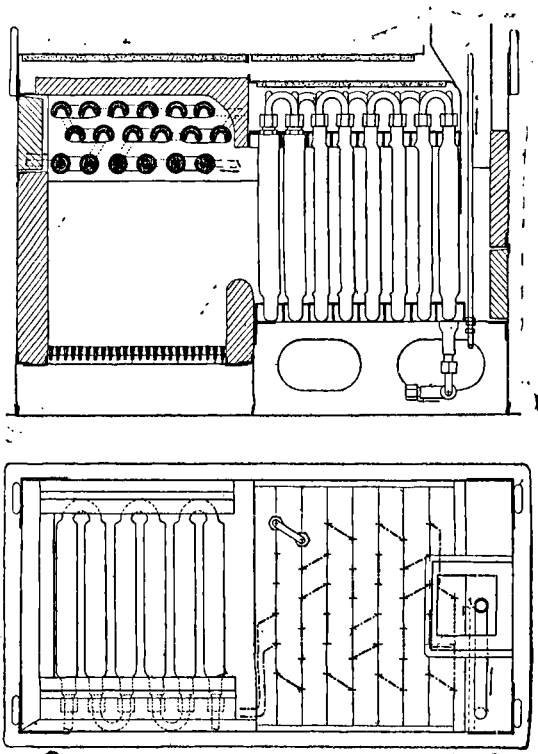


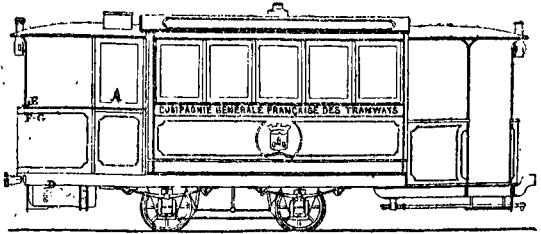
Fig. 7 et 8. — Vues en coupe et en plan d'une chaudière Serpollet de 8<sup>m</sup>,25 de surface de chauffe pour voiture automobile de tramway.

constituer une sorte de réservoir de vapeur d'où

part la conduite d'admission. La pression habituelle qui est de 2 à 3 kilogrammes sur les parcours en palier, s'élève à 6 kilogrammes dans les rampes et atteint 20 kilogrammes dans les démarrages. La vapeur est surchauffée à 375° environ.

La machine, placée entre les deux essieux moteurs de la voiture, n'offre aucune particularité ; elle actionne un arbre intermédiaire qui transmet son mouvement aux essieux par chaînes Galle. Le rapport de la vitesse du moteur à celle de l'arbre intermédiaire est de 2,5. Dans certains types d'automobiles, les cylindres attaquent directement l'un des essieux.

Nous donnons (*fig. 9*) une vue du type de



*Fig. 9.* — Automobile Serpollet des tramways de Tours.

voitures automobiles, système Serpollet, en service sur les lignes de tramways de Tours.

La *fig. 10* montre le nouveau type que la

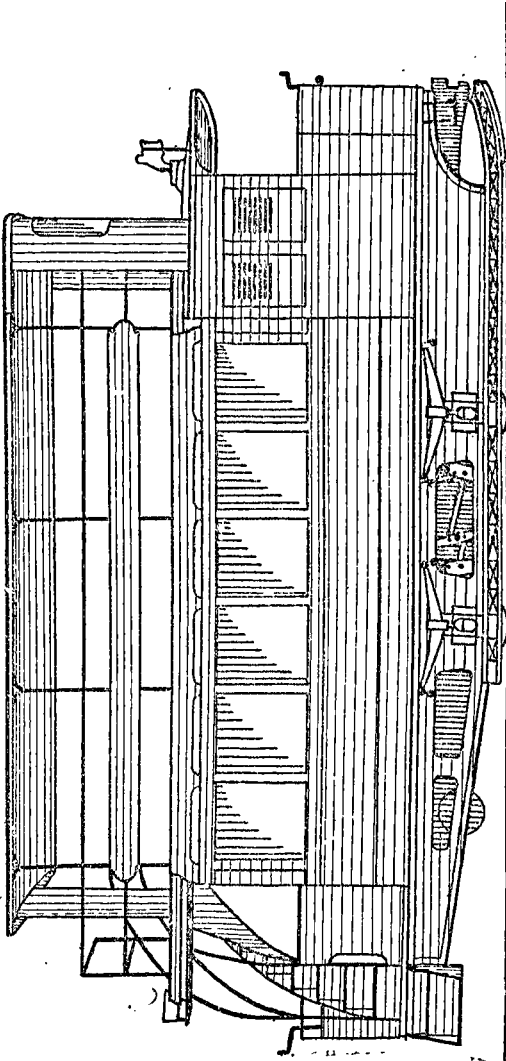


Fig. 10. — Vue en élévation longitudinale d'une voiture automobile à vapeur, système Serpollet.  
(Compagnie générale des Omnibus de Paris.)

C<sup>ie</sup> générale des Omnibus de Paris a mis cette année en service sur certaines de ses lignes.

Ces voitures sont munies du frein à air comprimé, système Soulerin. Un dispositif spécial permet d'agir directement sur l'automobile seule avec tous les degrés de modérabilité, ou bien d'agir automatiquement à la fois sur l'automobile et les voitures qu'elle remorque, et ce, en agissant sur la poignée d'un seul robinet. La compression de l'air se fait par une pompe actionnée par un excentrique calé sur l'essieu. Sur la plateforme d'arrière on a disposé un robinet qu'il suffit de manœuvrer pour obtenir l'arrêt immédiat contre la volonté même du mécanicien.

Voici, pour ces voitures, la nomenclature des appareils de commande placés à portée du mécanicien sur la plate-forme d'avant :

Pompe à main servant à injecter l'eau dans les tubes de la chaudière pour la mise en marche ;

Soupape réglant la quantité d'eau injectée suivant l'effort à produire ;

Levier de changement de marche ;

Frein à pédale et frein de sûreté.

APPLICATIONS. — Voici quelles ont été, par ordre de date, les applications des automobiles

Désignation	Tramways de Tours	Tramways de Paris	
		Cie des tramways de Paris et du département de la Seine	Cie Générale des Omnibus
Longueur de la ligne : kilomètres . . . . .	5	7	10
Poids de la voiture à vide : kilogrammes. . . . .	8 100	8 500	11 500
"    en charge : kilogrammes . . . . .	10 500	12 000	15 000
Longueur totale de la voiture : mètres. . . . .	7,47	8	8,50
Places offertes . . . . .	32	50	52
Effort de traction (1) : kilogrammes. . . . .	9,5	1 150	1 410
<i>Voiture de remorque :</i>			
Poids en charge : kilogrammes . . . . .	4 800	7 000	7 500
Nombre de places . . . . .	40	50	52
Consommation de com- bustible non compris } par kilomètre-voiture l'allumage : kgs. . . . . } par kilomètre-voiture } avec remorque	1,8 à 2	2,3	2,25 à 2,5
	2 à 2,2	2,75	2,8 à 3,30

(1) L'effort de traction a été calculé par la formule  $F = \frac{Kp^2l}{2}$  dans laquelle la pression moyenne a été évaluée à 5 kilogrammes.

à vapeur Serpollet pour les transports en commun sur rails :

1893. — Application du système sur les lignes des tramways de Paris et du département de la Seine. — Lignes : Madeleine-Gennevilliers et Madeleine-Colombes.

1895. — Application sur les lignes de la C<sup>ie</sup> générale française de tramways à Tours.

1897. — Mise en service sur le réseau de la C<sup>ie</sup> générale des Omnibus de Paris — lignes : Bastille-Clignancourt ; la Villette-Place de la Nation ; Louvre-Boulogne.

Les automobiles Serpollet ont été également mises en service sur les réseaux des tramways de Saint-Etienne, d'Annemasse, et de la Seine-Inférieure ; à Cherbourg, à Lille et à Haïti, on emploie des voitures à action directe, c'est-à-dire dans lesquelles la bielle agit directement sur les essieux sans transmission intermédiaire par chaînes.

Les principales données relatives aux réseaux de Tours et de Paris sont résumées dans le tableau de la p. 36.

**Systèmes à moteurs rotatifs.** — Bien qu'aucune voiture automobile de tramway ne fonctionne actuellement avec des moteurs rotatifs, il nous paraît intéressant de mentionner un moteur de ce genre que construit la C<sup>ie</sup> géné-

*rale des automobiles*, et qui a été imaginé par M. A. Gérard.

Ce moteur se caractérise par un disque plein roulant autour d'un axe excentré, à l'intérieur d'un cylindre de même épaisseur que le disque mais de plus grand diamètre. Un tiroir de distribution animé d'un mouvement alternatif de bas en haut forme deux chambres à l'intérieur du cylindre; de plus, l'extrémité de ce tiroir a un mouvement d'oscillation qui règle la détente. La vapeur arrive par le tiroir de distribution et s'échappe par un orifice situé sur le côté, elle agit sur la tranche du disque roulant, tandis que dans l'autre chambre, formée par celui-ci, la vapeur de la cylindrée précédente est en communication avec l'échappement.

On accouple 3 cylindres dont les disques sont calés à 120° en les plaçant côte à côte dans trois enveloppes spéciales; de la sorte, on n'a pas de points morts et on peut démarrer dans n'importe quelle position.

Au dire de la C<sup>ie</sup> générale des Automobiles, la consommation de vapeur de ce moteur ne dépasserait pas 25 kilogrammes de vapeur par cheval-heure pour une puissance de deux chevaux; mais il est probable que, pour de grandes forces, elle s'élèverait dans de larges proportions;



en tous cas, elle est fonction de la vitesse du moteur.

Pour un moteur à trois disques de vingt-cinq chevaux, la vitesse pourrait varier de soixante à douze cents tours, avec un régime de six cents tours environ. Un pareil moteur ne pèserait pas plus de 250 kilogrammes et les vibrations seraient réduites au minimum.

Un autre moteur rotatif, système Filtz, construit par les *Anciens Établissements Decauville* paraît également intéressant à mentionner bien qu'il n'ait pas été l'objet d'applications pour les automobiles sur rails. Il se compose d'un piston ayant en coupe la forme d'un double T, tournant dans un cylindre dont les deux faces présentent une surface hélicoïdale. Deux palettes diamétralement opposées sont animées d'un mouvement de va-et-vient résultant de la rotation du piston et de la disposition hélicoïdale des deux fonds du cylindre. Il en résulte que l'espace libre suivant une demi-circonférence du piston se trouve divisé en trois compartiments dans lesquels se produisent simultanément l'admission, la détente et l'échappement de la vapeur. Un tiroir spécial permet la rotation en sens inverse du moteur. Sur le même principe, on a construit des moteurs Compound, en couplant

deux pistons de diamètres différents. La consommation de vapeur varierait de 13 à 24 kilogrammes par cheval-heure suivant la force du moteur marchant à échappement libre.

Il est évident que si l'on parvenait à construire des moteurs rotatifs fonctionnant avec toute la sécurité des moteurs à pistons alternatifs, leur emploi serait tout indiqué pour la traction automobile, car ils permettraient de supprimer les trépidations à la fois fatigantes pour le public et fort nuisibles pour le mécanisme, tout en présentant l'immense avantage de simplifier considérablement ce dernier. Les moteurs rotatifs ont jusqu'à présent un faible rendement aux vitesses ordinaires, mais il ne paraît pas impossible de triompher de ce défaut. Aussi était-il utile de signaler les deux seuls moteurs de ce genre qui semblent être susceptibles d'applications pratiques.

**Automobiles de la C<sup>te</sup> du tramway de Versailles à Maule.** — M. Gallotti, concessionnaire de la ligne de Versailles à Maule, a fait étudier et construire par la maison Pinguely de Lyon, un type de voiture automobile mixte à la fois économique et puissant que nous représentons en élévation et en plan (*fig.* 11 et 12).

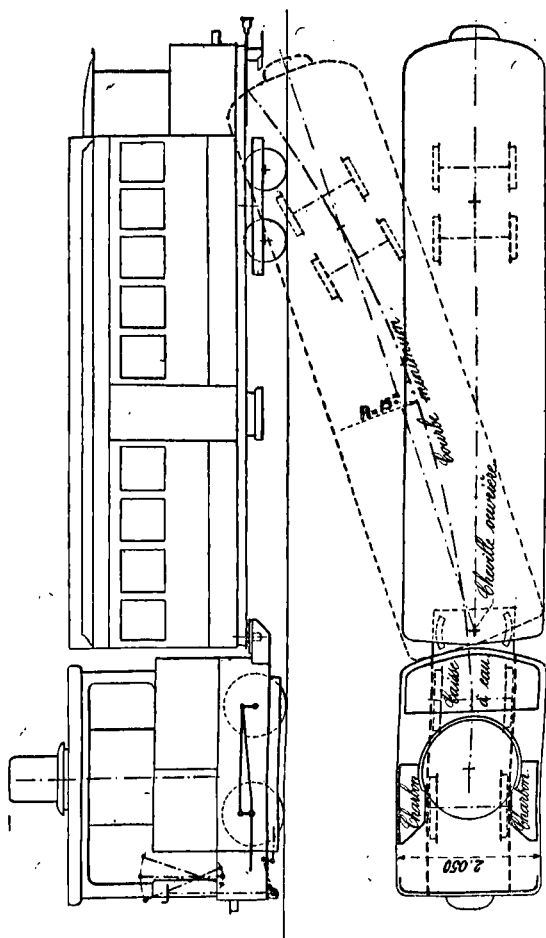


Fig. 11 et 12. — Vues en élévation longitudinale et en plan d'une automobile de la Compagnie du tramway de Versailles à Maule.

Ce type a une certaine ressemblance avec les automobiles Rowan, mais le truc moteur, au lieu d'être dissimulé entre les longerons, comme dans cette dernière voiture, est relié à la caisse par une cheville ouvrière et deux segments circulaires placés à droite et à gauche de cette cheville qui est le plus près possible du centre du truc moteur. La caisse est supportée à l'arrière par un boggie à quatre roues.

Les avantages résultant de cette disposition, sont :

L'interchangeabilité du truc moteur ;

L'augmentation du poids adhérent, une partie du poids de la caisse se trouvant reporté sur le truc moteur, et diminuant ainsi le poids mort de la voiture proprement dite ;

La facilité du passage dans des courbes de 15 mètres de rayon sur des voies de 1 mètre de largeur.

La possibilité de transformer la caisse de la voiture automobile en voiture de remorque dans le cas d'avarie au moteur. Il suffirait, en effet, de supporter l'avant-train de la caisse par un truc spécial, servant par exemple de fourgon à bagages.

Enfin le truc moteur comprend une chaudière verticale genre Field, dans laquelle les gaz chauds traversent une batterie de tubes verti-

caux divisant les flammes et utilisant ainsi complètement le calorique. Ce mécanisme ne présente aucune particularité digne d'être signalée.

Le poids de cette automobile est de 14 500 kilogrammes à vide et de 20 750 kilogrammes en charge (avec cinquante voyageurs). Le poids adhérent est de 15 300 kilogrammes.

La distance des trucs, d'axe en axe, est de 7<sup>m</sup>,800 et la largeur de la caisse de 2<sup>m</sup>,05.

**Système Franco.** — Le système Lamin et Franco se différencie essentiellement des précédents par la suppression de la chaudière à feu et, par suite, du combustible, ce qui évite toute une série d'inconvénients en ce qui concerne spécialement le service dans les villes.

Un réservoir d'eau chaude sous pression, chargé en des points de la ligne par sa mise en communication avec une chaudière fixe produisant de l'eau surchauffée à une pression convenable, emmagasine un volant de chaleur suffisant pour faire face à la dépense de vapeur nécessaire à un trajet déterminé.

Ce système présente des avantages réels, mais également des inconvénients qui ont été exposés maintes fois, car il s'agit ici d'une invention déjà ancienne. Nous nous contentons donc de rappeler le procédé, d'autant qu'il n'est pas appliqué

pour la traction par automobiles mais seulement pour la traction par locomotives qui ne figure pas dans le programme que nous nous sommes tracé.

**Système Honigman.** — Nous citerons également un système de chaudière à vapeur sans foyer imaginé par M. Honigman, d'Aix-la-Chapelle, fondé sur la propriété que possède la lessive de soude très concentrée d'absorber la vapeur d'eau en s'échauffant jusqu'à 130 à 140°.

Le système consiste à lancer la vapeur d'échappement de la machine dans cette lessive de soude, et de transmettre la chaleur ainsi produite à la chaudière proprement dite pour vaporiser de l'eau et alimenter le moteur, et ainsi de suite. Le procédé est évidemment très séduisant, malheureusement, l'action énergique de la lessive de soude sur les parties métalliques les détériore rapidement. Cependant deux applications ont été faites, l'une à Aix-la-Chapelle, l'autre à Minneapolis (États-Unis) sur des locomotives pour tramways ; mais la pratique n'a pas sanctionné, croyons-nous, les espérances de l'inventeur.

---

## CHAPITRE II

---

### TRACTION PAR MOTEURS A AIR COMPRIMÉ

Les premiers essais de traction par l'air comprimé ont été réalisés par MM. Andraud et Tessié du Motay vers 1840 ainsi que nous l'avons dit dans notre avant-propos.

La question a été reprise en 1877, par M. Mékarski, pour l'exploitation des tramways de Nantes dont il avait obtenu la concession.

En 1879, M. R. Hardie essaya l'air comprimé pour la traction par locomotives sur le Métropolitain (Elevated Railroad) de New-York, mais on préféra employer de petites locomotives à vapeur ; cependant les machines à air comprimé de Hardie ont été utilisées depuis à New-York sur la ligne de tramways de la cent vingt-cin-

quième rue exploitée par l'American Air Power Company.

En 1881, M. Scott Moncrieff, de Londres, construisit une voiture de tramway à air comprimé de quarante places, d'une longueur totale de 8<sup>m</sup>,30, pesant 7 400 kilogrammes. La pression de l'air était de vingt-deux à vingt-six atmosphères.

En 1885, The Beaumont compressed air locomotive C<sup>o</sup> de Londres, présenta au concours des divers systèmes de tramways mécaniques organisé à l'Exposition universelle d'Anvers, une voiture marchant par l'air comprimé à 63<sup>atm</sup>,8 et réchauffé avant emploi à l'aide d'une chaudière spéciale.

Cette voiture se composait de deux véhicules reliés par une articulation verticale, portant cinquante-six voyageurs et pesant en charge quatorze tonnes.

La Commission d'examen des voitures présentées à ce concours constata que le coefficient d'utilisation (rapport du poids de la voiture en ordre de marche à celui des voyageurs) atteignait, pour ce type, 2,55, alors qu'il était inférieur à 2 pour d'autres systèmes. On releva une consommation de combustible de 12 kilogrammes et demi par voiture-kilomètre utile, aussi la voiture Beaumont fut-elle classée dernière.



Vers la même époque, Hugues et Lancaster créèrent en Angleterre un système à basse pression qui fonctionna à Chester et à Birkenhead. On chargeait de l'air comprimé à onze atmosphères dans les réservoirs à différents points du parcours.

Nous signalerons encore :

Le système G. Pardy de Redsom (Angleterre) basé sur le même principe que celui de Hugues et Lancaster ;

Le système Mein qui fut essayé à Liverpool en 1886, mais sans aucune suite, et qui employait l'air comprimé à soixante-dix atmosphères ;

Le système Jarvis qui a fonctionné aux États-Unis ;

Enfin le système américain Judson appliqué à Washington, en 1889, sur une ligne de 2 kilomètres de longueur ; mais l'air comprimé était utilisé ici à actionner des moteurs espacés sur la voie, qui faisaient tourner des arbres de transmission logés dans un caniveau analogue à ceux des funiculaires. La voiture portait un grip qui transmettait le mouvement de rotation de l'arbre aux roues du véhicule.

On voit que les inventeurs ont cherché avec ardeur dans l'emploi de l'air comprimé la solution de la traction par automobiles sur rails ; mais

deux systèmes sont seuls adoptés en France ; ceux de M. Mékarski et de M. Popp-Conti.

Nous allons les examiner successivement.

**Système Mékarski.** — Le schéma (*fig. 13*) a pour but d'en faire saisir le principe.

L'air est emmagasiné dans deux groupes de réservoirs : la *batterie* qui sert à la marche normale et la *réserve*, moins importante que la batterie et qui, ainsi que l'indique son nom, sert de provision de force pour les efforts exceptionnels, coups de collier, etc.

Avant d'introduire l'air comprimé dans les cylindres, il est indispensable de le réchauffer pour empêcher le givre produit par l'eau contenue dans cet air, lors de la détente, de venir obstruer les orifices, et pour augmenter aussi le travail produit par la détente. Ce réchauffage s'opère par barbotage de l'air dans une bouillotte contenant de l'eau chaude sous pression.

Le régulateur placé à l'extrémité supérieure de cette bouillotte permet de régler convenablement la pression.

Les réservoirs d'air comprimé en nombre et de dimensions variables sont disposés transversalement entre les longerons du véhicule. Ils sont maintenant construits en tôles soudées.

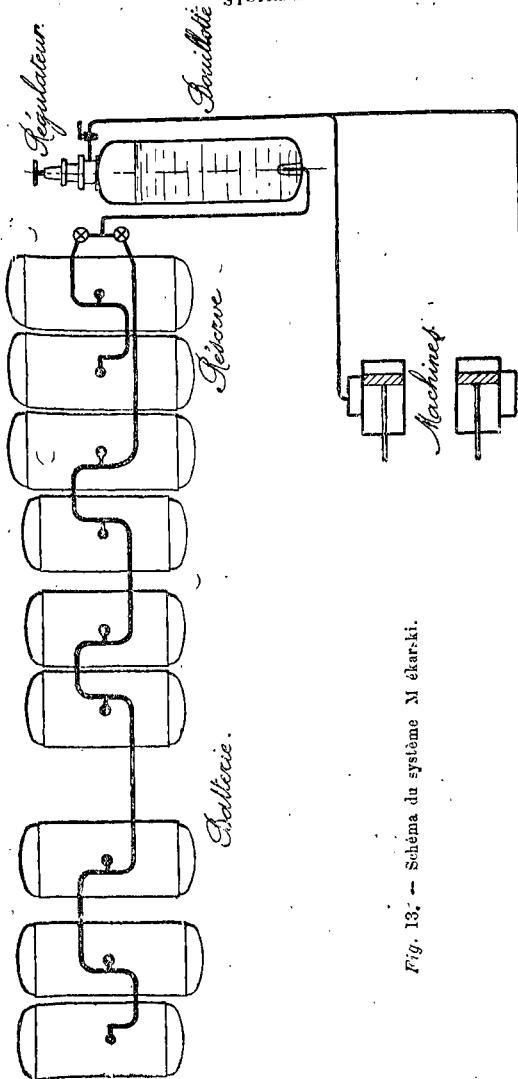


Fig. 13. -- Schéma du système M ékar-ski.

Pour les réservoirs des automobiles de la C<sup>ie</sup> générale des Omnibus de Paris, on a choisi un métal soudant offrant une résistance à la traction de 48 à 50 kilogrammes par millimètre carré avec 23 % d'allongement. L'un des fonds du réservoir fait corps avec lui et a été obtenu par emboutissage à la presse hydraulique ; l'autre fond est également embouti et rivé sur l'extrémité de la virole. Le métal a 12 millimètres d'épaisseur, il correspond à un travail de 15 kilogrammes par millimètre carré, ce qui peut paraître élevé ; mais on a choisi un métal de qualité tout à fait exceptionnelle. Le mode de fabrication que nous venons d'indiquer est coûteux, toutefois il offre sur la rivure, l'avantage de réduire le poids des réservoirs dans le rapport de 15 à 12 kilogrammes par kilogramme d'air emmagasiné.

Le groupe des réservoirs de batterie et celui des réservoirs de réserve ont une tuyauterie spéciale munie chacune d'une vanne d'arrêt.

La pression de l'air dans les réservoirs des automobiles circulant sur la ligne Cours de Vincennes-Saint-Augustin à Paris est de 60 atmosphères.

La bouillotte pour le réchauffage de l'air est une véritable chaudière à vapeur sans foyer, cons-

tituée par un cylindre vertical de 0<sup>m</sup>,50 de diamètre garnie d'une enveloppe isolante, placée à l'avant de la voiture devant le conducteur et contenant de l'eau chaude sous pression.

Elle se remplit en même temps que les réservoirs d'air, au moyen d'une tuyauterie spéciale. Au moment du remplissage, la température de l'eau est de 160°.

En passant dans cette bouillotte, l'air comprimé se charge de vapeur d'eau qui, au moment de la condensation, abandonne à l'air sa chaleur latente de vaporisation, ce qui produit un véritable deuxième réchauffage de l'air pendant la détente.

Le calcul montre que les 300 kilogrammes d'eau emmagasinés dans la bouillotte à 160° renferment 48 000 calories. Or, pour un poids de 200 kilogrammes d'air comprimé à cinquante atmosphères, il suffit de fournir 15 000 calories environ. Mais, pratiquement, la température moyenne de l'eau n'est que de 130°; dans ces conditions, le rendement théorique de l'air est de 65 %. En tenant compte du rendement de la machine motrice, on arrive finalement à un rendement de 31 %.

Quand l'air a été réchauffé dans la bouillotte, on l'envoie dans les cylindres du moteur par

l'intermédiaire d'un régulateur permettant de faire varier sa pression. Cet organe est placé sur le dôme de la bouillotte à la main du mécanicien. Il consiste essentiellement en une soupape à siège conique dont la tige est mue par un plateau s'appuyant sur un diaphragme en caoutchouc. Ce dernier s'appuie à son tour sur une cloison percée de trous et au-dessus de celle-ci est une petite presse hydraulique. Quand on tourne le régulateur, l'eau chassée par les trous appuie sur le diaphragme qui transmet son mouvement au plateau de la tige de soupape.

Le système est très sensible et d'une grande régularité pour une position donnée du régulateur.

Dans les automobiles Mékarski, le mécanisme

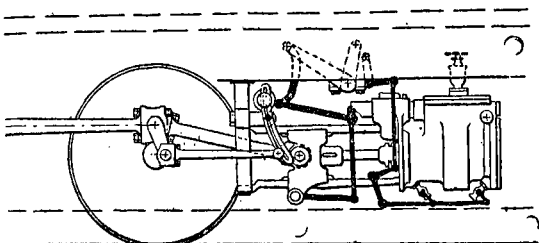


Fig. 14. — Vue du mécanisme d'une automobile à air comprimé Mékarski.

que nous représentons (fig. 14) est extérieur au châssis ; il est donc facilement accessible.

La bielle motrice attaque directement l'essieu ; la distribution se fait par contre-bielle et par coulisse Walschaert. L'échappement s'opère par une série de tubes concentriques qui atténuent le bruit et condensent la vapeur entraînée par l'air.

La *fig. 15* donne la vue en élévation d'une automobile Mékarski en service sur la ligne Vincennes-Saint-Augustin à Paris.

Voici quelles ont été, par ordre de date, les applications du système Mékarski pour voitures automobiles.

1879. — Application aux tramways de Nantes.

1887. — Application aux chemins de fer Nogentais.

1894. — Application aux tramways parisiens Vincennes à Saint-Augustin (C<sup>ie</sup> Générale des Omnibus).

Nous citerons encore les applications sur les lignes Vichy-Cusset et Aix-les-Bains, sur les réseaux des tramways de la Rochelle, et à l'étranger à Berne (Suisse) et à Toledo (États-Unis).

Le tableau de la p. 54 résume les principales données relatives aux automobiles circulant à Nantes, sur le réseau nogentais et à Paris.

On remarquera qu'on a tendance à augmenter la pression de l'air, mais on tombe alors dans une série d'inconvénients qui ne compensent pas

Désignation	Tramways de Nantes	Chemins de fer Nogentais	Tramways de Paris Cie Générale des Omnibus
Longueur de la ligne : kilomètres . . . . .	8, 4	17	9, 14
Poids d'une voiture vide : kilogrammes . . . . .	7 300	10 500	11 500
"  en charge : kilogrammes . . . . .	10 000	14 400	15 000
Nombre de places . . . . .	32	51	50
Capacité totale des réservoirs d'air : litres . . . . .	2 800	3 100	2 550
Pression de cet air en atmosphères : degrés C. . . . .	32	45	60
Capacité de la bouillotte : litres . . . . .	120	200	250
Température normale de l'eau : degrés C. . . . .	160 .	160	160
<i>Voiture de remorque</i> { poids en charge : kilo- grammes . . . . .	7 000	7 000	7 000
{ nombre de places . . . . .	46	46	51
Consommation { automobile seule . . . . .	6 à 7 <sup>kg</sup>	10 <sup>kg</sup>	12 <sup>kg</sup>
d'air moyenne { // avec voiture de remorque par kgs. . . . .	9 à 10	13	16, 5



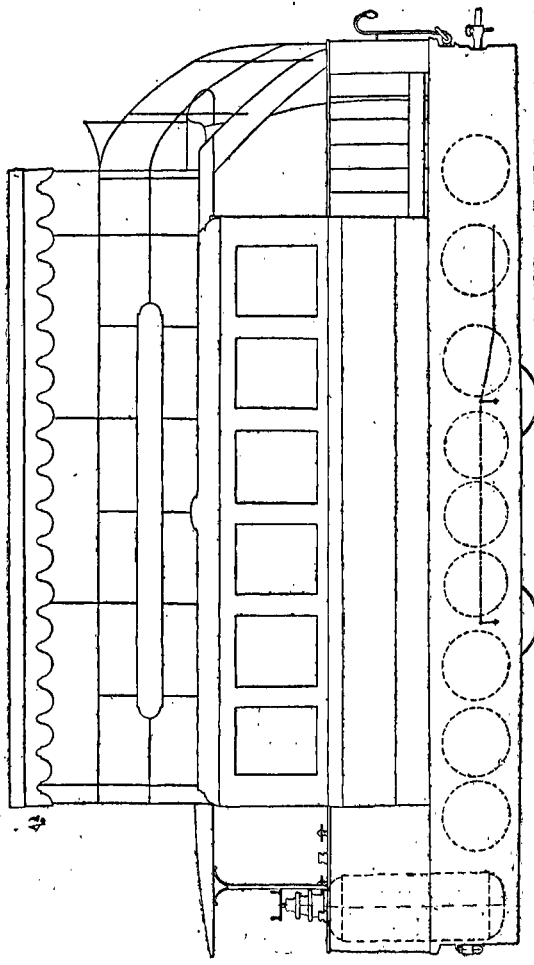


Fig. 15. — Vue en élévation d'une voiture Mékarski circulant sur le réseau de Paris.

toujours les avantages de cette augmentation de pression.

**Système Popp-Conti.** — Ce système diffère de celui de M. Mékarski par l'emploi de l'air comprimé à une pression relativement basse (15 à 25 atmosphères), ce qui permet d'obtenir un meilleur rendement théorique, et par un approvisionnement de force motrice moins important, ce qui oblige à renouveler cet approvisionnement en différents points du parcours.

Au dire des constructeurs, ce système va être appliqué prochainement à Saint-Quentin et dans d'autres villes ; bien que la pratique n'ait pas encore prononcé, nous avons décrit ce système avec quelques détails, car il est très intéressant au point de vue technique, le seul que nous envisagions. Ce n'est qu'après plusieurs années d'exploitation qu'on pourra juger de sa valeur économique et pratique.

Le schéma (*fig.* 16) permet de se rendre compte du fonctionnement du système Popp-Conti.

L'air comprimé est emmagasiné dans des réservoirs R, R, et passe d'abord dans un régulateur (1) qui abaisse la pression de moitié. Le clapet d'arrêt (2) permet d'isoler les réservoirs de la

machine. A la mise en marche, l'air détendu traverse une partie du réchauffeur X et se rend

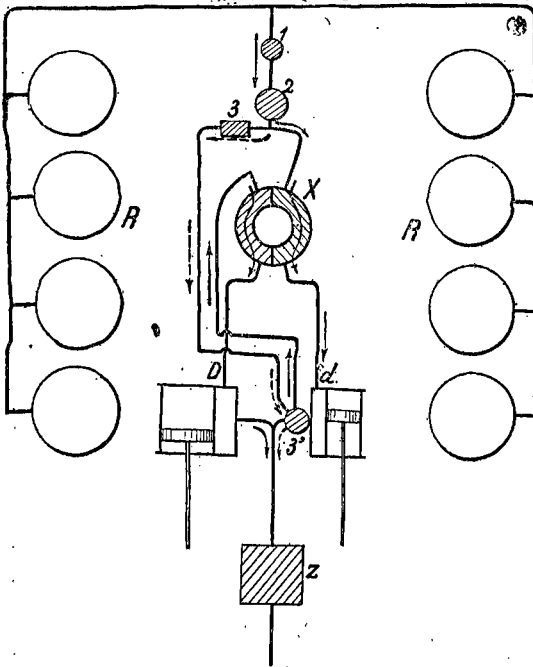


Fig. 16. — Disposition schématique du système Popp-Conti.

R, réservoirs d'air comprimé; 1, régulateur de pression; 2, clapet d'arrêt; 3, appareil de marche directe; 3', distributeur de marche directe; X, réchauffeur; d, D, boîtes de distribution des cylindres; z, échappement.

au petit cylindre *d*; il passe, d'autre part, au

grand cylindre D, par l'appareil (3), l'appareil (3') et la deuxième moitié du réchauffeur. L'échappement du moteur a lieu dans une boîte située près du réchauffeur et entraîne dans l'atmosphère les gaz brûlés du foyer de ce réchauffeur.

Le schéma indique la marche normale en compound au moyen du petit cylindre *d*, dont il vient d'être question et du grand cylindre D dans lequel arrive de l'air qui a déjà passé dans le cylindre *d*, et qui a été renvoyé dans le réchauffeur X par l'appareil (3).

La marche directe n'est utilisée que lorsqu'il s'agit de donner un coup de collier, pour le démarrage, la montée d'une rampe, etc.

Les réservoirs, au nombre de 8, sont disposés en avant et en arrière des roues sous les deux plate-formes de la voiture. Ils ont 2 mètres de longueur et 409 millimètres de diamètre; celui qui se trouve près du réchauffeur a une longueur moindre. On peut ainsi avoir un approvisionnement de 2 000 litres d'air.

Le réchauffeur est un poêle en bronze fondu avec cavité centrale pour l'arrivée du combustible (*fig.* 17 et 18). La cavité annulaire est divisée en chicanes; l'air qui sort du régulateur de pression traverse les petites chicanes, placées à la partie postérieure; l'air qui sort détendu du

petit cylindre traverse les grandes chicanes situées à la partie antérieure.

Les deux conduits d'arrivée de l'air sont situés

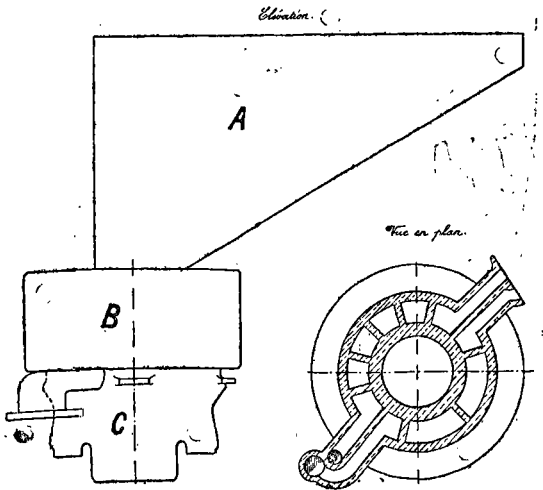


Fig. 17 et 18. — Réchauffeur Popp-Conti.

A, trémie à coke; B, réchauffeur; C, foyer.

au-dessous et à gauche dans la figure en plan; les sorties se font en haut et à droite du réchauffeur. Au-dessous de celui-ci est disposé le foyer dont le tirage est activé par l'échappement de la machine. Au-dessus du réchauffeur est une trémie inclinée contenant la provision de coke nécessaire au fonctionnement de la voiture pendant

une journée. On charge cette trémie en soulevant une des banquettes de la voiture. Ce réchauffeur a été calculé pour porter la température de l'air à 120°, ce qui procure une augmentation de travail d'environ 50 % sur celui de la détente se faisant à la température ambiante tout en évitant la production du givre sur les organes de distribution.

Le mécanisme moteur est placé au centre de la voiture, entre les essieux, de manière à diminuer autant que possible les mouvements de lacets. La machine est à deux cylindres, compound, à détente variable ; l'admission se fait au petit cylindre à la pression de 10 à 12 kilogrammes par un tiroir double à détente Meyer. Après s'être détendu, l'air à une pression moyenne de 3 atmosphères et demie est envoyé, après le deuxième réchauffage, au grand cylindre où il achève de se détendre.

Les cylindres attaquent un arbre intermédiaire au moyen de deux manivelles calées à 90° ; cet arbre porte un pignon engrenant avec une roue dentée calée sur l'un des essieux. Les vitesses sont dans le rapport de 2 à 1. Tout le mécanisme est monté sur un bâti en acier fondu.

Les deux essieux sont moteurs ; ils sont accouplés par des bielles extérieures au châssis.

Le mécanisme de changement de marche est constitué soit par des coulisses de Stephenson, soit par des cames ; il y a 3 cames recevant leur mouvement d'un excentrique calé sur l'arbre intermédiaire ; l'une pour la détente, une autre pour la marche avant et la troisième pour la marche arrière.

Ce système de distribution par cames qui ne comporte que l'emploi de deux excentriques, est utilisé lorsque la largeur est insuffisante pour le placement sur l'arbre des cinq excentriques nécessaires pour les coulisses.

Ces organes de changement de marche (cames ou coulisses) sont manœuvrés par de petits pistons à air qu'on fait agir des plateformes de la voiture en ouvrant un robinet.

Ainsi que nous l'avons déjà expliqué sur le schéma (*fig. 16*) le moteur compound peut fonctionner à pleine admission dans chaque cylindre quand il faut développer un grand effort.

Le système de commande est tel qu'il est impossible au mécanicien de commettre d'erreur, puisqu'il lui suffit de tourner un volant dans un sens pour augmenter la puissance du moteur, et en sens contraire pour diminuer cette puissance et arrêter, et qu'avant d'agir sur le frein il met malgré lui le moteur à l'air libre et

inversement. Enfin les plateformes ne sont pas encombrées par des organes de manœuvre, ce qui les rend accessibles aux voyageurs.

Les voitures construites pour les tramways de Saint-Quentin pèsent 10 000 kilogrammes à pleine charge, avec 50 voyageurs, d'où une économie de poids de 30 % relativement à celui d'une automobile Mékarski de mêmes données. Elles n'ont pas besoin d'être retournées. Le châssis supportant la caisse est à double suspension.

Il convient maintenant d'expliquer comment MM. Popp-Conti ont résolu le problème du rechargement des réservoirs d'air comprimé en différents points du parcours.

Les prises sont automatiques et reliées à l'usine productrice d'air comprimé par une canalisation ; par mesure de sécurité, pour le cas où une prise d'air automatique ne fonctionnerait pas, on a prévu à côté de celle-ci une prise d'air ordinaire qu'on relie à un tuyau souple que porte la voiture. La *fig. 19* donne la vue d'une bouche de rechargement. L'appareil récepteur situé sur la voiture est représenté en R ; l'appareil distributeur D est placé sous la voie publique.

Au moment où l'essieu d'avant arrive à ce distributeur, les boudins des roues agissent sur



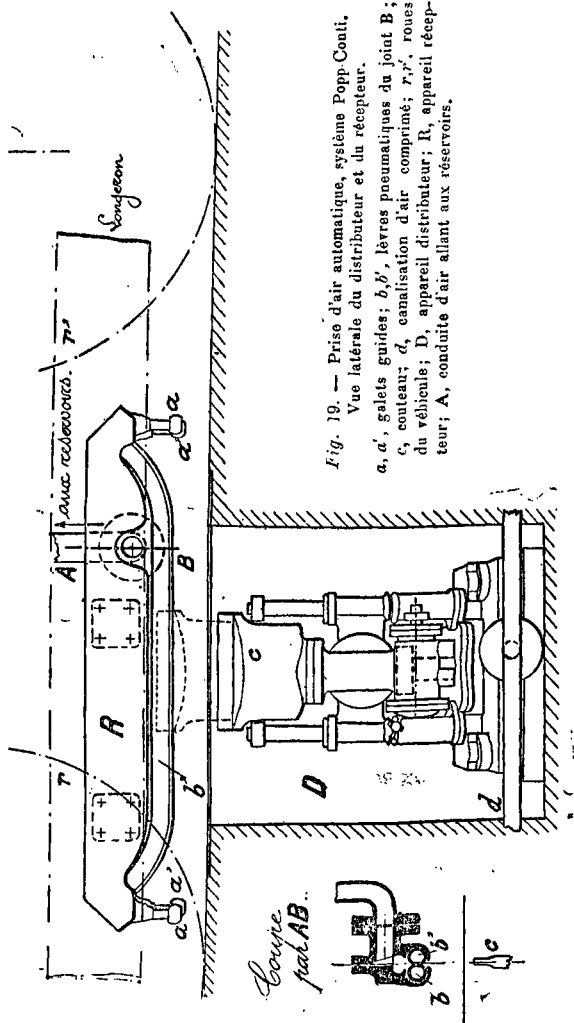


Fig. 19. — Prise d'air automatique, système Popp-Conti.  
 Vue latérale du distributeur et du récepteur.  
*a, a'*, galets guides; *b, b'*, lèvres pneumatiques du joint *B*;  
*c, c'*, couteau; *d*, canalisation d'air comprimé; *r, r'*, roues  
 du véhicule; *D*, appareil distributeur; *R*, appareil récep-  
 teur; *A*, conduite d'air allant aux réservoirs.

une pédale commandant un rochet qui fait sortir le couteau *c* de 15 centimètres environ au dessus du niveau des rails. Ce couteau qui consiste en un tube de section lenticulaire allongée soulève, dans son mouvement, deux petits volets en fonte bitumée servant à fermer le regard après le passage de la voiture.

Le récepteur R est une boîte en bronze de forme allongée fermée à la partie inférieure par deux boudins *b, b'*, de caoutchouc, qui obturent l'orifice quand on les a gonflés d'air comprimé.

Cela étant, lorsque le couteau du distributeur sort de terre, le mécanicien averti bloque les freins de la voiture; à ce moment, le récepteur se trouve au-dessus du couteau. Le mécanicien, à l'aide d'un robinet spécial, envoie de l'air comprimé dans les boudins du récepteur qui forment joint hermétique autour du couteau.

L'air comprimé restant dans les réservoirs de la voiture exerçant sa pression dans le couteau, ouvre le clapet différentiel placé à la base de celui-ci, mettant ainsi en communication les réservoirs de la voiture avec la canalisation d'air comprimé. Le clapet différentiel se referme automatiquement dès que l'équilibre des pressions s'est établi; il en est de même du clapet de retenue des réservoirs et le mécanicien prévenu

du fait par son manomètre et un sifflet avertisseur referme son robinet ; le joint se dégonfle, et le couteau redescend lorsque la deuxième roue de la voiture rencontre la pédale.

L'opération tout entière du rechargement ne dure que 15 à 20 secondes.

On ne peut encore juger définitivement la valeur pratique du système que nous venons de décrire avec quelque détail à cause de sa nouveauté, puisqu'il n'est pas encore en application, mais les inventeurs comptent que la consommation d'air comprimé ne dépassera pas 1<sup>kg</sup>,7 par kilomètre voiture.

En tous cas, M. Ziffer dans son remarquable Rapport à l'Union internationale permanente des tramways en 1894, fait ressortir en faveur du système Popp-Conti les avantages suivants :

Plus grande sécurité que dans les autres systèmes ;

Installation économique des usines fixes ;

Réduction des frais d'entretien des compresseurs ;

Voitures plus légères ;

Rendement plus élevé ;

Exploitation plus économique.

## CHAPITRE III

—

### TRACTION PAR MOTEURS A GAZ ET A PÉTROLE

#### MOTEURS A GAZ

L'application des moteurs à gaz à la traction automobile sur rails date de 1885 ; elle fut tentée en Australie par MM. Banks et Banes. Deux moteurs à gaz de trois chevaux et demi de force chacun, installés sur une voiture de tramway permettaient d'atteindre une vitesse de 15 kilomètres à l'heure, en palier. Cet essai n'eut pas de suite, mais le problème ne fut pas abandonné et plusieurs systèmes ont été imaginés en Allemagne, en France, aux États-Unis et en Angleterre.

Les avantages de l'emploi du gaz pour la traction automobile des tramways résultent de la facilité de se procurer le gaz en tous points d'un

réseau urbain à un prix avantageux ; de l'employer comprimé ; de se servir de moteurs à marche régulière, à peu près silencieux, et sans grande surveillance nécessaire ; de pouvoir enfin employer le même agent pour la force, l'éclairage et le chauffage.

Mais à côté de ces avantages subsistent les inconvénients inhérents à presque tous les systèmes de moteurs à gaz : pas d'élasticité dans le travail de ces moteurs ; nécessité de les faire fonctionner à grande vitesse et, par suite, complication des transmissions ; trépidations et secousses pour les voyageurs ; mise en marche à la main, d'où l'obligation de maintenir le moteur en fonctionnement pendant les arrêts de peu de durée ; emploi d'un volant lourd et encombrant ; enfin dissymétrie de la voiture dans le cas de l'emploi d'un moteur unique. Ajoutons le danger d'incendie redouté par certains, mais qui, en réalité, peut être évité par des précautions convenables.

Examinons brièvement les divers systèmes proposés ou à l'essai.

**Système Lührig.** — Le système Lührig, de Dresde, exploité en Allemagne par la *Deutsch Gasbahn Gesellschaft* et, en Angleterre, par la *Gas traction Co*, est actuellement le seul dont

les résultats aient été sanctionnés par la pratique.

Il comporte l'emploi, soit de deux moteurs situés sous chacune des banquettes de la voiture, soit d'un seul moteur placé alors sous l'une des banquettes, un réservoir à gaz étant disposé sous l'autre. C'est cette dernière disposition qui est le plus généralement adoptée probablement à cause de la dépense moindre de premier établissement, malgré l'inconvénient grave de la dissymétrie pour les organes de suspension.

Le moteur est horizontal, à quatre temps, avec deux cylindres placés suivant un même axe longitudinal symétriquement par rapport à l'arbre moteur. On a ainsi une explosion par tour de moteur. L'allumage se fait électriquement par une petite magnéto actionnée par l'arbre principal. Le moteur fait normalement 220 tours, mais cette vitesse est réduite à 80 tours pendant les arrêts ; dans ce cas, l'explosion ne se produit que dans un des cylindres. Un régulateur à force centrifuge modère l'arrivée du gaz pendant les arrêts ou les descentes. La voiture marche à raison de 10 kilomètres à l'heure environ.

Les premiers essais de l'automobile à gaz de M. Lührig datent de 1893 et le premier service,

de 1894, sur la ligne de Dresde-Wildermann de 4 kilomètres de longueur. La voiture munie de deux moteurs Benz de sept à huit chevaux chacun, pesait 7 500 kilogrammes portait vingt-six voyageurs et consommait 650 litres de gaz par kilomètre.

Depuis 1895, on emploie des voitures à impériale contenant trente-six places, pesant en charge 8 000 kilogrammes, avec moteur du type Otto à deux cylindres opposés. Le gaz est emmagasiné, à la pression de six atmosphères, dans trois réservoirs de 950 litres de capacité, pesant 250 kilogrammes, munis d'un détendeur spécial qui abaisse la pression à 35 millimètres d'eau.

L'arbre principal du moteur transmet son mouvement au moyen d'engrenages, d'embrayages à friction, et de trois arbres intermédiaires dont le dernier est relié aux essieux au moyen de chaînes Galle. L'une des roues est calée à frottement doux sur l'essieu afin de permettre le passage dans les courbes, on a laissé à cette roue un jeu de 80 millimètres. Enfin, on possède un approvisionnement de 300 litres d'eau environ pour le refroidissement des cylindres circulant dans un serpentin à réfrigérant.

Les *fig.* 20, 21 et 22 donnent les vues en plan, en

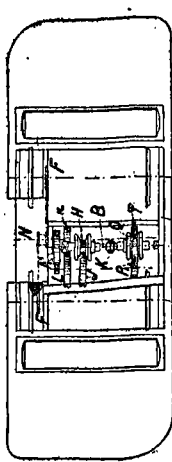
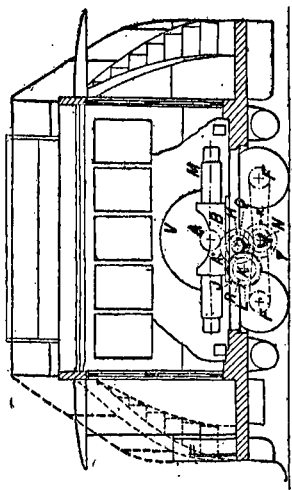
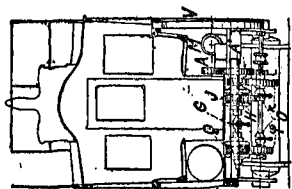


Fig. 20-21-22. — Voitures automobiles, avec moteur à gaz, de Dresde-Wildermann.

A, arbre moteur; M, cylindres; V, volant; F, pignons des chaînes Galle.



coupes longitudinale et transversale de cette voiture dont le mécanisme de commande se compose de deux leviers et d'une manivelle placés sur chacune des plateformes. Le premier levier agit sur l'embrayage à friction qui règle la marche de la voiture depuis la vitesse maxima jusqu'à l'arrêt ; le deuxième sert pour la marche arrière ; enfin la manivelle permet le lancement du volant.

La consommation de gaz a été de 333 litres par voiture-kilomètre.

Sur la ligne de Dessau, inaugurée en 1894, (ligne à voie normale de 4 kilomètres d'abord, puis de 6<sup>km</sup>,2, avec rampes maxima de 47 millimètres par mètre et courbes de 12 mètres de rayon), on a fait circuler des automobiles de vingt-huit places, sans impériale, avec moteur de sept chevaux, et ensuite des automobiles de 8 590 kilogrammes avec moteur de douze chevaux, pouvant remorquer une voiture ordinaire. Le gaz comprimé à dix à douze atmosphères sous un volume de 800 litres suffisait pour deux voyages, aller et retour. L'approvisionnement d'eau était de 100 litres. Le chargement de l'eau et du gaz n'exige que trois minutes. La consommation de gaz indiquée par la Compagnie a été de 470 litres par voiture-kilomètre.

Parmi les autres lignes de tramways où cir-

culent des automobiles avec moteur à gaz, nous citerons celle de Blackpool à Lyttram en Angleterre ; de Hirschberg-Warnabrunn-Hermdorf en Allemagne (on y consomme 550 à 600 litres de gaz par voiture-kilomètre. Le moteur a quinze chevaux de force). Le système Lübrig est encore appliqué à Charlottenbourg depuis 1896 ; à Hanovre et à Colmar ; il le sera sur la ligne de Wiesbaden à Budesheim. Des essais ont lieu à Maëstrich (Hollande), à Copenhague et à Saint-Pétersbourg, enfin à West Croydon près Londres.

**Système Borig.** — M. Borig, de Berlin, s'est proposé d'appliquer un moteur à gaz aux voitures de tramways ordinaires et est arrivé, paraît-il, à une grande simplification du mécanisme.

**Système Connelly.** — M. Connelly, qui a appliqué son système aux États-Unis, à New-York, Saint-Louis et Chicago en 1894, en Angleterre sur la ligne de Bermondray, exploitée par la C<sup>ie</sup> de tramways de Londres à Greenwich et Deptford, préconise l'emploi de petites locomotives à moteur vertical.

**Autres systèmes.** — Nous nous contenterons de signaler parmi les autres systèmes celui de M. Pintch avec le gaz lourd (essayé en Suisse

en 1896 sans résultats pratiques) ; de Hasse et C<sup>ie</sup> et de Haedicke en Allemagne, celui de Holt et Crossley à Manchester ; enfin le système allemand Grob et C<sup>ie</sup> de Leipsig-Entrisch (à pétrole ordinaire).

**Essais à Paris.** — Les services techniques de la C<sup>ie</sup> Parisienne du gaz ont procédé à des essais d'automobiles à gaz sur des voitures du type Dessau et du type Blackpool, en 1896 ; d'autre part, la C<sup>ie</sup> générale des Omnibus a invité les constructeurs à lui présenter des projets de voitures avec moteur à gaz satisfaisant au programme suivant (1) :

Nombre de voyageurs. . . . .	50
Poids des voyageurs . . . . .	3.500 <sup>kg</sup>
Poids de la voiture vide. . . . .	5 000 <sup>kg</sup>
Coefficient de roulement en palier. . . . .	12 <sup>kg</sup> par tonne
Supplément par millim. de rampe . . . . .	1 <sup>kg</sup> //
Coefficient d'adhérence . . . . .	0,10
Pression du gaz comprimé. . . . .	15 <sup>kg</sup> par mm <sup>2</sup>

La puissance des moteurs devra être telle que, sur une rampe de 40 millimètres, la voiture automobile puisse remorquer une deuxième voiture à la vitesse de 8 kilomètres à l'heure.

---

(1) Voir Annexes n<sup>o</sup> 2, p. 164.

La production de la force devra être fractionnée en plusieurs moteurs pour obtenir la marche la plus économique suivant les diverses résistances de la ligne.

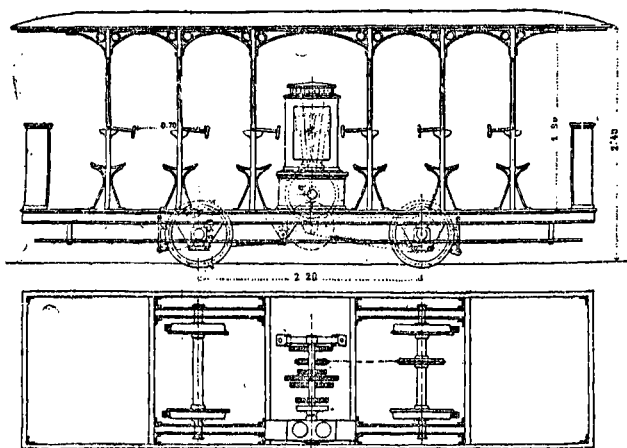
Sur ce programme, plusieurs constructeurs ont présenté des projets et la C<sup>ie</sup> générale des Omnibus a commandé, paraît-il, à titre d'essai une voiture avec moteurs Otto.

**Système Barbet** (système mixte à air comprimé et moteur à gaz). — M. Barbet a fait breveter l'emploi pour les automobiles de l'air comprimé au moyen d'un moteur à gaz placé sur la voiture.

Cette solution mixte avait tenté déjà plusieurs inventeurs : M. C. Krauss employait un mélange de gaz détendu venant des réservoirs et d'air comprimé par la machine ; ce mélange se faisait dans une sorte d'éjecteur et explosait dans le cylindre du moteur. M. Montelar employait un moteur à air comprimé pour la mise en train jusqu'au moment où les moteurs à gaz pouvaient fonctionner utilement. L'eau qui refroidissait les cylindres à gaz servait à réchauffer l'air comprimé.

## MOTEURS A ESSENCE

**Système Daimler.** — L'inventeur bien connu du moteur à essence employé pour les automobiles sur routes a créé ce moteur pour les automobiles sur rails. Le moteur vertical à quatre



*Fig. 23 et 24.* — Vues en plan et élévation d'une voiture de tramways, système Daimler.

temps, de six chevaux, tournant à 560 tours par minute et consommant en moyenne 0<sup>l</sup>,6 d'essence par cheval-heure, est disposé au centre

de la voiture (*fig.* 23 et 24); il transmet son mouvement par engrenages et roues de friction à un arbre situé sous le plancher et relié aux essieux moteurs par chaînes Galle. Les voitures des chemins de fer Wurtembergeois contiennent vingt voyageurs, pèsent à vide 1 800 kilogrammes et en charge 3 200 kilogrammes. Elles ont 3<sup>m</sup>,80 de longueur et 2<sup>m</sup>,15 de largeur. Elles marchent à 16 kilomètres à l'heure.

Un autre type de voiture légère pour voie de 1 mètre pèse à vide 870 kilogrammes pour douze places offertes. Enfin, en 1896, on a créé un type à quarante places avec moteur de quinze chevaux pesant à vide 10 tonnes.

**Système Roger.** — On a essayé, à Paris, une voiture automobile, de tramway avec moteur à essence de pétrole construit par M. Roger. Elle a une longueur de 7<sup>m</sup>,60, un poids à vide de 7 tonnes, et en charge (avec cinquante-deux voyageurs) de 11 tonnes. Deux moteurs horizontaux à deux cylindres de onze chevaux effectifs, sont placés sous la voiture et diagonalement. L'allumage se fait électriquement. En supprimant l'allumage de l'un des moteurs, le mécanicien peut l'arrêter et le remettre ensuite en marche automatiquement en l'embrayant sur

la transmission. Celle-ci se compose d'embrayages à friction disposés sur chaque arbre moteur. Un système d'engrenages qui peut être rendu solidaire du moteur (ou fou) par ledit embrayage, transmet le mouvement à un arbre intermédiaire situé un peu plus bas qui commande les deux essieux par chaînes Galle. On obtiendrait trois vitesses : 7, 11 et 16 kilomètres à l'heure et la marche en arrière se fait à 6 kilomètres. Le réservoir, à essence est placé à la partie supérieure à côté de la caisse à eau servant au refroidissement des cylindres. Cette eau circule, par l'action d'une pompe, dans un réfrigérant à ailettes du système Grouvelle et Arquembourg. La consommation d'essence par voiture-kilomètre ne dépasserait pas 1 litre.

Sur les *fig.* 25 et 26, on aperçoit en plan les deux moteurs M, M, situés de chaque côté de la voiture, les deux arbres moteurs A et B, et l'arbre intermédiaire C, situé au-dessous d'eux.

En D, sont les roues d'engrenages qui commandent la marche avant ; en E, celles qui commandent la marche arrière ; en F, les embrayages à friction,

Les changements de vitesse et de marche sont commandés par la pièce J, manœuvrée de la plateforme au moyen du volant V.

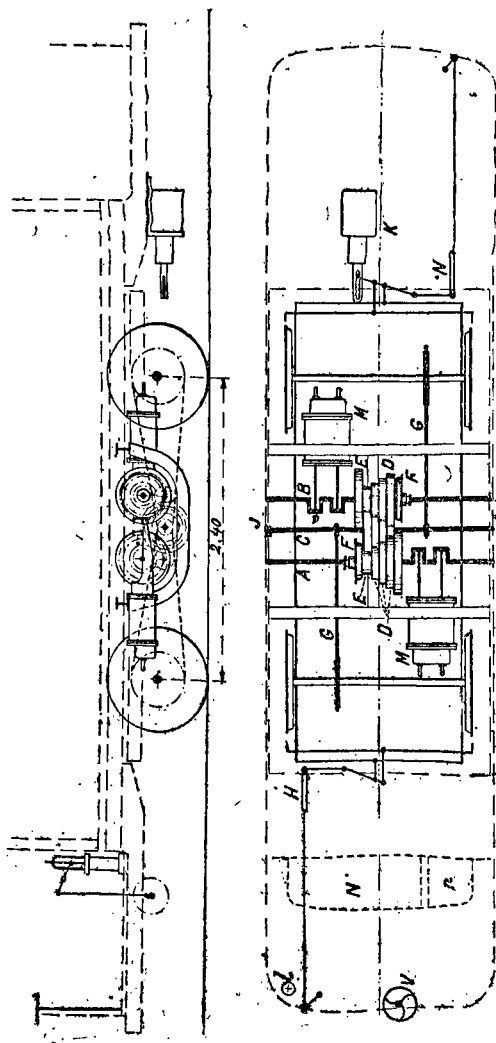


Fig. 25 — 26. — Tramway à essence de pétrole, système Roger. M, M, Moteurs, A, B, arbres moteurs ; C, arbre intermédiaire ; G, G, Chaine Galle ; K, K, frein.



Les freins à main sont manœuvrés par la tringle H ; le cylindre K du frein automatique Soulerin est actionné par l'air comprimé dans la petite pompe L, qui reçoit son mouvement de l'un des essieux du tramway ; ce frein est manœuvré par le robinet l.

Les réservoirs d'eau N et d'essence n, en cuivre, sont disposés sur le toit de la plate-forme du mécanicien.

Le tramway Roger, après les premiers essais, subira les modifications indispensables, et devra faire un service régulier ; c'est alors seulement qu'on pourra se rendre compte de la valeur mécanique des organes. Quoi qu'il en soit, il semble que les tramways à essence de pétrole sont ceux qui doivent avoir le moindre poids, en comparaison avec les autres systèmes mécaniques.

---

## CHAPITRE IV

—

### TRACTION PAR MOTEURS A ACIDE CARBONIQUE

Dès l'époque à laquelle Faraday liquéfia pour la première fois l'acide carbonique, l'idée naquit d'employer ce liquide éminemment volatil à la production de la force.

L'ingénieur français Brunel, qui exécuta de si importants travaux à Londres, réalisa le premier moteur de ce genre, mais jusqu'à ces dernières années, peu d'inventeurs songèrent à l'emploi de l'acide carbonique.

Il suffit de citer <sup>(1)</sup> les brevets Ghilliano et Christin (1855), celui de Marquis (1862), mais aucune des dispositions prévues dans ces brevets n'eut d'application pratique.

En 1891, M. Belzon construisit une voiture mue par un moteur à acide carbonique ; et quelques expériences furent faites en Allemagne.

---

(1) LOCKERT. — *Traité des véhicules automobiles sur routes. Les voitures à gaz comprimés.* 1897.

Aux États-Unis cependant, il s'est fondé, en 1892, à New-York, une Société « The New Power Co » qui, après des fortunes diverses, a créé dernièrement un système de tramways mûs par des moteurs à acide carbonique.

Le gaz liquéfié est transporté aux États-Unis comme il commence à l'être également en France, dans de longues bouteilles en fer ou en acier embouti, dans lesquelles il est emmagasiné à la pression de 75 atmosphères.

Lorsque le remplissage est fait convenablement, et que la manipulation est opérée avec soin, le transport de ces bouteilles métalliques n'offre pas de danger.

Le gaz est envoyé aux cylindres directement, sans détenteur ; les pistons ont 0<sup>m</sup>,10 de diamètre et 0<sup>m</sup>,15 de course ; les lumières d'admission ont 0<sup>mm</sup>,25.

La distribution est du genre Corliss ; la conduite d'admission est chauffée par un bec de gaz, à la mise en marche.

La consommation de gaz liquéfié est, d'après la « N. P. Co », de 4<sup>kg</sup>,5 par cheval et pour 24 heures, soit 190 grammes par cheval-heure.

Le gaz liquéfié valant 0<sup>fr</sup>,37 le kilogramme, la dépense est de 0<sup>fr</sup>,07 par cheval-heure.

## CHAPITRE V

---

### TRACTION PAR MOTEURS A AMMONIAQUE

Gurney, en 1821, avait proposé l'emploi de l'ammoniaque comme producteur de force. En 1871, le D<sup>r</sup> Lamm, en Amérique, le général Beauregard et M. Tellier, en France, firent des essais sans aboutir à un résultat pratique. En 1893, enfin M. Morgan-Draper réussit à faire fonctionner un moteur à ammoniaque en basant son système sur la propriété que possède l'ammoniaque anhydre de se liquéfier à environ  $-34^{\circ}\text{C}$ . à la pression ordinaire et à  $+27^{\circ}\text{C}$ . sous une pression de dix à douze atmosphères.

Si donc, on chauffe à plus de  $27^{\circ}$  une enceinte contenant de l'ammoniaque anhydre liquéfiée, celle-ci émettra des vapeurs dont la tension s'élèvera jusqu'à dix et onze atmosphères. Cette vapeur sous pression pourra être utilisée dans

une machine analogue à une machine ordinaire. La vapeur d'échappement ira se dissoudre dans de l'eau (qui peut absorber 1 700 fois son volume de vapeur d'ammoniaque) et la combinaison développera de la chaleur qui sera utilisée pour le chauffage de la chaudière à ammoniaque anhydre.

Les *fig. 27, 28 et 29* donnent les vues du tracteur de 3 tonnes réalisé sur ce principe.

Le réservoir d'ammoniaque anhydre A est enfermé dans le réservoir d'eau B où vient se dissoudre la vapeur d'ammoniaque d'échappement. Afin d'activer l'évaporation de l'ammoniaque anhydre liquéfié, le réservoir A est en communication avec un évaporateur tubulaire C entouré par l'eau du réservoir B.

Pour mettre la chaudière en action, il suffit d'introduire dans le réservoir B de l'eau, ou de la solution ammoniacale faible à + 30°C. L'ammoniaque liquide anhydre contenue dans l'évaporateur C se gazéifie et l'ammoniaque gazeux s'accumule à la partie supérieure du réservoir à une pression de dix atmosphères ; il se rend aux cylindres M, s'y détend, et le gaz d'échappement vient barbotter à la partie inférieure du réservoir B. Le gaz en s'hydratant développe une quantité de chaleur suffisante

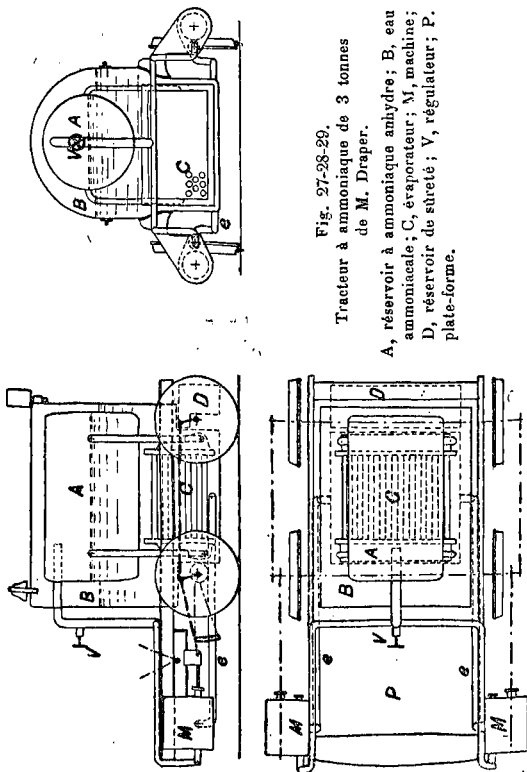


Fig. 27-28-29.  
Tracteur à ammoniacque de 3 tonnes  
de M. Draper.

A, réservoir à ammoniacque anhydre; B, eau ammoniacale; C, évaporateur; M, machine; D, réservoir de sûreté; V, régulateur; P, plate-forme.

pour maintenir le réservoir A à une température convenable pour la gazéification totale de la charge d'ammoniaque, anhydre. Cette charge est calculée pour un parcours de 20 kilomètres. La proportion du liquide ammoniacal anhydre et de l'eau pour l'absorption du gaz est de 1 à 5.

Quand l'eau du réservoir B est complètement saturée d'ammoniaque, on la remplace par de l'eau chaude; et on traite à l'usine le liquide ammoniacal par la chaleur, pour en retirer le gaz que l'on liquéfie à nouveau. On récupère ainsi presque complètement le gaz. En prenant d'ailleurs certaines précautions, on peut réduire dans une grande proportion les pertes de gaz. Ce dernier sert à actionner les freins et en injectant directement dans le réservoir B de l'ammoniaque liquide anhydre, on peut réchauffer l'eau d'absorption si elle venait à s'être refroidie à la suite d'un arrêt un peu prolongé.

M. F. F. Mac-Mahon a fait une application des moteurs à ammoniaque pour la traction des tramways en se basant sur le principe que nous venons d'indiquer. Les premiers essais de ce système eurent lieu en 1893 à la Nouvelle-Orléans et à Chicago. Les voitures automobiles qui ont fonctionné dans cette dernière ville, lors de l'Exposition, avaient 5 mètres de longueur, pe-

saient 7 tonnes et portaient un réservoir suffisant pour assurer un parcours de 40 kilomètres.

En 1896, on a mis en service sur la ligne de la vingt-deuxième rue de New-York des voitures avec moteur de cinquante chevaux fonctionnant avec de la vapeur d'ammoniaque à soixante-quinze atmosphères et pouvant effectuer un parcours de 70 kilomètres. La consommation d'ammoniaque a été de 13<sup>l</sup>,6 par heure pour l'automobile seule et de 27<sup>l</sup>,2 avec la double remorque. Dans ces conditions, on arriverait à une dépense de traction de 0<sup>fr</sup>,03 par voiture-kilomètre, non compris les frais de main-d'œuvre, et à une dépense de 0<sup>fr</sup>,044 par voiture-kilomètre à l'usine pour le combustible.

M. Ziffer, dans son rapport à l'Union internationale permanente des tramways en 1894, classe le moteur à ammoniaque en tête des moteurs pour tramways. D'après lui, le prix de premier établissement serait moindre que pour tout autre système de traction. Les avantages du moteur à ammoniaque sont un très faible encombrement, la possibilité d'employer des pressions élevées au moment voulu, l'utilisation parfaite du fluidemoteur, au point de vue théorique, la suppression de tout danger d'incendie. Mais, par contre, les inconvénients résultent d'une odeur



asphyxiante en cas de fuite, et de la nécessité d'un rechargement relativement fréquent à l'usine sous peine d'un faible rendement. Il faut attendre d'ailleurs, avant de se prononcer, que le système ait été l'objet d'essais pratiques suffisamment prolongés.

---

## CHAPITRE VI



### TRACTION FUNICULAIRE

La traction par câble a été tout d'abord appliquée en Amérique pour le service urbain ; ce système se prêtait bien, en effet, aux dispositions des voies qui sont en ligne droite. Jusqu'à ces dernières années, le quart environ des lignes de tramways mécaniques étaient à câble funiculaire. Plus rares ont été les applications en Europe. Le tramway funiculaire installé à Paris, de la place de la République à Belleville, a soulevé des difficultés d'application qui ont été décrites et analysées dans plusieurs publications techniques. Nous nous contenterons donc d'indiquer à grands traits les avantages et inconvénients du système et de résumer les renseignements les plus intéressants recueillis sur

l'exploitation des lignes existantes en France, en Angleterre et en Amérique.

Le tramway funiculaire permet une exploitation économique avec une grande capacité de transport ; par exemple, la ligne de Broadway à New-York, une des dernières installées, a des voitures de trente à quarante places se suivant à moins de 100 mètres d'intervalle. Il permet de grands efforts et est très avantageux dans le cas où l'on a à franchir des rampes fortes, car c'est le seul pour lequel l'adhérence n'ait pas à intervenir. Il s'applique également bien aux lignes où le trafic est considérable.

Mais l'inconvénient principal résulte du coût très élevé de l'installation et de l'entretien. On compte, aux États-Unis, que la ligne funiculaire à double voie coûté, avec son équipement complet, 450 000 à 500 000 francs le kilomètre. Le funiculaire parisien est revenu à 700 000 francs par kilomètre. La longueur des câbles est limitée, car leur tension croît très rapidement au delà d'une distance que la pratique a indiquée. On compte, en général, qu'une force de 5,25 chevaux par kilomètre est nécessaire pour l'entraînement du câble jusqu'à une longueur de 10 à 12 kilomètres (soit pour une ligne de 5 à 6 kilomètres). Le fractionnement des

Désignation	San-Francisco		Birmingham	Paris
	Clery-St	Market-St		
Date de construction . . . . .	1873	1883-86	1887-89	1891
Longueur totale de la ligne . . . . .	1 km, 65	14 km	4 km, 8	2 km, 02
Nombre de câbles . . . . .	1	7	1	1
Diamètre des câbles . . . . .	25 mm	34 mm	//	30 mm
Rampe maxima : millimètres . . . . .	58	120	70	73
Nombre de stations motrices . . . . .	1	8	1	1
Vitesse des câbles : kilomètres . . . . .	9,6	13,7	//	10
Force nécessaire pour l'entraînement des câbles à vide . . . . .	23 ch	20,4 ch x	60	60
Force supplémentaire par voiture (à la montée).	0,8	2,10	6,5	8

câbles a donc pour résultat de multiplier le nombre des stations motrices et chaque section dépend exclusivement d'une machine unique. Enfin les résistances augmentent dans une proportion énorme avec les sinuosités du trajet. A Chicago, la ligne de Wabash-Avenue, qui desservait le World's Fair, tourne à angle droit dans la vingt-deuxième rue avec une courbe de 17 mètres de rayon. Cette courbe absorbe à elle seule une force de 21 chevaux-vapeur. Au contraire, la ligne de State-Street fonctionne économiquement car elle a une longueur de 10<sup>km</sup>,5 en alignement. Il en est de même dans les voies principales de San-Francisco.

En résumé, la traction funiculaire n'a de raison d'être que dans les voies droites, en pente raide ou à trafic très important pour des lignes de longueur limitée.

Le tableau de la p. 90 indique les chiffres principaux de diverses installations.

Quant aux frais de traction par train-kilomètre, ils sont de 0<sup>fr</sup>,26 à Birmingham, de 0<sup>fr</sup>,33 à Londres ; de 0<sup>fr</sup>,40 à Chicago (réseau sud) ; de 0<sup>fr</sup>,55 à New-York Broadway et enfin de 0<sup>fr</sup>,72 à Paris.

---

## CHAPITRE VII

—

### TRACTION PAR MOTEURS ÉLECTRIQUES

Dans le cas de l'emploi de l'électricité pour la traction des automobiles, le moteur est une dynamo réceptrice (ou deux dynamos) placée sur la voiture, commandant les essieux moteurs directement ou, plus généralement, par l'intermédiaire d'une transmission mécanique qui a pour but de réduire dans une proportion convenable la vitesse des électromoteurs.

L'énergie sous forme de courant électrique est fournie par une usine fixe par l'intermédiaire d'une ligne installée le long de la voie et sur laquelle frotte un contact mobile porté par la voiture, ou bien par une batterie d'accumulateurs placée sur la voiture. Cette batterie est remplacée par une autre lorsqu'elle est déchargée, ou bien elle est rechargée sur la

voiture même, en certains points de la ligne à l'aide d'un courant amené en ces points, de l'usine génératrice, par des conducteurs.

De là, deux types de voitures automobiles électriques. Le type à courant transmis pendant la marche de la voiture par câbles aériens, souterrains, ou par conducteurs interrompus au niveau du sol. Le type à courant fourni par une batterie d'accumulateurs remplacée aux terminus ou rechargée en cours de route.

Un troisième type, mixte, a ensuite été créé, c'est celui à câble et à accumulateurs.

La première application de l'électricité à la traction des automobiles sur rails a été faite à Paris, en 1881, sur la petite ligne créée de la place de la Concorde au Palais de l'Industrie, à l'occasion de l'exposition d'électricité installée dans ce Palais. Cette ligne était à prise de courant aérien ; elle fut installée et exploitée par la maison Siemens de Berlin.

En 1882, Philippart fit des essais de traction avec accumulateurs sur les lignes de tramways de la C<sup>ie</sup> générale des Omnibus.

En 1890, d'autres essais de traction par accumulateurs furent faits sur les tramways du réseau Nord de la Madeleine à Levallois ; ce même système de traction fut installé en 1892-93, sur le

même réseau, de la Madeleine à Saint-Denis, de l'Opéra à Saint-Denis et de Saint-Denis à Neuilly.

La C<sup>ie</sup> générale parisienne de tramways, qui s'est substituée à la C<sup>ie</sup> des tramways Sud, a obtenu, en 1896, l'autorisation de transformer, à titre d'essai, son mode de traction par chevaux en celui par l'électricité, au moyen de conducteurs aériens et souterrains sur la ligne Charenton-Bastille (1).

Enfin, en 1897, la C<sup>ie</sup> des tramways de Paris et du département de la Seine (ancienne Compagnie du réseau Nord) a appliqué la traction électrique par accumulateurs à charge rapide sur les lignes de la Madeleine à Levallois, Neuilly et Courbevoie ; de la Place de la République à Pantin et à Aubervilliers. Cette même Compagnie a mis en essai, à la fin de 1897, de nouvelles voitures à accumulateurs destinées à remplacer les voitures trop légères de St-Denis et de Pantin.

Pendant que s'effectuaient ces essais à Paris, les Américains créaient dans toutes leurs grandes villes des réseaux de tramways électriques, à conducteurs aériens. Ce système a été adopté dans la plupart des pays européens et en France dans un assez grand nombre de villes.

---

(1) Voir annexe n° 3, p. 167.



Nous allons examiner successivement chacun des systèmes dont il vient d'être question, en indiquant les résultats obtenus dans leurs principales applications; mais auparavant il convient de donner quelques détails sur l'équipement mécanique et sur l'équipement électrique d'une automobile qui est le même, quel que soit le système employé pour amener l'électricité aux électromoteurs.

*Voitures.* — La caisse de la voiture est indépendante du truc porteur sur lequel elle repose par l'intermédiaire de ressorts à boudins ou à lames s'appuyant sur les boîtes à graisse. Les voitures sont avec ou sans impériale, mais on préfère généralement le type sans impériale qui permet un embarquement plus rapide des voyageurs.

Le truc porteur ou châssis qui porte tout l'équipement mécanique (moteurs, transmission, freins, etc.) peut être simple ou double. Ce dernier présente plus de stabilité, se prête mieux au passage dans les courbes et permet l'emploi de caisses d'une plus grande capacité; aussi est-il généralement adopté pour le service interurbain à grande vitesse ou pour le service suburbain.

En Amérique, les cars à simple truc ont de 5<sup>m</sup>,40 à 6 mètres de longueur de châssis (7<sup>m</sup>,80

à 8<sup>m</sup>,40 de longueur intérieure totale) et les essieux sont écartés de 1<sup>m</sup>,98 à 2<sup>m</sup>133.

La pratique a conduit à composer le truc d'un cadre rigide entretoisé par un certain nombre de traverses supportant en même temps le ou les moteurs et l'appareil de freinage.

Dans certains cas, le cadre du truc forme en même temps chasse-corps à chaque extrémité.

*Moteurs.* — Les moteurs doivent remplir plusieurs conditions essentielles parmi lesquelles les plus importantes sont : la rusticité, le moindre poids et le moindre volume et enfin la moindre vitesse de rotation possible.

Dans les tramways de Rouen, de construction récente, on emploie des moteurs de 25 chevaux, pesant 660 kilogrammes avec balais en charbon cuivré. Le circuit magnétique inducteur est constitué par une boîte en acier coulé en deux parties sur laquelle se vissent deux pièces polaires entourées de bobines excitatrices, l'une à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure.

Deux épanouissements polaires placés à 90° des pièces polaires et non pourvus de bobines inductrices sont venus de fonte avec la boîte et portent à 4 le nombre des pôles du moteur.

Le noyau de l'armature est formé de disques

de tôle, montés sur l'arbre du moteur et pressés entre deux plateaux. L'enroulement de l'arma-

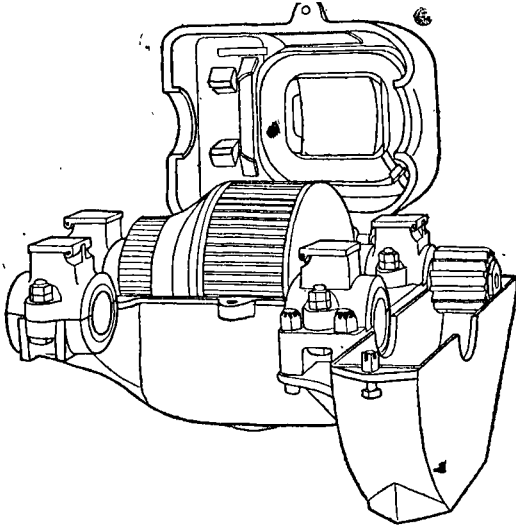


Fig. 30. — Électromoteur Thomson-Houston (Tramways de Rouen)

ture est combiné de manière à éviter tout déplacement des fils, ni sous l'action de la force centrifuge, ni sous l'action réciproque des champs magnétiques de l'inducteur et de l'induit.

On peut examiner facilement tous les organes du moteur par l'une des trappes ménagées dans le plancher de la voiture, et on fait basculer la partie supérieure des inducteurs autour d'une charnière (fig. 30 et 31).

La puissance du moteur dépend naturellement du profil de la ligne à desservir et du poids à transporter, c'est-à-dire de l'effort de traction à produire ainsi que de la vitesse à réaliser. Cet effort de traction dépend lui-même de plusieurs

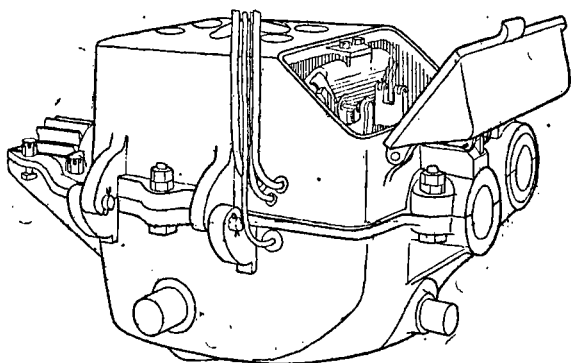


Fig. 31. — Électromoteur Thomson-Houston (Tramways de Rouen).

éléments, savoir : forme des rails, propreté de la voie, résistance de l'air, etc.

On compte qu'en palier la résistance moyenne à la traction est de 10 kilogrammes par tonne quand la voie est sur accotement, et de 13 kilogrammes quand cette voie est composée de rails noyés dans la chaussée ; on ajoute à ce coefficient moyen 10 kilogrammes par tonne et par chaque centimètre pour mètre de rampe.

Enfin, pour démarrer, il faut produire par

tonne remorquée un effort supplémentaire que l'on calcule en fonction de la vitesse normale de route  $V$  en mètres par seconde et de la durée du démarrage  $t$  exprimée en secondes par la formule 102.  $\frac{V}{t}$ .

Dans sa communication à la Société des Ingénieurs civils de France, en juillet 1894, sur la traction mécanique des tramways, M. de Marchena a indiqué qu'une voiture de cinquante places, pesant en charge dix tonnes et circulant à 10 ou 12 kilomètres à l'heure en palier absorbait 6 000 à 7 000 watts, soit huit à dix chevaux. Mais au démarrage et sur les rampes, la puissance absorbée peut être quintuplée ; il faut pouvoir disposer, à certains moments, pour les voitures de cinquante places, d'une puissance de cinquante chevaux.

Aussi les voitures automobiles sont-elles, pour cette raison, munies de deux moteurs de vingt à vingt-cinq chevaux actionnant chacun l'un des deux essieux de la voiture.

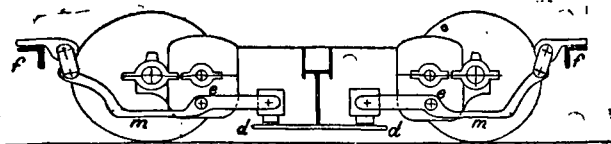
*Suspension au châssis.* — Un point important est le mode de suspension du moteur sur le châssis. Ces moteurs transmettant leur mouvement à l'essieu de la voiture par engrenage à simple réduction, doivent nécessairement prendre :

1° un point d'appui sur l'essieu de la voiture sans intermédiaire élastique puisque la distance entre les axes des deux roues dentées doit rester invariable ;

2° un point d'appui qui doit être élastique.

La *fig. 32* donne la vue d'un mode de suspension combiné de façon à soustraire l'armature du moteur (le seul organe délicat) à l'effet des chocs. Dans ce but, on a pris comme deuxième point de suspension le centre de gravité du moteur ou un point situé sur la verticale passant

Fig. 32



par ce centre de gravité. Le moteur porte deux cornes pénétrant dans les œillets *e, e*, des brancards *m, m*. Ces derniers sont fixés au châssis de la voiture. En *d, d*, sont des blocs d'appui en caoutchouc ; enfin en *f*, les brancards sont articulés.

*Transmissions.* — Avec les moteurs de puissance moyenne l'induit tourne à raison de 800 à 1 000 tours par minute, et il faut alors employer plusieurs engrenages réducteurs entre le moteur et l'essieu. Mais en prenant des moteurs à quatre

pôles on peut réduire la vitesse à 400 et 500 tours et, dans ces conditions, il suffit d'un seul engrenage. Ces engrenages en fonte et acier baignent constamment dans l'huile, dans le double but de réduire l'usure des parties frottantes et de diminuer le bruit de roulement. Dans certaines voitures (à Aix-la-Chapelle notamment), les pignons des moteurs sont faits avec une matière spéciale comprimée qui amortit considérablement le bruit.

Un moteur à quatre pôles, complet avec son engrenage réducteur et sa caisse de protection, pour une puissance normale de vingt chevaux, pouvant aller jusqu'à trente chevaux, pèse 810 kilogrammes.

On pourrait substituer, aux transmissions par engrenages, une transmission par bielles ou par chaînes ou par vis hélicoïdale. C'est ce dernier système qui a été adopté pour les grandes voitures de Blackpool (Angleterre) munies de deux moteurs de vingt-cinq chevaux. Quoiqu'il en soit, les engrenages sont de beaucoup les plus employés.

Certains constructeurs voulant éviter les inconvénients de la transmission par engrenages, ont construit des moteurs à faible vitesse qui peuvent alors être montés sur les essieux. Mal-

heureusement, le rendement de ces moteurs est moins bon que celui des moteurs à quatre pôles employés couramment.

*Appareils de sécurité.* — Les appareils de sécurité se composent de freins à main, à leviers et à vis, et de freins électriques constitués par les moteurs eux-mêmes. Certains auteurs pensent que l'on sera amené à employer des freins à air comprimé ou autres caractérisés par un fonctionnement mécanique rapide, ce qui est de première importance.

*Équipement électrique.* — L'équipement électrique se compose des organes dans lesquels passe le courant électrique. Que ce dernier soit pris à un conducteur établi parallèlement à la voie (aérien ou souterrain) qui l'amène d'une station de production établie à poste fixe, ou qu'il soit emprunté à une source d'électricité installée sur la voiture même, il est dirigé dans le ou les moteurs et de là dans le conducteur de retour à la source d'électricité, ce conducteur pouvant être la terre, les rails ou un fil spécial.

Les moteurs électriques les plus employés pour les tramways alimentés par une source d'énergie extérieure sont ceux à courant continu à excitation en série. Ils sont préférés à ceux excités en dérivation parce que, à puissance



égale, ils coûtent moins cher ; ils ne conduisent pas sur les parcours en rampe à des consommations de courant excessives ; ils développent plus vite leur force contre-électromotrice quand, pour une cause quelconque, il y a interruption du courant, soit au contact des roues avec les rails, soit au contact du trolley avec le conducteur amenant le courant, la self-induction des enroulements inducteurs s'opposant à une arrivée de courant exagérée.

Pour les tramways à accumulateurs, on a utilisé les moteurs à courant continu excités en dérivation parce que, aux descentes, le moteur fonctionne comme génératrice et peut alors charger lui-même les accumulateurs. Pour pouvoir effectuer cette opération avec le moteur excité en série, il faudrait changer les pôles au moment où le courant s'accumule.

Enfin, on a réalisé dans ces dernières années des applications des courants polyphasés à la conduite des moteurs de tramways. La principale de ces applications faite à Lugano, permet de se rendre compte de la facilité avec laquelle les moteurs à courants polyphasés se prêtent à leur installation sous la caisse des voitures ; leur manœuvre est commode et tout aussi aisée que celle des moteurs à courant continu.

*Contrôleur.* — Les connexions, assez compliquées qu'il faut établir entre les diverses parties des circuits électriques de la voiture pour la mettre en marche, dans un sens ou dans l'autre, pour modifier la vitesse ou enfin pour obtenir l'arrêt, se font de chaque extrémité du véhicule à l'aide d'un commutateur appelé contrôleur.

C'est, en réalité, un coupleur genre Planté composé d'un long cylindre muni de segments métalliques réunis par les liaisons nécessaires sur lesquels frottent des contacts à ressorts, isolés les uns des autres, auxquels aboutissent les différents fils composant le circuit électrique de la voiture.

Ce cylindre est pourvu de deux leviers, l'un pour le renversement de la marche, l'autre pour le réglage de la vitesse et l'arrêt. En outre, deux commutateurs établissent les communications générales de la source d'électricité avec les circuits de la voiture.

Avant d'indiquer la marche des courants dans ces circuits, nous donnons le programme auquel il faut satisfaire :

En déplaçant la navette du contrôleur dans un sens déterminé et d'angles convenables, le mécanicien doit obtenir :

La mise en marche des moteurs ; le renver-

sement du sens de rotation de ces moteurs ; les vitesses de marche différentes.

Ces variations de vitesse résultent des variations d'énergie fournies par les moteurs, suivant que :

a) Les armatures, les inducteurs et leurs ré-

Fig. 33

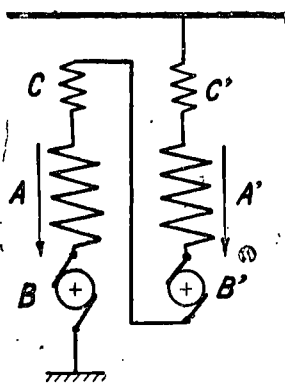
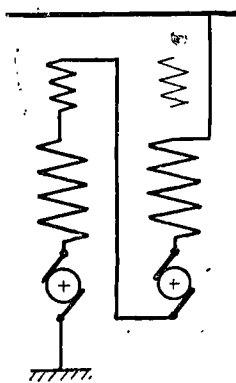


Fig. 34



sistances sont en série (vitesse minima, marche normale, *fig.* 33).

b) Les armatures, les inducteurs et une seule résistance sont en série (deuxième vitesse, *fig.* 34).

c) Les armatures et les inducteurs sont en série, les deux résistances étant enlevées (troisième vitesse, *fig.* 35).

d) Les moteurs sont en parallèle entre eux et

Fig. 35

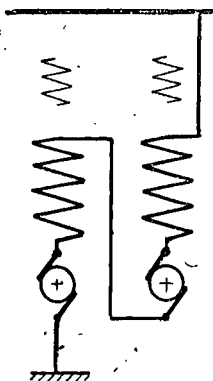
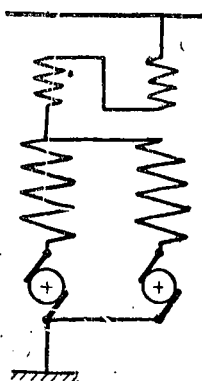


Fig. 36



en série avec les résistances (quatrième vitesse, *fig. 36*),

Fig. 37

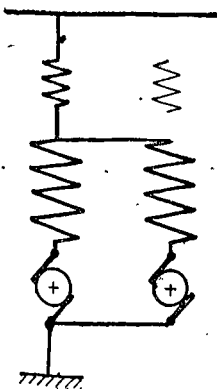
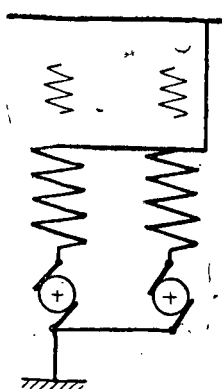


Fig. 38



e) Les moteurs sont en parallèle entre eux et

en série avec une seule résistance (cinquième vitesse, *fig.* 37).

f) Enfin les deux moteurs sont en parallèle entre eux et les résistances sont enlevées (vitesse maxima, *fig.* 38).

Nous avons représenté schématiquement (*fig.* 39) les circuits dans le cas d'une voiture automobile à deux moteurs excités en série avec prise de contact par trolley à un conducteur extérieur et retour du courant par les rails. Afin de simplifier le croquis, nous n'avons représenté qu'un seul contrôleur.

Nous avons supposé, ce qui est le cas général, que le courant reçu de la ligne servait non seulement à actionner les électromoteurs mais aussi à éclairer et à chauffer la voiture.

La ligne est figurée en LL, le trolley en T. Le courant arrive au commutateur, d'où part un conducteur (trait interrompu) alimentant deux circuits parallèles alimentant chacun cinq lampes en tension, EE, EE, et se reliant ensuite à la terre par la masse.

Du commutateur (P.S) part un autre conducteur constituant le circuit de force. En dérivation sur ce dernier est monté le circuit du chauffage qui alimente une série de bobines de fils telle que celle représentée en F. Ces bobines

constituent des radiateurs de chaleur disposés sous les banquettes.

Le circuit d'alimentation des électromoteurs

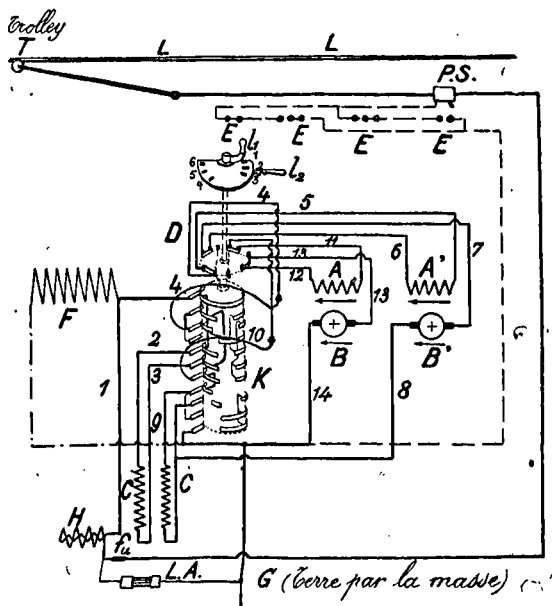


Fig. 39. — Disposition schématique des connexions d'un contrôleur. P. S, commutateur; A, A', inducteurs; B, B', armatures; C, C, résistances; K, contrôleur; D, plateau des contacts;  $l_1$ ,  $l_2$ , leviers de manœuvre; H-LA, parafoudre; LL, ligne aérienne; E, E, lampes électriques; F, chauffage.

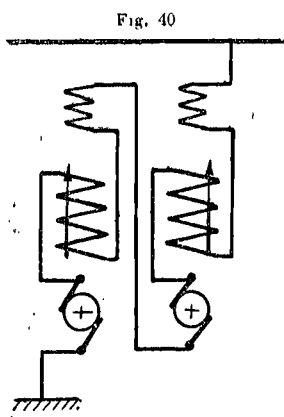
est figuré en gros trait noir. Le conducteur partant du commutateur P.S conduit le courant en

passant par le fusible *fu* dans une bobine H destinée à arrêter les décharges atmosphériques et aussi à les faire passer à la terre par l'intermédiaire du parafoudre L.A, de la connexion G, de la boîte des moteurs, des roues, du truc de la voiture et des rails. On évite ainsi que la décharge atmosphérique atteigne les moteurs.

Après avoir parcouru la bobine H, le courant arrive par le fil 1 au ressort supérieur fixe du contrôleur et passe dans le segment correspondant à ce ressort et en contact avec lui, au cinquième ressort fixe, mis également au contact avec le segment qui lui correspond, et relié électriquement avec le segment précédent ; il suit le fil 2, traverse la résistance C' et revient par le fil 3 au sixième ressort fixe. Il passe de ce ressort au contact correspondant du cylindre qui frotte sur lui, de là au deuxième contact du cylindre, au ressort correspondant qui frotte sur lui, et se rend, par le fil 4 au plateau D qui surmonte le cylindre et qui établit la communication du fil 4 au fil 5 aboutissant à l'inducteur A' de l'un des moteurs.

Le courant, après avoir traversé cet inducteur A', retourne par le fil 6 au plateau D, passe au fil 7 et arrive ainsi à l'armature B' de ce même moteur. Après l'avoir parcourue, le courant est

conduit par le fil 8 à la résistance C et revient par le fil 9 au huitième ressort fixe (en partant de la partie supérieure du cylindre) qui, étant en contact avec la touche correspondante reliée électriquement à celle située immédiatement au dessous d'elle, permet au courant de passer par cette dernière touche et le ressort situé en face, dans le fil 10. Ce fil aboutit au plateau D, où il est relié au fil 11. Le courant traverse donc l'inducteur A du deuxième moteur, revient au plateau D par le fil 12, passe de ce plateau au fil 13 qui le conduit à l'armature B. Après avoir



traversé cette armature le courant s'écoule à la terre par le fil 14.

Le circuit parcouru par le courant pour la position du cylindre du contrôleur représentée sur le croquis (*fig. 39*), est donc celui indiqué par le schéma correspondant à la mar-

che normale à vitesse minima (*fig. 33*).

Pour des positions du cylindre correspon-



dantes à la rotation qu'on lui imprime en se guidant sur les repères du plateau situé au dessous de la manivelle, on obtient les circulations de courant représentées schématiquement par les *fig.* 34, 35, 36, 37 et 38 qui s'appliquent à l'obtention de vitesses successivement croissantes jusqu'à la vitesse maxima pour laquelle les deux moteurs sont en parallèle et les résistances sont enlevées.

Pour inverser le sens de la marche des deux moteurs, on manœuvre le deuxième levier  $l_2$  (*fig.* 39) du disque supérieur du contrôleur, ce qui a pour effet d'inverser le sens du courant dans les inducteurs seulement, ainsi que l'indique le schéma de la *fig.* 40; et cette inversion résulte de la mise en regard des ressorts fixes d'une autre série de contacts placés sur le cylindre du contrôleur et convenablement reliés entre eux.

**Tramways à conducteurs aériens.** — Le système du conducteur aérien, adopté d'une façon pour ainsi dire générale en Amérique, consiste à tendre le long de la voie du tramway, à une hauteur de 7 mètres au dessus du sol, des conducteurs en cuivre ou en bronze siliceux de 8 à 9 millimètres de diamètre, lesquels partent de la station centrale de production d'énergie

électrique ou qui y sont reliés par des feeders (presque toujours souterrains) suivant l'importance du trafic. D'autre part, sur le toit de la voiture est fixée une perche métallique que de puissants ressorts tendent à relever verticalement et le bout de cette perche est armée d'une roulette en bronze appelée *trolley* qui presse

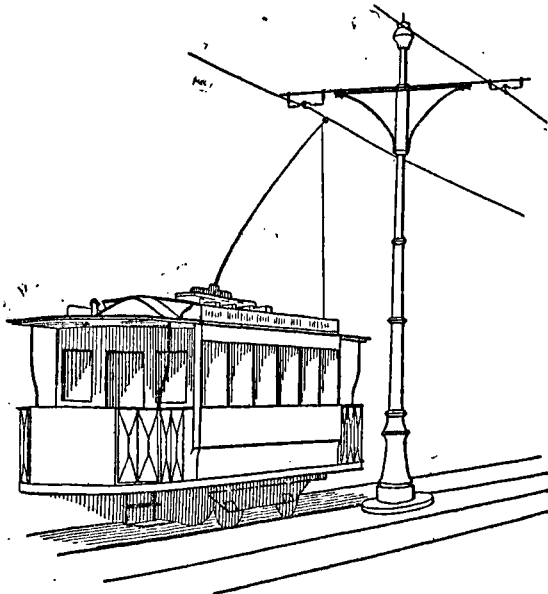


Fig. 41. — Type d'une Automobile à trolley.

sur le conducteur aérien de bas en haut. La perche est mobile autour d'un axe vertical de

façon à pouvoir être retournée lorsque le tramway est arrivé à son terminus (*fig. 41*).

Le courant passe donc de la ligne par l'intermédiaire du trolley et de la perche au commutateur (*fig. 39*), établi à l'origine du circuit de la voiture et circule dans ce circuit ainsi qu'il a été expliqué précédemment pour s'écouler ensuite par la masse de la voiture aux rails formant conducteur de retour du courant.

Plusieurs modifications de détail ont été apportées à ce système de prise de courant pour répondre à certaines exigences.

Dans le but de diminuer l'usure par frottement du conducteur aérien on a remplacé la poulie par un archet. Le bras de l'archet peut, comme celui du trolley, tourner dans le plan longitudinal et un jeu de ressorts le presse constamment contre les conducteurs. Il n'a pas besoin d'être muni d'un axe de rotation vertical parce que, d'une part, la largeur du montant rend inutiles les petits mouvements latéraux de la perche de support et que, d'autre part, grâce à l'élasticité du montant et des fils il se déplace toujours de lui-même dans la portion inclinée par rapport au sens de la marche.

L'un des principaux avantages que les constructeurs font valoir en faveur de l'archet, c'est

la grande simplification apportée aux aîguillages et croisements des conducteurs aériens qui, avec le trolley, doivent être munies de pièces spéciales ayant pour but de diriger la marche de la roulette et d'éviter des soubresauts. On comprend facilement, en effet, qu'avec l'archet, il suffit d'éviter toute solution de continuité ou les saillies brusques dans les conducteurs aériens, pour assurer la continuité du passage du courant de ces conducteurs aux moteurs de la voiture.

Au moyen du tableau de la p. 115, nous donnons quelques renseignements relatifs à des tramways à conducteur aérien existant en France et à l'étranger.

De tous les systèmes de transmission du courant celui par des conducteurs aériens reste le plus commode et le moins coûteux. Ainsi on est à peu près d'accord pour évaluer cet équipement à un prix variant de 19 000 à 25 000 francs par kilomètre pour une voie simple, et de 23 000 à 29 000 francs s'il s'agit d'une voie double avec poteaux métalliques. Mais il est évident que l'aspect de ces conducteurs n'est pas très satisfaisant dans les grandes villes et que, dans certains cas, ces fils peuvent devenir une cause de dangers. C'est pourquoi on a imaginé de placer les conducteurs souterrainement.

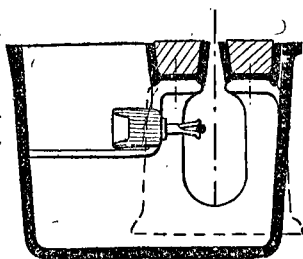
Désignation	Longueur de la ligne en kilomètres	Tension maxima /00	Rayon minimum des courbes en mètres	Nombre et puissance des électromoteurs	Potentiel de distribution (volts)	Nombre de places de l'automobile
Clermont-Ferrand à Royat (1890)	7,3	53	"	1 — 17 <sup>ch</sup>	550	42
Marseille (1892)	6	60	20	2 — 15	550	50
Bordeaux-Boucat au Vigeau (1893)	4,8	15	40	1 — 11	550	40
Lyon à Oullins (1894)	5,9	60	20	2 — 18	550	40
Le Havre (1894)	20	110	16,6	2 — $\left. \begin{matrix} 25 \\ 30 \end{matrix} \right\}$	550	50
Lyon à Écully (1894)	3,2	66	20	2 — 15	550	34
Le Raincy (1895)	5,5	45	20	2 — 18	500	40
Versailles (1896)	13,2	30	20	2 — 18	500	40
Rouen (1896)	37	50	20	2 — 18	550	40
Montmorency à Enghien (1897)	6,4	70	16	2 — 25	500	40
Bruxelles à Tervueren (1894)	11,5	62	30	2 — 18	500	32
Lugano (1896)	4,9	"	"	1 — 15	231-400	24
Zurich (1897)	2,1	70	16	2 — $\left. \begin{matrix} 10 \\ 14 \end{matrix} \right\}$	550	26 et 36

**Tramways à conducteurs souterrains.**

— L'établissement de conducteurs souterrains offre de nombreuses difficultés que l'on a cherché à tourner de différentes façons.

Le principe consiste à placer le conducteur dans un caniveau ouvert selon une pente longitudinale très étroite donnant passage à un support plat qui glisse dans la rainure et porte le trolley ou le frotteur transmetteur du courant.

Il est indispensable, pour que ce système fonctionne d'une façon pratique, de construire un caniveau indéformable, facile à nettoyer et dans lequel la boue et la neige s'accumulent le moins possible; il doit permettre l'accès des isolateurs, la visite et la réparation des conducteurs; d'autre



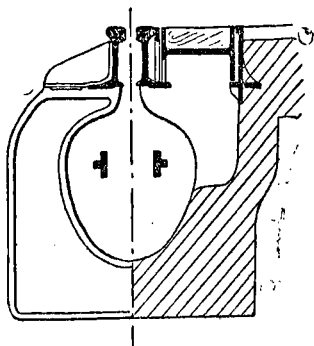
*Fig. 42*  
Caniveau Holroyd Smith, de Blackpool.

part, la rainure qui ne doit pas avoir une largeur supérieure à 29 millimètres, en Europe, 20<sup>mm</sup> aux États-Unis, est disposée dans l'axe de la voie

ou le long d'un des rails. Nous allons examiner les différentes solutions proposées ou exécutées :

1<sup>re</sup> Solution. — Système Holroyd Smith, Blackpool (Angleterre), 1885 (*fig. 42*). — Garniture en tôle englobée dans du béton ; boîtes d'isolement de 3 en 3 mètres ; frotteur pour prise du courant ; rainure dans l'axe de la voie.

2<sup>e</sup> Solution. — Système Siemens, Budapest, 1889 (*fig. 43*). — Chaises ovoïdes en fonte espacées de 1<sup>m</sup>,20 et raccordées par un canal, en béton à sa partie inférieure, en briques à sa partie supérieure. Les deux conducteurs, constitués par des fers cornières sont soutenus par des isolateurs scellés dans



*Fig. 43*  
Caniveau Siemens, Budapest.

les trous pratiqués dans les panneaux. Le collecteur du courant est une navette formée de deux pièces frottantes épousant la forme des cornières et maintenues en contact avec elles par des ressorts. Le collecteur est suspendu à un cadre en bois fixé à la voiture.

3<sup>e</sup> Solution. — Système Lowe, New-York (États-Unis), (*fig. 44*). — Traverses en fonte noyées

dans du béton et espacées de  $1^m,20$ , reliées par un canal en béton de  $0^m,15$  d'épaisseur. La rainure disposée dans l'axe de la voie (ancien funiculaire transformé), faite de deux rails plats bou-

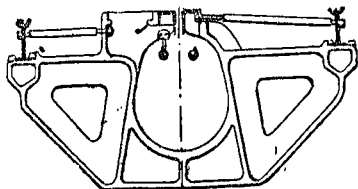


Fig. 44. — Caniveau Lowe, New-York.

onnés sur les traverses et avec rebords verticaux de 127 millimètres.

Les conducteurs sont logés dans l'espace compris entre ces rebords et la partie supérieure du caniveau ; ils sont soutenus par des pinces pouvant glisser le long des tiges horizontales fixées elles-mêmes dans des blocs isolants faisant corps avec la traverse. La prise de courant a lieu par un trolley à deux roues de contact.

4° *Solution.* — Système Connett, Washington (États-Unis), (fig. 45). — Caniveau en béton avec traverses espacées de  $1^m,38$  ; rails plats en acier laissant entre eux une rainure de 29 millimètres et conducteurs en fers à T à aile verticale portés par des isolateurs verticaux. Ces iso-



lateurs sont suspendus par les rebords d'une petite boîte munie d'un couvercle pour la visite. Des trous d'homme permettent en outre de visiter les conducteurs et les isolateurs et de chan-

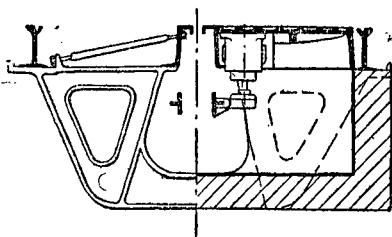


Fig. 45. — Caniveau Connett; Washington (États-Unis).

ger ces derniers. La prise de courant se fait par des frotteurs maintenus par des ressorts entre les faces verticales des conducteurs.

5<sup>e</sup> Solution. — Système de la General Electric C<sup>o</sup> New-York (fig. 46). — Caniveau en béton avec garniture en tôle consolidée de distance en distance par des traverses en fonte. Les deux conducteurs sont constitués par des tuyaux en fer suspendus à des isolateurs verticaux indépendants du caniveau. La prise

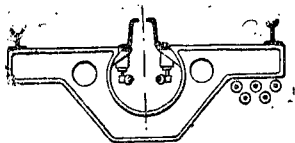
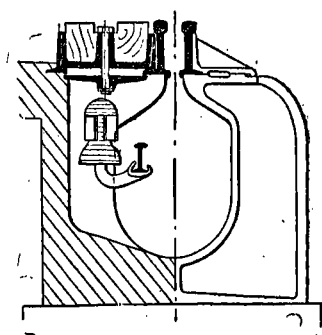


Fig. 46.  
Caniveau de la General Electric C<sup>o</sup>  
New-York.

de courant se fait par des frotteurs suspendus à un chariot qui passe dans la rainure du caniveau (20 millimètres de largeur) et que la voiture entraîne avec elle.

6<sup>e</sup> Solution. — Société Thomson Houston, (Bruxelles). — La *fig. 47* donne la coupe d'un



autre type de caniveau en béton avec rainure faite de deux rails du tramway supportés par des cadres en fonte espacés de 1<sup>m</sup>,20. Les conducteurs sont de

*Fig. 47.* — Caniveau Thomson Houston. petits rails Vignole supportés par des isolateurs verticaux fixés sur leur partie supérieure à des boîtes en fonte.

La prise de courant se fait par frotteurs. On a ensuite modifié ce système en remplaçant les isolateurs verticaux par des isolateurs horizontaux.

7<sup>e</sup> Solution. — Caniveau de Budapest perfectionné (*fig. 48*). — Construit à titre d'essai dans la rue de Châteaudun, à Paris, par la Société

nouvelle d'Électricité. Il se compose toujours de chaises en fonte espacées seulement de 0,80, reliées par un canal en béton. Les isolateurs sont

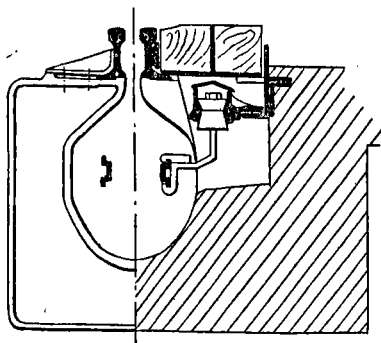


Fig. 48. — Caniveau de la Société nouvelle d'Électricité (Paris)

accessibles par des regards à couvercles creux garnis de pavés en bois.

8° *Solution.* — Système Hærde (fig. 49). — Construit en Allemagne et actuellement en essai. Conduite en tôle reposant simplement sur le sol. La tôle est plissée pour lui donner plus de solidité. On le consolide tous les 1<sup>m</sup>,50 par des cadres en acier. La prise de courant se fait par un trolley muni de galets qui roulent sur les rails; le frotteur est garni à sa partie inférieure d'une sorte de curette qui empêche l'eau d'atteindre

les pièces de contact en cas d'envahissement

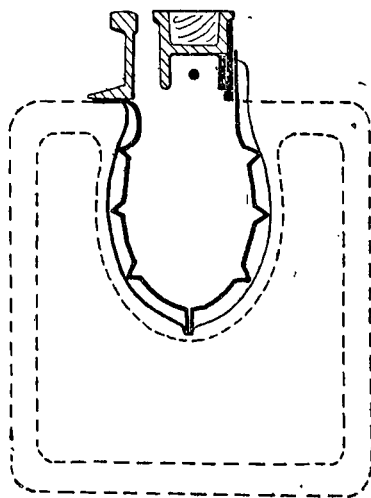


Fig. 49. — Caniveau Herde

du caniveau par les eaux extérieures.

9° *Solution*. — Système Waller Manville (fig. 50). — La seule particularité de ce système consiste dans l'emploi d'un conducteur flexible supporté sur des crochets et d'un appareil de prise de courant constitué par une tige terminée par un autre crochet passant au dessus du premier et soulevant le conducteur de quelques centimètres.

10° *Solution.* — Système Holroyd Smith

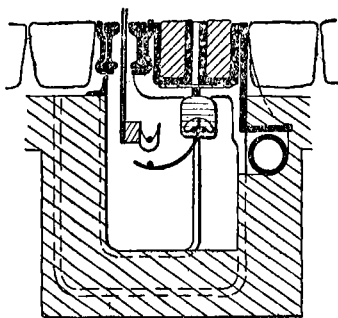


Fig. 50. — Caniveau Waller Manville.

(fig. 51). — Ce système sera installé sur une

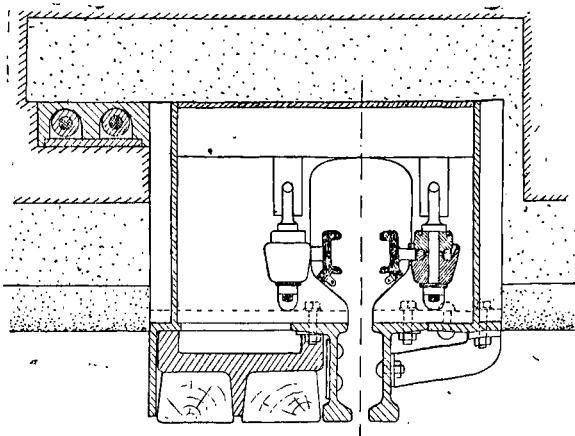


Fig. 51. — Caniveau Holroyd Smith, 1898.

section d'essai, sur les voies de la C<sup>te</sup> générale

Désignation	Longueur de la ligne (kilomètres)	Rampe maxima ‰/00	Rayon minimum des courbes (mètres)	Nombre et puissance des électromoteurs	Potentiel de distribution (volts)	Nombre de places de l'automobile
Blackpool (Holroyd Smith) — 1885	3,2	25	19	{ 2 — 20 <sup>ch</sup>	300	50
Budapest (Siemens) — 1889	12,8	14	22	{ 2 — 25	200	82
Berlin (Union E. G.) — 1896	1,2	20	//	1 2 — 11	500	32 //
Bruxelles (Union E. G.) — 1897	19,4	26	15	{ 2 — 15 2 — 20	500	//
St Cloud (Holroyd Smith) — 1898	3	70	17	2 — 25	500	28

des Omnibus, Boulevard Saint-Germain. Il se compose de chaises en acier découpé espacées de mètre en mètre.

Tous les 4 à 5 mètres, on place une chaise spéciale avec isolateurs et regard de visite. Deux conducteurs en fers à U servent à la prise de courant et au retour. Ces conducteurs sont reliés tous les 150 mètres environ aux feeders de l'usine. Pour la double voie il y a une chaise à isolateurs servant aux deux voies. Ce système a été adopté également pour le tramway de Saint-Cloud.

Nous résumons, dans le tableau de la p. 124, quelques données relatives à des tramways à conducteur souterrain existant en France et à l'étranger.

**Autres systèmes.** — Certains inventeurs ont cherché à remédier à l'inconvénient de la rainure continue par laquelle les boues et immondices viennent obstruer le caniveau.

En Allemagne, M. Hæcker a créé un système de caniveau rectangulaire fermé à sa partie supérieure par une série de plaques juxtaposées, pouvant pivoter autour d'un de leurs petits côtés. L'appareil récepteur de courant qui circule dans ce caniveau porte un patin garni de galets

disposés en pente douce qui soulèvent successivement les plaques pour les laisser retomber après le passage de la voiture (1). *A priori*, un pareil système doit offrir le grave inconvénient de présenter sur la chaussée une bande continue de plaques de tôle qui constituent un danger pour les chevaux et dont la fermeture ne

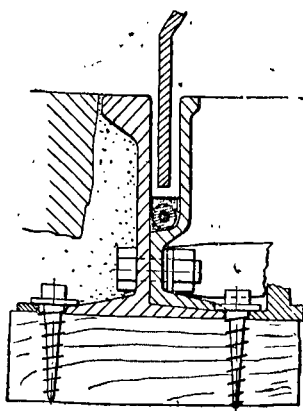


Fig. 52. — Système Bersier.

peut sans doute être assez exacte pour empêcher des infiltrations d'eau et de boue.

En France, M. Bersier a imaginé un autre système d'une certaine originalité (fig. 52 et 53). L'un des rails présente une gorge de 12 centimètres environ de

profondeur, au fond de laquelle est logé le feeder isolé, lequel est par conséquent facilement accessible (fig. 52). Tous les 5 mètres environ, le courant du câble est envoyé dans des boîtes

---

(1) *Génie civil*, n° du 15 mai 1897.



automatiques situées sur le côté de la voie. La voiture porte longitudinalement une pièce métallique terminée à chaque extrémité par une cuiller qui s'engage dans la rainure, ouvre

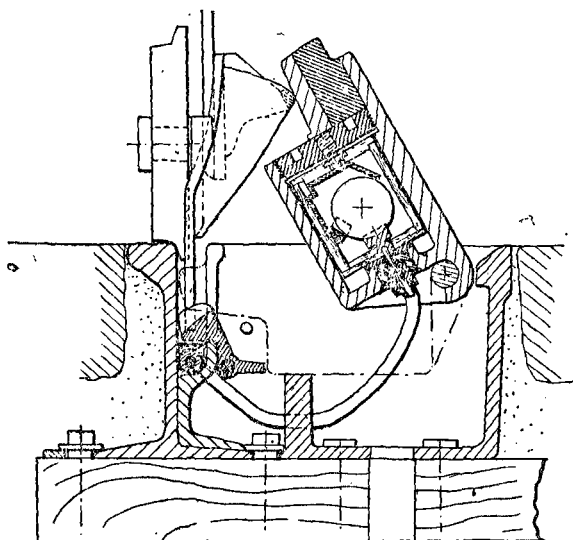


Fig. 53. — Système Bersier. — Vue en coupe transversale d'une boîte de prise de courant basculée.

un loquet de sûreté et soulève la boîte. Celle-ci bascule et, dans son mouvement, établit la communication électrique avec le feeder (fig. 53). Lorsque la voiture est passée, la cuiller d'arrière ferme la boîte et le courant ne se rétablit

que lorsque la boîte suivante est ouverte. Des essais de ce système ont été faits au Havre et à Douai. La pratique seule pourra faire connaître la valeur de l'invention.

Il en est de même du système hongrois Megros et Stork analogue au précédent dans ses parties principales (1).

Enfin les inconvénients inhérents à tous les systèmes de petits caniveaux ont suggéré à M. Holroyd Smith de juxtaposer le caniveau souterrain qui constitue son système à une conduite de visite maçonnée permettant un facile accès des conducteurs, isolateurs, feeders, etc. On est ainsi amené à donner à cette conduite une hauteur de 1<sup>m</sup>,50. Il paraît avantageux d'employer dans le cas de la double voie, une galerie unique desservant les deux conducteurs; on arrive, en effet, à une dépense qui ne dépasse pas celle de la construction de deux petits caniveaux. M. Maréchal préconise un grand caniveau surbaissé de 0<sup>m</sup>,90 de hauteur.

Le système du grand caniveau Holroyd Smith a été imposé par l'administration municipale à Paris dans la concession du tramway de la place Cadet à Montmartre. Une section d'essai

---

(1) *L'Électricien*, mai 1897.

est en voie de construction sur le boulevard Saint-Germain à côté d'une section de petit caniveau afin de juger de la résistance obtenue.

Les prix d'établissement des caniveaux sont très variables en raison des diverses causes indépendantes du système lui-même ; on compte pour le petit caniveau sur un coût kilométrique de 65 000 à 100 000 francs et pour le grand caniveau à deux voies sur une dépense de 200 000 à 220 000 francs.

**Tramways à conducteurs interrompus, au niveau du sol.** — On a cherché une solution du problème en établissant les conducteurs, non plus souterrainement, mais au niveau du sol. Mais alors il faut n'y faire passer le courant qu'au moment précis où ils sont couverts par la voiture et seulement dans la portion occupée par le véhicule. D'où l'obligation de composer ce conducteur de tronçons successifs et d'employer des distributeurs sous chaussée ou sous trottoirs dans des boîtes arasées au niveau du sol. Ces distributeurs donnent le courant au moment opportun.

En principe, il faut, par longueur de tronçon égale à la longueur d'une voiture, au moins deux plots de contact ou pavés métalliques, iso-

lés, dépassant la chaussée de 1 à 2 centimètres et à demeure entre les voies. A ces plots aboutissent des branchements souterrains reliés aux distributeurs. Ces derniers sont eux-mêmes en relation avec la conduite proprement dite, qui est souterraine et amène le courant de l'usine. Ils lancent le courant dans les plots au moment seulement où ils sont recouverts par la voiture, et le frotteur placé sous cette voiture en glissant sur les plots prend le courant pour les moteurs, d'où la nécessité d'avoir deux plots par longueur de voie égale à celle de la voiture, ainsi qu'il a été dit plus haut, puisque le frotteur doit se trouver sur le plot suivant avant de quitter celui sur lequel il vient de passer, afin de ne pas avoir d'interruption de courant. On voit que le système est forcément délicat et assez compliqué. On est cependant parvenu à plusieurs types dont les résultats pratiques sont satisfaisants; nous allons les passer succinctement en revue.

*Système Claret Wuilleumier.* — La première application de ce système a été faite à Lyon en 1894, la seconde a été réalisée, après amélioration des appareils, à Paris, sur le tramway allant de la place de la République à Roumainville.

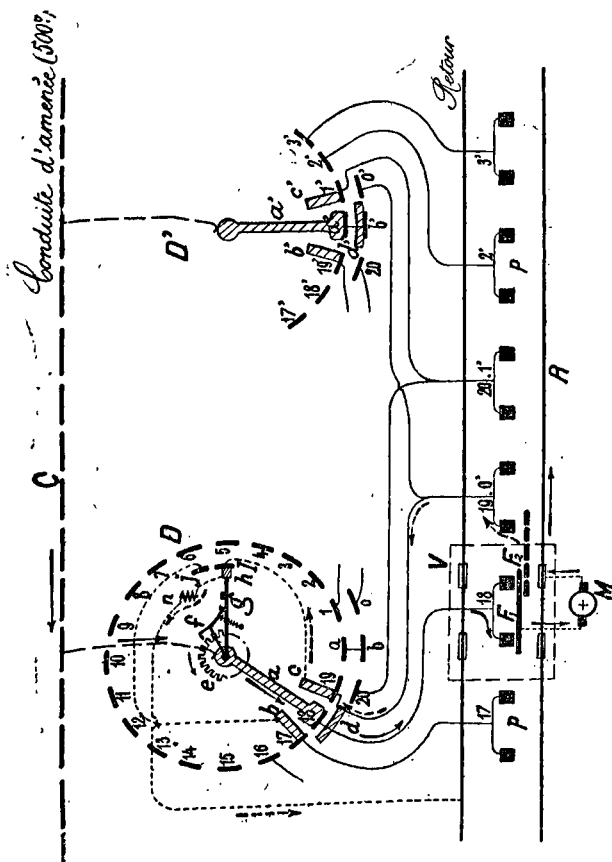


Fig. 54.  
Disposition schématique du système Claret Willeumier, (tramway de la Place de la République à Roumainvil e).

Nous donnons (*fig. 54*) un schéma permettant de saisir le principe de la distribution.

Chaque distributeur commande vingt groupes de deux plots, l'un des groupes étant commun à deux distributeurs successifs.

Ces distributeurs tous identiques (D, D') se composent essentiellement d'une couronne de vingt-trois contacts et d'une partie mobile constituée par quatre frotteurs (*a, b, c, d*) reliés mécaniquement, mais isolés électriquement, et tournant autour d'un même axe qui est en relation constante avec le câble (C) amenant le courant de l'usine. On comprend donc qu'en tournant d'un angle convenable la partie mobile pourra envoyer ce courant à un groupe déterminé de deux plots (représentés en *p* sur le schéma).

Cette rotation est obtenue par un électro-aimant (*n*); une dérivation du courant passe dans cet électro, attire son armature, et, par suite, fait tourner la partie mobile du distributeur, dès que la voiture a passé sur un groupe de deux plots consécutifs; le courant de ligne est ainsi supprimé sur ce groupe de plots et envoyé sur le groupe suivant.

Les distributeurs, dont il nous a paru inutile de donner la description, sont des appareils of-

frant une certaine analogie avec les récepteurs des anciens appareils télégraphiques à cadran de Bréguet.

Sur le schéma nous avons représenté en :

C, la conduite d'amenée du courant ;

DD', les distributeurs ;

V, le véhicule ;

M, le moteur placé sur ce véhicule ;

*p*, les plots (pavés métalliques) ;

F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, le frotteur porté par le véhicule ;

R, les rails (conducteurs de retour).

*a*, *b*, *c*, *d*, sont les frotteurs portés par le bras mobile du distributeur D ; *e*, une roue à rochet ; *f*, son cliquet ; *g*, le levier qui commande ce cliquet ; *h*, le frotteur porté par le levier *g* ; *j* et *l*, les plots reliés aux frotteurs *b* et *c* ; *n*, l'électro de commande du distributeur D.

Le schéma permet de suivre la marche du courant ; il ne comporte pas les parties du distributeur utilisées pour la marche arrière.

Les flèches en traits pleins indiquent le sens de circulation du courant qui actionne le moteur de la voiture quand son frotteur F couvre un groupe de deux pavés.

Les flèches en traits interrompus indiquent le sens du courant dérivé qui passe à travers l'électro *n* et fait avancer d'un cran le bras du distri-

buteur quand le frotteur F est en contact avec deux groupes consécutifs de pavés.

*Système de la C<sup>ie</sup> Westinghouse.* — Le système de la C<sup>ie</sup> Westinghouse est plus simple que le précédent. Le schéma de la fig. 55 en indique le principe.

Chaque voiture porte une petite batterie d'accumulateurs B dont l'un des pôles est relié à la terre et l'autre à une longue barre de fer *b* disposée sous la voiture de manière à venir en contact avec des touches ayant la forme de boutons

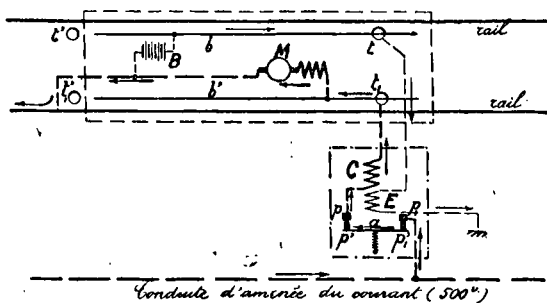


Fig. 55. — Disposition schématique du système de la Compagnie Westinghouse.

ou de macarons de 100 millimètres de diamètre (*t, t'*) et faisant saillie sur le sol de 10 à 15 millimètres environ.

Ces touches sont placées entre les rails et à un



écartement tel que la barre de contact, dont la longueur est à peu près la même que celle de la voiture, soit toujours en prise avec une touche. Le circuit de la batterie est alors fermé sans interruptions sur les touches correspondantes.

Une deuxième barre de fer ( $b'$ ) placée sous la voiture parallèlement à la première vient en contact avec d'autres touches ( $t_1, t'_1$ ) placées à côté des précédentes et par où les voitures prennent le courant nécessaire pour les faire mouvoir. Ces dernières touches sont reliées chacune à un commutateur électro-magnétique enfermé dans une boîte (C) enterrée dans la chaussée. Le moteur (M) de la voiture est relié, d'une part, à la barre  $b'$ , de l'autre, au sol.

Quand la voiture passe sur la série des touches  $t, t'$ , le circuit de la batterie B est fermé par la barre  $b$  et la touche correspondante (touche  $t$  sur le schéma) sur le commutateur ; l'armature  $a$  de l'électro-aimant du commutateur est attirée, et elle établit la communication entre la conduite principale de distribution venant de l'usine centrale et la touche  $t_1$ , d'où, par la barre de contact  $b'$  le courant passe à l'électromoteur M de la manière ordinaire.

Dès que la voiture a dépassé la série des touches  $t, t_1$ , les barres de contact  $b$  et  $b'$  ne sont plus en contact avec elles, et le courant de la batterie B ne passant plus dans l'électro E du commutateur, l'armature de ce dernier retombe sous l'action de son poids et d'un ressort antagoniste; le courant venant de l'usine se trouve coupé.

Les touches ne sont donc inscrites dans le circuit qu'autant qu'elles sont recouvertes par les voitures, et comme dès que les barres  $b, b'$ , sont prêtes à quitter les touches  $t, t_1$ , elles atteignent les suivantes, les circuits de la batterie B et du moteur ne sont jamais interrompus.

On remarquera sur le schéma que les bobines de l'électro-aimant du commutateur se composent d'un enroulement à fil fin parcouru par le courant de la batterie, et d'un enroulement à gros fil parcouru par le courant de ligne. L'action de ce dernier enroulement renforce celle du premier afin d'augmenter la force attractive de l'électro et d'assurer un bon contact.

Il convient de remarquer également que l'armature de l'électro étant attirée par l'action de la batterie B, amène au contact deux jeux de plaques de charbon  $pp'$  et  $p', p'_1$ . Dans un de ces

jeux ( $p' p'_1$ ) les plaques sont reliées électriquement, tandis que dans l'autre jeu ( $pp_1$ ) elles sont isolées l'une de l'autre : la plaque  $p_1$  est en communication avec la ligne, tandis que la plaque  $p$  est en relation avec la touche correspondante  $t_1$ , placée sur la chaussée. Dans le conducteur qui relie  $p$  et  $t_1$ , est intercalée la bobine à gros fil C de l'électro-aimant.

De cette façon, quand les quatre plaques de charbon  $p, p'_1, p_1, p'_1$ , sont en contact, la communication se trouve établie entre la ligne et la touche  $t_1$  sans qu'on ait à craindre un collage.

Des dispositions particulières sont prises, bien entendu, pour assurer la complète étanchéité des boîtes qui renferment les commutateurs.

Il est facile de se rendre compte que le système que nous venons de décrire succinctement comporte l'emploi d'un plus grand nombre de distributeurs que le système Claret Wuilleumier, mais qu'en revanche chaque voiture est bien plus indépendante. Dans le système Claret, en effet, deux voitures ne peuvent se rapprocher au point de s'engager sur une même section dépendant d'un distributeur; et quand un distributeur s'arrête, la voiture qu'il alimente s'arrête également jusqu'à ce que le distributeur ait été remis en mouvement. Dans le système Westinghouse,

au contraire, deux voitures peuvent se rapprocher jusqu'à se toucher et, en cas de mauvais contact d'un plot et d'une barre, la voiture peut franchir ce contact défectueux à cause de la vitesse acquise.

*Système de la Diatto-Electro Cie.* — Ce système est caractérisé par une grande simpli-

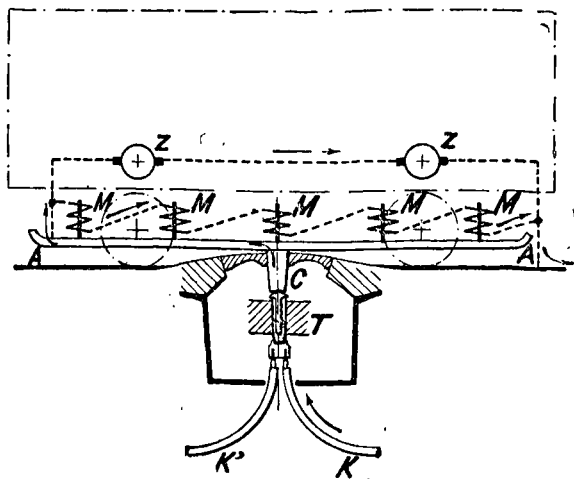


Fig. 56. — Système Diatto, vue schématique d'ensemble.

cité. Les schémas des *fig. 56* et *57* permettent de se rendre compte de son fonctionnement.

A est une barre collectrice en fer reliée à la voiture par une suspension élastique *ff*; cette

barre est aimantée par des électros M excités en série par une dérivation prise sur les moteurs eux-mêmes ou sur une batterie d'accumulateurs portée par la voiture.

Chaque plot B est traversé par un cylindre en fer C vissé dans ce plot.

Quand la barre A arrive sur un plot, le cylindre C s'aimante et attire une pièce D qui, en temps ordinaire, repose sur un godet V rempli de mercure et monté sur une traverse isolante T. La ligne K est reliée au mercure. Le courant amené par le câble K passe donc, par le mercure, au plongeur D, puis au bloc A, par l'intermédiaire du cylindre aimanté C. La barre A conduit le courant aux moteurs Z et le retour se fait par la masse de la voiture et les rails.

Quand la barre A quitte le plot, le cylindre C se désaimante et le plongeur D retombe, rompant ainsi la communication électrique entre le plot et le câble K ; le courant de ligne se rend donc au plot suivant par le câble K'.

La rupture de la communication électrique entre le plot et le câble s'effectuant seulement lorsque la barre collectrice a repris contact avec le bloc suivant, il n'y a pas d'étincelle de rupture à craindre. Toutes les étincelles qui se produisent à l'arrêt du moteur sont reportées dans

le distributeur que manœuvre le mécanicien ; elles sont d'ailleurs insignifiantes, car outre le rhéostat habituel, les plots de rupture de ce dis-

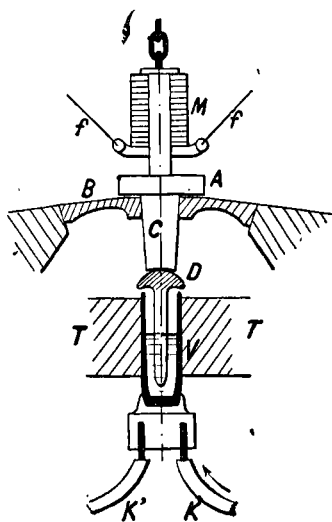


Fig. 57.  
Système Diatto, détails du plot

tributeur sont munis d'un souffleur électro-magnétique.

On est généralement enclin à se méfier, et cela à juste titre, des contacts à mercure ; cependant celui qui a été étudié par la Diatto C<sup>ie</sup> a, paraît-il, un fonctionnement parfait parce que le plongeur D se trouve partiellement

équilibré par la poussée du mercure. Pour maintenir l'aimantation de la barre collectrice A, il ne faudrait pas dépenser plus de 250 watts.

Le système Diatto va être appliqué prochainement de Tours à Saint-Nazaire.

Un système analogue a été décrit dans l'*Élec-*

*tricien* de mai 1897, il est basé sur l'emploi d'un appareil auto-commutateur balistique système Lacroix. Mentionnons aussi le système Hermand qui est sur un principe analogue.

Avant de se prononcer sur la valeur des systèmes que nous venons de signaler, il faut attendre que les expériences en cours aient une certaine durée. En ce qui concerne le prix de premier établissement, on ne possède encore que des données un peu vagues.

Les constructeurs annoncent que le système Westinghouse revient à 60 000 francs et que le système Diatto coûte 30 000 francs par kilomètre de voie simple, non compris les dépenses de voies et de feeders. Ces prix seraient ainsi intermédiaires entre ceux d'une ligne électrique à trolley et d'une ligne à conducteurs souterrains.

**Tramways à accumulateurs.** — Au point de vue théorique, il est infiniment plus séduisant de changer sur la voiture une batterie d'accumulateurs contenant une provision d'énergie suffisante pour une ou plusieurs courses aller et retour, que d'amener le courant par lignes aériennes, souterraines ou à fleur du sol.

Malheureusement, tout le monde connaît les

inconvéniens des accumulateurs actuels : rendement faible, coût d'entretien élevé, manque d'élasticité dans le service.

Chaque élément d'accumulateur ne donnant qu'une force électromotrice de 1,85 à 2 volts à la décharge, il en résulte qu'il faut employer une batterie composée d'un nombre d'éléments représenté par le quotient de la tension (en volts) à laquelle fonctionnent les électromoteurs et du chiffre minimum 1<sup>v</sup>,85. D'où l'obligation, pour ne pas atteindre un nombre d'éléments excessif, dont la manutention serait fort difficile, de limiter à 100 ou 200 volts la tension à laquelle doivent fonctionner les électromoteurs. On arrive ainsi à avoir des batteries de 55 à 110 éléments.

Quant aux dimensions et au poids de la batterie, ils dépendent du travail qu'on lui demande entre deux changements successifs.

En service moyen on ne dépasse pas le débit de 2 ampères par kilogramme de plaques. Cependant, pendant les démarrages, on se trouve dans l'obligation de leur demander des débits de 5 et même de 6 ampères par kilogramme et le rendement de la batterie s'en ressent forcément.

Les accumulateurs supportent donc assez mal les coups de collier et les trépidations viennent ajouter leur influence fâcheuse à ces variations



du régime de décharge pour limiter la durée de ces appareils.

Ajoutons que la charge doit être faite avec une certaine lenteur, que le rapport des watts heure de décharge aux watts-heure de charge est de 0,70 % et que le rendement en ampères est de 0,85 à 0,90.

Malgré ces défauts, qui sont assez graves, les accumulateurs sont employés maintenant sur un assez grand nombre de lignes à Paris et dans certaines autres grandes villes à l'étranger.

Les premières lignes de tramways à accumulateurs exploitées par la C<sup>ie</sup> des tramways de Paris et du département de la Seine ont été celles de Madeleine-Saint-Denis, Opéra-Saint-Denis, Neuilly-Saint-Denis qui ont une longueur totale de 23 kilomètres.

On utilise sur ces lignes deux types de voitures toutes deux à impériale et à cinquante places.

Le premier type a un poids total de 14 500 kilogrammes en ordre de marche. Dans ce poids total, la batterie et ses accessoires figurent pour 3 000 kilogrammes, soit environ 20 % du total. Elle se compose de cent huit éléments à onze plaques (18 kilogrammes de plaques par élément) groupées par neuf, contenues dans une

même caisse ; soit douze caisses, réparties à raison de six sur chacun des côtés de la voiture, sous les banquettes.

La capacité de cette batterie est de 175 ampères-heure au débit moyen de 35 ampères (2 ampères par kilogramme de plaques), pouvant atteindre 80 à 100 ampères (4 à 5 ampères par kilo) dans les rampes et aux démarrages.

Avec une pareille batterie, on peut effectuer un parcours de 50 kilomètres.

On compte deux batteries par voiture, une batterie faisant deux voyages, aller et retour.

La charge se fait en quatre heures, tous les éléments groupés en série, avec un courant de 260 volts pendant les deux premières heures, et une surélévation de la tension à 280 volts (à l'aide d'un survolteur) pendant la deuxième partie de la charge.

Le deuxième type de voiture a un poids total de 11 700 kilogrammes, dont 1 700 kilogrammes pour la batterie (14 % du poids total).

La batterie se compose de cinquante-six éléments logés dans une caisse unique suspendue entre les deux essieux. Le poids a été considérablement réduit comme on le voit (de près de moitié) mais il faut la charger après chaque voyage, aller et retour. On augmente ainsi le

nombre des manipulations, mais on gagne du temps et on économise des frais de main-d'œuvre, par suite de la réduction de poids. Ainsi tandis que le changement d'une batterie de cent-huit éléments, du poids de 3 000 kilogrammes, exige le concours de six hommes et prend six minutes, cette même manutention pour la batterie de cinquante-six éléments du poids de 1 700 kilogrammes se fait avec deux hommes en deux minutes. Tout compte fait, la Compagnie a trouvé plus avantageux l'emploi de la batterie de cinquante-six éléments.

*Récupération de l'énergie.* — M. Sarcia s'est livré à une série d'expériences fort intéressantes, dans le but de récupérer aux descentes une partie de l'énergie consommée aux montées. Sur les parties de voies en pente, la voiture roule, en effet, sous la seule action de son poids, ses moteurs entraînés par les essieux peuvent donc être utilisés comme générateurs de courant et ce dernier est envoyé dans les accumulateurs qu'ils rechargent. Mais cette récupération de l'énergie n'est pratiquement possible qu'autant que la pente par mètre est supérieure à  $1^{\text{cm}},3$ .

On peut, en effet, calculer le travail disponible  $T$  sur une pente continue de longueur  $l$  et d'une déclivité de  $n$  centimètres par mètre, le

poids de la voiture étant P exprimé en tonnes par la formule (1) :

$$T = Pl (10 n - 13)$$

en admettant que la résistance à la traction soit, par tonne et en palier, de 13 kilogrammes en moyenne et que cette résistance soit de 10 kilogrammes par tonne et par chaque centimètre par mètre de rampe.

M. Pellissier compte que, par suite des arrêts, ralentissements, etc., il ne faut prendre que les 0,85 de ce travail. Si, de plus, on admet pour le rendement des moteurs employés à générer du courant 75 % et, pour le rendement des accumulateurs (rapport des watts-heure de décharge aux watts-heure de charge) 70 %, on voit que le travail réellement récupéré se réduit à :

$$T \times 0,85 \times 0,75 \times 0,70 = 0,446 T.$$

Et comme ce travail sera utilisé par des moteurs d'un rendement de 0,75, on n'aura comme travail disponible que :

$$0,46 T \times 0,75 = 0,33T.$$

Ainsi le calcul montre que l'on ne peut récu-

(1) H. MARÉCHAL. — *Les tramways électriques*. Paris, 1897. Librairie Baudry.

pérer que le tiers du travail produit par les électromoteurs agissant comme générateurs de courant dans les parties en déclivité, lorsque la condition  $10 n - 13 > 0$  est remplie, c'est-à-dire lorsque la pente est supérieure à  $\frac{13}{10}$  ou  $1^{\text{m}},3$  par mètre.

Il faut observer aussi que, pour que cette récupération soit possible, les moteurs doivent être excités en dérivation ; or, nous avons vu (p. 403) que l'excitation en série était préférée pour la traction électrique.

Malgré cela, la récupération offre des avantages très appréciables quand on exploite des lignes accidentées comme celle de la Madeleine-Saint-Denis où se trouvent les fortes pentes de la rue de Rome et de l'avenue de Saint-Ouen,

Les expériences faites sur ces parcours ont prouvé que l'on retrouvait, en pratique, à la descente, de 22 à 27 % de l'énergie dépensée pour les monter en tenant compte de la perte de 30 % résultant du rendement de la batterie.

*Batteries à chargement rapide.* — En dehors des essais que nous venons de signaler sur la récupération de l'énergie, on en a fait d'autres ayant pour but de réduire le coût de l'exploitation en supprimant une partie des manipulations

auxquelles donne lieu le changement des batteries. De là, l'idée de l'emploi des accumulateurs dits à charge rapide. L'expérience a été faite par la C<sup>o</sup> des tramways de Paris et du département de la Seine sur les lignes de Madeleine-Courbevoie ; Madeleine-Pont de la Jatte-Courbevoie ; Madeleine-Levallois et Neuilly-avenue du Roule, qui ont un parcours total de 23 kilomètres 769.

L'électricité produite dans une station centrale installée à Puteaux, est amenée aux points de stationnement des voitures par des feeders souterrains. Les batteries d'accumulateurs restent à demeure sur les voitures et se chargent après chaque voyage, aller et retour, en quinze minutes.

Les voitures à cinquante-deux places pèsent quatorze tonnes dont 3 000 kilogrammes pour la batterie de 200 éléments à cinq plaques de 3 kilogrammes chaque (15 kilogrammes par élément). La capacité moyenne garantie pour la batterie est de 32,5 ampères-heure pour un voyage aller et retour. On charge en mettant les éléments en série sur un circuit de 540 volts débitant 120 ampères. La décharge s'effectue avec une moyenne de 1<sup>v</sup>,98 par élément, ce qui donne une force électromotrice totale de 400 volts.

On pourrait s'étonner de la rapidité de cette charge alors qu'avec les batteries précédemment employées il fallait quatre heures. Mais la charge de ces anciennes batteries se faisait à environ 2 ampères par kilogramme de plaque, tandis que, dans les nouvelles, elle s'effectue à raison de  $120 : 15 = 8$  ampères par kilogramme. Il convient aussi de remarquer que, dans ces nouvelles batteries on n'utilise qu'une partie de la capacité qu'elles peuvent fournir. Quand on recharge, cette capacité n'est donc pas épuisée, et comme c'est dans les premiers moments qu'une batterie (chargée à potentiel constant) absorbe la plus grande partie de l'électricité qu'elle peut emmagasiner, on comprend qu'on soit arrivé à limiter le temps de la charge en ne dépensant qu'une partie de la capacité disponible et en quadruplant l'intensité du courant de charge.

Cette rapidité de chargement ne constitue pas une invention nouvelle mais seulement une application aux accumulateurs Tudor (qui ne sont que des accumulateurs Planté à grande surface d'électrodes) de la charge à potentiel constant. En effet, quand on examine la courbe de capacité d'un accumulateur Tudor établie en fonction du temps de la décharge, on voit que cette courbe partant d'un maximum pour la décharge en dix

heures décroît très peu jusqu'à la décharge en cinq heures, pour, à partir de ce moment, tomber assez rapidement et arriver à ne plus faire figurer à la décharge en deux heures que 65 % de la capacité totale, en une heure environ 45 % de cette même capacité et enfin tombe à 30 % en une demi-heure.

Si on suppose que le parcours d'un tramway s'effectue en une heure et demie entre deux points de chargement, la capacité qu'il pourra utiliser sera d'environ  $\frac{45 + 65}{2}$  ou 55 %. Si on conserve une réserve de 25 % de la capacité totale pour parer aux éventualités, on aura à récupérer, en bout de ligne, 35 % majoré du rendement en quantité et ce chiffre deviendra 38,5 %. A l'aide de la charge à potentiel constant, on peut restituer à l'accumulateur 38 % de la capacité en vingt minutes en donnant aux électrodes une surface suffisante.

**Combinaison du conducteur aérien et des accumulateurs.** — On peut combiner le système de traction par trolley avec celui par accumulateurs, afin de profiter de l'économie que procure le premier de ces systèmes sur le deuxième en l'employant sur les parties du parcours où il ne peut présenter d'inconvénient au



point de vue esthétique. C'est ainsi, par exemple, qu'un tramway partant d'un point central d'une grande ville pour aboutir en un point de la banlieue pourra être à accumulateurs dans le trajet urbain et deviendra sans aucun inconvénient à trolley dès qu'il pénétrera dans les faubourgs et dans la zone de banlieue. Dans ce cas, la voiture sera munie d'accumulateurs et d'un trolley qui pourra être supprimé à l'entrée en ville. La batterie sera chargée, dans le cours même du trajet extra-muros, avec le courant de la ligne à trolley pendant les arrêts et par l'excès du courant disponible en palier ou dans les parties en pente pendant la marche.

Ce système a été appliqué avec succès à Dresde et à Hanovre sur des lignes de 4 et de 7<sup>km</sup>. On y emploie des accumulateurs à charge rapide<sup>(1)</sup>.

Nous résumons, dans le tableau de la p. 152, quelques données relatives à des tramways à accumulateurs.

Rappelons en terminant qu'au 1<sup>er</sup> janvier 1897, il n'y avait pas, en Europe, moins de 150 lignes électriques dont 122 à conducteurs aériens, 8 à conducteurs souterrains, 8 à prises de courant au

(1) Ce système a été inauguré, au commencement de 1898, par la C<sup>ie</sup> des tramways de Paris et du Département de la Seine sur ses lignes partant de la place de la République.

Désignation	Hauteur maxima /00	Rayon minimum des courbes en mètres	Nombre des puissances et électromoteurs	Accumulateurs		Potentiel de marche	Nombre de places de l'automobile
				Nombre	Poids		
Saint-Denis à Paris et Neuilly, 3 lignes 23 kilomètres. (1892 à 1895) . . . .	38	20	2 — 10	108	3 000kg	200v	50
Paris - Courbevoie. Accumulateurs à charge rapide, 18 kilomètres (1897) .	16	25	2 — 18	200	3 600	360	52
Vienne-Dusseldorf (accumulateurs Wad del-Entz) 5 <sup>km</sup> ,8 (1895) . . . . .	36	11	1 — 15	136	1 800	100	32

niveau du sol et 12 par accumulateurs ; ces lignes représentent un total de 1 460 kilomètres et plus de 3 000 voitures automotrices y sont en service.

De notre étude succincte des divers systèmes de tramways électriques, il faut conclure :

Que la solution évidemment la plus rationnelle se trouve être dans l'emploi du conducteur aérien pour les automobiles desservant la banlieue des grandes villes et même sur les voies intérieures de ces villes lorsque les conducteurs aériens pourront être suffisamment dissimulés ; que ce système convient également bien lorsqu'il s'agit de relier entre elles des localités voisines ou d'établir une communication rapide entre une localité et la gare de chemin de fer la plus proche. Mais dans le cas de parcours urbains, on sera obligé la plupart du temps de recourir soit au conducteur souterrain, soit aux conducteurs interrompus et à fleur de sol afin d'obéir aux conditions d'esthétique et de non-encombrement qui passent avant toute autre considération.

Avant de pouvoir porter un jugement définitif sur les différents systèmes actuellement proposés, il faut attendre qu'une pratique de quelques années ait mis en évidence, d'une manière certaine, leurs inconvénients au point de vue technique et les dépenses d'entretien qu'ils occasionnent.

## CONCLUSIONS

---

Dans l'exposé rapide que nous venons de faire des divers systèmes d'automobiles en service régulier ou en essais pour les transports en commun, nous avons négligé, à dessein, d'indiquer les prix de traction qui leur sont afférents.

C'est qu'en effet, pour calculer ces prix, il faut tenir compte d'une quantité d'éléments variables suivant les conditions d'exploitation tels que : nature de la ligne, longueur, profil, intensité de trafic, nature de ce trafic, etc.

Il faudrait donc, pour pouvoir indiquer la supériorité de tel ou tel type d'automobile sur les autres, avoir pu soumettre tous ces systèmes à des essais ayant une même durée et effectués dans les mêmes conditions (1). Ne possédant aucun do-

---

(1) Des essais comparatifs ayant un caractère officiel ont été tentés à l'Exposition d'Anvers, en 1885, sous la direction d'une Commission Internationale ; à notre connaissance, ils n'ont pas été renouvelés depuis.

cument de ce genre de date récente, on s'expose en donnant des chiffres, à les voir discuter (avec raison quelquefois) parce qu'on compare des résultats d'expériences faites dans des conditions différentes. Il faudrait pouvoir obtenir des Compagnies de transport les chiffres exacts résultant de la pratique de plusieurs années, mais là encore on éprouve de grandes difficultés ; les Compagnies ne donnent pas ces chiffres afin de se mettre à l'abri des réclamations que pourraient leur adresser les municipalités. Si on s'adresse aux inventeurs d'un système, on obtient évidemment l'indication d'un prix de revient *minimum* ; si on s'adresse à ses concurrents, on est certain d'avoir un *maximum*, quelque bonne foi que mettent à vous renseigner ceux que vous interrogez.

On ne doit donc pas s'étonner si toutes les fois que ces questions de prix ont été agitées dans des communications aux Sociétés d'ingénieurs, elles aient été le point de départ de vives controverses, sans grand résultat final pour celui qui cherche avant tout à s'éclairer.

Mais est-ce à dire qu'il soit impossible de se procurer des renseignements dignes de foi ? Évidemment non, et justement il vient de paraître une étude des plus consciencieuses sur la traction mécanique des tramways, due à M. Raymond

Godfernaux, où nous trouvons des documents précieux sur le sujet qui nous occupe. Nous ajoutons foi aux renseignements que nous donne l'auteur, parce que nous savons qu'il a puisé ceux-ci à des sources sûres et qu'il en a ensuite lui-même contrôlé l'exactitude.

M. R. Godfernaux nous excusera donc de lui emprunter les quelques chiffres qui suivent et qui nous permettront de faire la conclusion de notre propre étude.

Pour l'établissement des prix de revient, la résistance moyenne a été prise égale à 17<sup>kg</sup>,5, faisant observer que ce chiffre est plutôt au-dessus de la réalité qu'au dessous. On a admis un réseau de 30 kilomètres desservi par 30 automobiles dont deux tiers en service et le reste en réserve, le parcours moyen journalier de chaque voiture a été supposé de 150 kilomètres ; le capital de premier établissement calculé sur ces données doit être amorti en moyenne en dix ans, il comprend tous les appareils fixes et roulants (dépôts, remises, ateliers) sauf les voies dont le prix est trop variable pour entrer en ligne de compte. Sur ces bases, M. Raymond Godfernaux a calculé pour chaque système de traction le travail moyen, la dépense de charbon et les dépenses de traction par kilomètre-voiture ; nous avons condensé les principaux chiffres dans le tableau suivant :

Par kilomètre-voiture	A vapeur		Air comprimé A	A gaz	Électriques	
	Système Kloman	Système Serpollet			A cable aérien	A accumulateurs
Nombre de places de la voiture-type . . . . .	43	50	50	50	50	50
Poids calculé de combustible brûlé : kgs . . . . .	2,98	2,54	4,31	1023 lit	1,4 (4)	2,59
Prix de revient : Force motrice . . . . . frs.	0,119	0,102	0,234	0,200	0,164	0,130
"    Main d'œuvre de conduite . . . . . frs.	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
"    Eau, huile, entretien, etc. . . . . frs.	0,112	0,117	0,110	0,135	0,070	0,130
Totaux.	0,346	0,299	0,424	0,435	0,314	0,340
Amortissement 10 0/0 . . . . . frs.	0,110	0,110	0,150	0,106	0,170	0,130
Dépenses totales de traction, . . . . . frs.	0,456	0,409	0,574	0,541	0,484	0,470

(4) Le chiffre de 1kg,4 de charbon par voiture kilomètre résulte des expériences faites aux tramways électriques à trolley de Rouen.

# ANNEXES

—

## ANNEXE N° 1

### Compagnie Générale des Omnibus

#### DEVIS-PROGRAMME

#### POUR TRUCK D'AUTOMOBILE AVEC MOTEURS A VAPEUR

ARTICLE PREMIER. — *Conditions générales à remplir.* Le truck pour voie normale de 1<sup>m</sup>,41 doit porter un générateur et un moteur de force suffisante pour permettre à l'automobile chargée de cinquante-deux voyageurs (compris machiniste et conducteur), de remorquer une voiture d'attelage de même contenance (cinquante-et-un, voyageurs et un conducteur) sur rampe de 50 millimètres à la vitesse minima de 12 kilomètres à l'heure.

Sur rampe de 25 millimètres ou inférieure à 25 millimètres, la vitesse doit être de 16 kilomètres à l'heure.

ART. 2. — *Poids à admettre.* La caisse d'une automobile pèse 2.100 kilogrammes.

Le poids d'un voyageur est compté à 75 kilogrammes.  
La voiture d'attelage vide pèse 4.700 kilogrammes.



## TRUCK

ART. 3. — *Composition du truck.* Le truck comprend :

a) Un châssis métallique en fers spéciaux, cornières et tôles monté sur deux essieux, avec suspensions élastiques, tampons de choc, attelages, chaîne de sûreté ;

b) Un générateur de vapeur avec ses accessoires, raccords, enveloppes, échappement, etc. ;

c) Un réservoir d'eau d'une capacité d'au moins 350 litres ;

d) Un organisme moteur double avec commande directe des essieux et bielles d'accouplement entre ces essieux ;

e) Deux systèmes de freins dont au moins l'un continu et automatique ;

f) Deux sablières avant et deux sablières arrière ;

h) Un chasse-corps à balais.

ART. 4. — *Dispositions relatives des appareils sur le truck.* Le truck doit être absolument rigide et permettre l'accès facile du générateur, de toutes les pièces du mécanisme, et d'une façon générale, de toute partie pouvant nécessiter une visite, un nettoyage ou une réparation.

ART. 5. — *Châssis.* Le châssis est monté sur deux essieux, dont l'écartement devra être aussi faible que possible (1<sup>m</sup>,800 au maximum), pour permettre le passage dans des courbes de faible rayon.

ART. 6. — *Indépendance de la caisse.* Le truck doit porter tout le mécanisme de telle sorte que l'on puisse retirer la caisse de l'automobile sans rien démonter sur ce truck.

ART. 7. — *Tampons de choc.* Les tampons de choc

placés à l'avant et à l'arrière doivent être assez résistants pour permettre toute manœuvre de voitures par tamponnements.

ART. 8. — *Mode d'attelage.* Les attelages doivent permettre d'atteler automatiquement en courbe sans danger.

ART. 9. — *Répartition des charges.* La répartition des charges doit être sensiblement la même sur les deux essieux. L'essieu d'arrière doit être de préférence plus chargé.

La charge maxima par essieu ne doit pas dépasser 8.000 kilogrammes.

ART. 10. — *Largeur maxima.* La largeur maxima du truck, hors œuvre, ne doit pas dépasser 2 mètres.

#### GÉNÉRATEUR ET ACCESSOIRES

ART. 11. — *Puissance du générateur.* Le générateur devra être assez puissant pour fournir la vapeur nécessaire à l'appareil moteur et aux freins s'il y a lieu.

ART. 12. — *Vérification du service des mines.* Il devra être agréé par le Contrôle des Mines et porter tous les appareils de sécurité exigés par les règlements.

ART. 13. — *Nature du combustible à employer.* Le combustible employé ne devra dégager ni fumée ni odeur.

Le seul combustible remplissant ces conditions paraît être l'huile lourde.

Dans son emploi, on aura soin :

1° D'avoir plusieurs brûleurs de façon à pouvoir proportionner la vaporisation à l'effort à faire ;

2° De prendre les mesures nécessaires pour éviter que l'huile ne sorte de l'échappement incomplètement brûlée.

ART. 14. — *Disposition du foyer.* L'appareil de chauffage devra être disposé de telle sorte que le machiniste puisse facilement régler l'intensité de la vaporisation tout en conduisant sa machine.

Le parcours minimum à effectuer dans ces conditions est de 10 kilomètres.

ART. 15. — *Vérification permanente de l'état des feux.* Le machiniste devra pouvoir se rendre compte à chaque instant de l'état de ses feux sans arrêter ni distraire son attention de la conduite de l'automobile.

ART. 16. — *Mise en pression.* L'appareil de chauffage devra être pourvu d'un dispositif permettant de mettre rapidement le générateur en pression (30' au maximum) et de régler facilement la production de vapeur.

ART. 17. — *Alimentation.* L'alimentation du générateur devra être indépendante de la vitesse de marche de l'automobile ou tout au moins permettre d'alimenter la puissance maxima aux plus faibles vitesses.

ART. 18. — *Échappement.* La vapeur d'échappement devra être condensée ou au moins être rendue invisible, quelle que soit la température extérieure.

La cheminée d'échappement devra être invisible et ne laisser passer aucune chaleur pouvant incommoder le public et les voyageurs.

ART. 19. — *Facilité de visites du générateur à vapeur.* Le générateur devra être étudié de telle sorte que ses visites, lavages et nettoyages soient aussi rares que possible et disposé pour rendre très faciles et très rapides ces visites, lavages et nettoyages.

ART. 20. — *Réservoir d'eau.* La vidange et le remplissage du réservoir doivent pouvoir se faire facilement.

La vidange notamment doit pouvoir être faite sur la voie publique et conduite au ruisseau par tuyau flexible.

Il est recommandé de se servir de ce réservoir d'eau formant écran entre le générateur et la caisse de la voiture.

#### MOTEUR

ART. 21. *Facilité de visite et de graissage.* Toutes les pièces du mécanisme et les boîtes à graisser des essieux doivent être accessibles, pouvoir être graissées sur la voie publique sans faire de visite.

Le graissage doit pouvoir être fait par le machiniste sans crainte de brûlures au contact du générateur.

Tout graissage par l'intérieur de la caisse est formellement interdit.

ART. 22. — *Commande des essieux.* Commande directe des essieux par les cylindres moteurs avec bielles d'accouplement entre ces essieux.

ART. 23. — *Distribution de vapeur.* La distribution doit être variable et être, ainsi que le changement de marche, à la disposition du machiniste.

ART. 24. — *Dispositions générales du moteur.* Tout le mouvement doit être préservé des escarbilles du foyer, des poussières et boues de la voie.

Il doit être à l'abri de tout contact dangereux pour les voyageurs et le public.

ART. 25. — *Freins.* L'automobile doit être munie de deux systèmes de freins agissant sur deux sabots par roue.

L'un continu et automatique avec sablières marchant simultanément, permettant l'arrêt du train en 10 mètres, à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure, en pente de 20 millimètres.

Le frein doit être modérable et permettre la descente des pentes par freinage variable à la volonté du machiniste.

Le deuxième frein peut n'être manœuvrable qu'à la main et n'agit que sur l'automobile.

La manœuvre doit pouvoir être faite aussi bien par le machiniste que par le conducteur.

ARR. 26. — *Sablières*. Il doit y avoir des sablières à l'avant et à l'arrière.

Le machiniste doit disposer d'une manœuvre indépendante pour ces sablières.

En outre, le blocage à fond du frein automatique doit faire fonctionner automatiquement les sablières avant, comme on l'a dit plus haut (art. 25), de façon à assurer le coefficient d'adhérence nécessaire à l'arrêt en 10 mètres (coefficient 0,18 environ).

Quant à la sablière arrière, elle doit être manœuvrée automatiquement par le frein de secours du conducteur.

ARR. 27. — *Chasse-corps*. Les chasse-corps doivent être portés par les essieux mêmes de l'automobile, de façon que leur distance au sol soit constante quelle que soit la charge du véhicule.

ARR. 28. — *Installation des appareils de manœuvre*. L'aménagement des appareils et du générateur sur la plateforme du machiniste ne doit pas masquer celui-ci à la vue du conducteur.

Tous ces appareils doivent être aussi réduits que possible et groupés sous la main du machiniste, qui

ne doit en aucun cas être obligé ni de se retourner pour effectuer une manœuvre, ni de se déplacer.

Ils doivent en outre être disposés de façon à éviter toute confusion et à être facilement éclairés de nuit par une lanterne placée sur la marquise au-dessus de la tête du machiniste.

ART. 29. — *Modifications au programme.* Les constructeurs sont libres d'apporter au présent programme toutes les modifications qu'ils jugeront convenables, pourvu qu'elles aient pour objet le meilleur fonctionnement de l'automobile.

---

ANNEXE N° 2

## Compagnie Générale des Omnibus

### DEVIS-PROGRAMME

#### POUR L'ÉTABLISSEMENT D'UNE VOITURE AUTOMOTRICE AVEC MOTEURS A GAZ

1. *Objet.* — La voiture automotrice avec moteurs à gaz est destinée à assurer le service des lignes de tramways de la C<sup>ie</sup> générale des Omnibus de Paris.

2. *Types.* — Elle sera du type à impériale couverte à cinquante places, actuellement en usage sur les lignes de la C<sup>ie</sup> générale.

L'avant sera réservé au machiniste exclusivement et on n'y admettra pas de voyageurs.

Pour cela, la voiture sera au besoin du type à retournement obligatoire, pour lequel les manœuvres

aux terminus doivent se faire, soit au moyen de plaques tournantes, soit au moyen de voie en boucle.

3. *Moteurs.* — Les moteurs devront avoir une puissance suffisante pour remorquer une voiture d'attelage, le train étant supposé complètement chargé, sur une rampe de 40 millimètres par mètre, à la vitesse de 8 kilomètres à l'heure.

On admettra les hypothèses suivantes :

Poids d'un voyageur : 70 kilogrammes.

Poids de la voiture d'attelage à vide : 5 tonnes.

Coefficient de roulement : 12 kilogrammes par tonne, plus 1 kilogramme par millimètre de rampe.

Coefficient d'adhérence : 0,10 (dix centièmes).

4. *Effort de traction.* — On indiquera les efforts de traction correspondant aux vitesses suivantes, à l'heure, en kilomètres :

4 kilomètres, 6 kilomètres, 8 kilomètres, 10 kilomètres, 12 kilomètres, 20 kilomètres.

5. *Démarrage.* — On donne la valeur de l'effort total au démarrage, en kilogrammes, en faisant ressortir cette valeur rapportée à une tonne de poids roulant.

6. *Marche avant et arrière.* — La marche devra pouvoir être à volonté avant ou arrière.

Le changement de marche devra pouvoir se faire très rapidement.

7. *Transmission de mouvement.* — La transmission de mouvement, et l'engrènement en particulier, devront être placés, autant que possible, dans un bain d'huile permanent.

La marche de la voiture devra être douce et silencieuse.

8. *Nombre de moteurs.* — La puissance totale devra

être partagée en un certain nombre de moteurs de façon à pouvoir, suivant le profil de la ligne et l'effort à développer, faire marcher un ou plusieurs moteurs et obtenir la marche la plus économique.

9. *Freins.* — Il y aura deux freins différents ; l'un servant de rechange à l'autre en cas d'accident.

Sur une pente de 20 millimètres par mètre, un train, quelle que soit sa composition (au maximum une automotrice et deux voitures d'attelage) et lancé à une vitesse de 20 kilomètres à l'heure, devra pouvoir s'arrêter sur un parcours de 10 mètres au maximum.

Les freins de voitures composant le train seront automatiques et continus.

Leur mise en fonctionnement devra être instantanée.

Les voitures automotrices seront munies de sablières avant et arrière.

10. *Essieux.* — Les essieux devront être tellement disposés que la voiture puisse passer facilement dans une courbe de 20 mètres au plus de rayon, en vitesse, et au pas, dans une courbe de 18 mètres.

11. *Accumulateurs de gaz.* — La voiture sera munie d'accumulateurs où le gaz sera comprimé à 15 kilogrammes.

12. *Modifications possibles du programme.* — Les intéressés pourront apporter au présent programme toutes les modifications qu'ils jugeront convenables. Toutefois, ils devront spécifier ces modifications et les justifier dans le mémoire.

13. *Pièces à produire.* — Les pièces et renseignements à produire comprennent :

1° Le dessein complet du truck et de ses accessoires.



- 2° Les dessins complets des mécanismes.
- 3° Les dessins des freins.
- 4° Les dessins d'ensemble d'une voiture.
- 5° Le prix et le délai de construction pour :
  - a) le truck et ses accessoires ;
  - b) la caisse ;
- 6° Les garanties offertes pour la réception de cette première voiture.
- 7° La réduction consentie sur les prix donnés pour la construction éventuelle d'autres automotrices.
- 8° Un mémoire technique à l'appui du projet, justifiant par le calcul que les conditions imposées sont remplies et expliquant les résultats expérimentaux sur lesquels le projet s'appuie.

---

ANNEXE N° 3

**C<sup>ie</sup> Générale Parisienne de Tramways**

Paris, le 21 mai 1895.

MONSIEUR LE PRÉFET,

Convoqués le 10 courant par la commission mixte des Omnibus et Tramways, nous avons été invités à lui faire connaître dans quelles dispositions notre Conseil d'Administration se trouvait à l'égard d'un changement de traction capable d'augmenter, comme il convient, la vitesse et l'énergie de nos transports en vue d'un progrès définitif dans notre exploitation, et, en outre, comment il pourrait répondre aux nécessités qui s'imposent à l'approche de la future Exposition.

Pour donner satisfaction au désir qui nous était exprimé, nous avons exposé que, prévoyant depuis long-

temps déjà les circonstances auxquelles les entreprises de transports auraient à satisfaire, nous avons poursuivi sur la traction mécanique des études assez vastes et assez approfondies pour être aujourd'hui aussi avancés qu'aucune autre Compagnie dans la voie d'une solution conforme à l'intérêt public, et nous avons ajouté, à l'appui de notre assertion, qu'ayant fait choix d'un système convenant également à l'intérieur et à l'extérieur de Paris, offrant des garanties dont la preuve est faite quant à la régularité et à la puissance de son fonctionnement, paraissant enfin affranchi d'aléas financiers que des moteurs insuffisamment expérimentés peuvent occasionner, nous étions disposés à aborder le problème dans toute son étendue et à proposer le principe d'une transformation générale pour notre réseau en l'appliquant successivement à nos différents groupes de lignes, ainsi qu'il convient d'opérer dans une œuvre de cette importance ; mais en tout cas, de manière à être prêts pour l'Exposition si, comme nous n'en doutons pas, les facilités administratives nécessaires nous sont données pour réaliser un tel projet.

Nous venons par la présente convertir cette communication en une proposition officielle, que nous avons l'honneur de formuler comme suit :

Nous offrons d'appliquer sur notre réseau, ligne circulaire comprise, le système de traction électrique par fil aérien dans la zone suburbaine, ainsi que dans les quartiers de Paris qui le comportent, et par fil souterrain dans les voies où le fil aérien ne serait pas acceptable. Nous commencerions cette transformation par le groupe des lignes du Châtelet qui présentent, en raison de leur terminus intérieur et de leur déve-

loppement extra-muros, les meilleures conditions pour permettre de bien juger la valeur de notre traction, dans son ensemble et dans ses détails.

Appréciant le sentiment d'opposition que soulève le fil aérien à raison de son mode de suspension et de ses effets dans les voies publiques, nous nous sommes préoccupés de chercher un système qui fit disparaître les inconvénients du procédé américain, et nous avons été assez heureux pour trouver à l'étranger une ligne électrique établie dans des conditions réalisant le programme que chacun peut souhaiter.

La nécessité de maintenir le fil électrique au-dessus et dans l'axe des voies rendait obligatoire l'emploi de tendeurs transversaux formant, surtout dans les courbes, un entrecroisement métallique d'un effet critique. Notre nouveau système consiste à suspendre le fil électrique à des poteaux placés le long des trottoirs, de façon à laisser entièrement intacte la perspective de la voie publique. . . . .

Dans le premier cas, le fil doit être placé et soutenu au-dessus du tramway, là où il passe ; dans le second, c'est au contraire le tramway qui, au moyen d'un bras mobile, va prendre le fil là où il existe, de telle sorte que ce dernier dont la vue est permanente peut être disposé de façon à ne nuire aucunement à l'aspect des rues. . . . .

. . . . Dans ces conditions nous espérons que la canalisation souterraine, dont la construction est délicate et fort coûteuse, ne nous serait demandée que dans les parties de la Capitale qui l'exigeraient impérieusement.

Les avantages spéciaux de notre projet sont d'abord de comporter une transformation d'ensemble, circons-

tance précieuse pour faire ressortir d'une exploitation tous les effets dont elle est susceptible et, en second lieu, de reposer sur un procédé de traction qui, en rendant pour ainsi dire illimitées, la puissance et la continuité du mouvement, change en quelque sorte les voies publiques en routes qui marchent.

La population trouvera au plus haut degré dans la réalisation de nos projets les moyens de locomotion qu'elle peut souhaiter en temps ordinaire pour sa commodité et le développement de ses affaires; elle y trouvera de plus, à l'occasion de l'Exposition, en raison de la situation de nos lignes qui, par certaines dispositions de services, peuvent toutes aboutir au Champ-de-Mars, aux Champs-Élysées ou à Vincennes, une intensité de transports à laquelle celle des chemins de fer est seule comparable.

Mais un résultat si important ne peut être obtenu qu'au prix de dépenses estimées ne pas devoir être inférieures à 10 millions, car elles doivent comprendre, outre l'installation du système électrique, des transformations de voies et des créations de matériel qui en seront les conséquences. La transformation du groupe du Châtelet que nous sommes tout prêts à réaliser coûterait seule 2 600 000 francs environ.

Or, l'amortissement de sommes aussi considérables serait impossible s'il devait être limité au terme actuel de nos concessions, et notre Société ne pourrait aborder une si vaste opération que si elle obtenait une prolongation de son exploitation jusqu'en l'année 1940, et au minimum jusqu'en 1930, mais en laissant la faculté d'un rachat éventuel en 1910 par la prise en charge des sommes que le temps ne lui aurait pas encore permis d'amortir.

L'établissement des tramways, Monsieur le Préfet, a été certes un grand bienfait pour la Ville de Paris et le Département de la Seine ; mais depuis leur création on sent de toutes parts la nécessité de faire un nouveau pas dans la voie du progrès et vous nous permettez d'éprouver une légitime satisfaction d'être les premiers à offrir au Conseil Général une solution décisive et d'ensemble pour l'un de ses réseaux.

L'immobilité, incompatible avec toutes conditions de l'existence, est surtout inadmissible en industrie, et, si elle nous atteint depuis si longtemps, malgré nos demandes réitérées de pouvoir étendre notre exploitation et développer les services dont nous sommes chargés, nous n'en conservons pas moins la confiance que la présente manifestation de notre activité professionnelle rencontrera l'appui de tous les hommes de progrès qui auront à l'examiner et à la juger.

Veuillez agréer, etc...

*Le Président du Conseil d'Administration,*

Signé : G. AIGOIN.

---

#### ANNEXE N° 4

LETTRE DE M. LE PRÉSIDENT  
DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA COMPAGNIE  
GÉNÉRALE DES OMNIBUS DE PARIS  
A M. LE PRÉFET DE LA SEINE (*Extraits*)

«... Le système électrique à caniveau souterrain a contre lui la dépense excessive d'établissement ; on pourrait l'utiliser dans des cas exceptionnels et sur

des longueurs restreintes, mais non l'appliquer d'une façon générale.

« Les systèmes à contacts superficiels, malgré leur ingéniosité, prêtent encore à la critique ; il convient d'attendre pour en généraliser l'emploi, une expérience plus longue et plus concluante.

« Les accumulateurs électriques se perfectionnent de jour en jour, et c'est là, peut-être, que sera la solution de l'avenir. Mais il serait imprudent et difficile de les adopter aujourd'hui d'une manière exclusive.

« Les moteurs à air comprimé nous ont donné de bons résultats comme fonctionnement ; nous hésiterions toutefois à en prononcer l'adoption sur toutes nos lignes.

« Les usines de production de l'air comprimé, les canalisations souterraines et postes de chargement donnent lieu à de grosses dépenses de premier établissement et à des sujétions gênantes.

« Dans l'état actuel de nos études sur les voitures à gaz et de nos négociations sur le prix du gaz, nous n'avons pas encore la certitude que ces voitures peuvent fournir une solution économique et satisfaisante du problème de la traction.

« Parmi les systèmes à vapeur, nous avons utilisé les machines Rowan et les moteurs Serpollet.

« Les machines Rowan ne sont pas appelées à être mises en service dans Paris, si ce n'est à titre provisoire.

« Les moteurs Serpollet n'ont pas toujours fonctionné d'une manière irréprochable. Cependant, comme toutes les machines indépendantes, ils auraient le grand avantage d'épargner la construction d'usines onéreuses, de pouvoir se déplacer facilement d'une

ligne à une autre ; enfin, de ne porter aucune atteinte au sous-sol de la voie publique.

« Malgré les imperfections du système, nous avons cru pouvoir l'admettre pour le service de la ligne Saint-Ouen-Bastille, en corrigeant, d'ailleurs, dans la mesure du possible, certaines de ses défectuosités, et en y apportant des modifications de détail.

« Nous espérons que, grâce à une surveillance attentive, le service de la ligne dont il s'agit sera régulier et satisfaisant. L'expérience seule pourra dire si nos prévisions sont exactes..... »

*(Journal des Transports.)*

---





## BIBLIOGRAPHIE

### GÉNÉRALITÉS

- Revue générale des chemins de fer*, juin 1886. — Concours de traction mécanique et de matériel de tramways, Anvers, 1885.
- Street Ry. Publishing Co.* — Street Railways; their construction, opération and maintenance. New-York, 1892.
- Revue générale des chemins de fer*, 1892. — Chemins de fer et tramways (SCHÖLLER).
- Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, 1894. — Traction mécanique des tramways (DE MARCHENA).
- Rapport de M. E. A. Ziffer à la 8<sup>e</sup> Association générale de l'union internationale permanente des tramways*, Cologne, 1894.
- D. K. CLARK. — *Tramways, their construction and working*, Londres, 1894.
- Génie civil*, septembre 1895. — Traction des tramways à Paris (L. A. BARBET).
- Revue générale des chemins de fer*, 1897. — Les voies de tramways (R. GODFERNAUX).
- SEGUELA. — *Portefeuille des machines*. — Essai sur le prix de revient comparatif de la traction mécanique des tramways par automobile, 1896.

SEGUELA. — *Les tramways, voie, matériel*. Encyclopédie des Aide-Mémoire.

VERMAND. — *Les moteurs à gaz et à pétrole*, 2<sup>e</sup> édition. Encyclopédie des Aide-Mémoire.

WITZ. — *Les machines thermiques*. Encyclopédie des Aide-Mémoire.

*Revue de mécanique*, 1897, novembre. La traction mécanique (A. BARBET).

HELIER, ingénieur en chef de contrôle des tramways. — *Rapport au Conseil général du département de la Seine*.

GRILLE. — *Le matériel roulant et les tramways à l'Exposition de Chicago*, 1893.

SERAFON. — *Les tramways et les chemins de fer sur route*, 4<sup>e</sup> édition, Besnard, éditeur.

E. VIGNES. — *La traction mécanique des tramways*.

R. GODFERNAUX. — *La traction mécanique des tramways*, Baudry et C<sup>ie</sup>, éditeurs, 1897.

*Bulletin de la Soc. des Ingénieurs civils*, novembre 1897. Bibliographie : Compte rendu de l'analyse de M. Godfernaux (A. MALLET). Chronique : La vitesse des tramways (A. MALLET).

#### TRAMWAYS A VAPEUR

YOUNG. — *Stream on common roads*, 1860.

*Génie civil*, 1<sup>er</sup> juillet 1888. — Wagon à vapeur pour lignes principales et secondaires, système Thomas.

*Revue générale des chemins de fer*, juillet 1881. — Tramway à vapeur de la Haye à Scheveningen.

*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, 1881.

*Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, n<sup>o</sup> 98, 1881.

- Portefeuille des machines*, août 1886. — Traction à vapeur sans feu, système Francq.
- A. ROWAN. — *De la traction économique pour tramways*, Baudry, éditeur, 1891.
- Portefeuille des machines*, février 1894. — Voiture automobile à vapeur, système Rowan.
- Revue générale des chemins de fer*, août 1894. — Tramway système Rowan de la C<sup>ie</sup> générale des omnibus.
- Revue technique*, 25 septembre 1894. — Tramway à vapeur de Tours à Vouvray (SAINTIVE).
- Zeitschrift für Kleinbahnen*, W. A. Ziffer, 1895.
- Portefeuille des machines*, mars 1895. — Tramways automobiles Serpollet.
- Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, août 1895. — Application du générateur Serpollet à la traction mécanique des tramways (G. LESOURD).
- Railway World* (1895).
- Street Railway World* (1895).
- Génie industriel*, janvier 1896. — Moteur épicycloïdal.
- Street Railway Journal*, 1895, 1896.
- Revue générale des chemins de fer*, mars 1897. — Wagon Serpollet.
- Notice sur les tramways automobiles, système Serpollet, Paris.
- La Locomotion automobile*, 1897. Dépense de vapeur des moteurs à vapeur surchauffés, système Serpollet (P. GUÉDON).

## TRAMWAYS A AIR COMPRIMÉ

- Portefeuille des machines*, janvier 1876. — Voiture automobile à air comprimé, système Mékarski.
- DUMONT — Automobiles sur rails

Mars 1882. Tramways à air comprimé, système Scott Moncrieff.

*Institution of mechanical Engineers*, octobre 1881. —  
On Compressed air engines for tramways by W. D. Scott Moncrieff of London.

*Revue générale des chemins de fer*, juillet 1882,  
Tramways à air comprimé, système Scott Moncrieff.  
— Septembre 1889, Chemins de fer nogentais. —  
Traction à air comprimé.

*Génie civil*, 1884. — Tramways de Nantes (E. BOGA).

*Revue technique*, mars 1895.

*Annales des Travaux Publics et des Chemins de Fer*,  
Paris, 10 mai 1895.

*Mittheilungen des Vereins für die Förderung des  
Local und Strassenbahnwesens*, 1895.

*The Railway World*, n° 9, 1895. — Compressed air  
motor for tramway traction (H. COURADI. C. E.).

*Génie civil*, 1895. — Traction des tramways par moteurs  
à l'air comprimé (L. A. BARBET).

BARBET (L. A.). — *L'air comprimé appliqué à la trac-  
tion des tramways*, Paris, 1896. Baudry, éditeur.

#### TRAMWAYS A GAZ

*Rapport de M. Uhlenhuth, Inspecteur des construc-  
tions des chemins de fer royaux à Nordhausen*,  
1<sup>er</sup> mars 1893.

*Rapport de M. Gostrowski, Conseiller de la Direction  
générale des chemins de fer autrichiens de l'État*,  
1893.

*Sciences et commerce*, juin, août, septembre 1894.

*Génie civil*, décembre 1895. — Traction des tramways  
avec moteurs à gaz (L. A. BARBET).

- Brochure de la Deutsche Gasbahn Gesellschaft*, Berlin, 1895.
- Revue technique*, juin 1896 (P. Crépy).
- C<sup>ie</sup> parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz.*  
juin 1896. — Tramways à gaz.
- Génie civil*, 13 juin 1896. — Tramways à gaz (L. A. BARBET).
- La Science française*, 26 juin 1896.
- Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*,  
septembre 1896. — Les Tramways à traction mécanique  
et notamment avec moteurs à gaz (A. LAVEZZARI).
- Génie moderne*, 1<sup>er</sup> novembre 1896.
- Science moderne*, 15 décembre 1896 (G. VIAU).
- Brochure de la Gastraction C<sup>o</sup> L<sup>d</sup> Londres*, 1896.
- P. GUÉDON. — *Tramways à gaz.* La locomotion auto-  
mobile, 7 janvier 1897.
- Journal de l'éclairage au gaz*, Paris, 20 janvier 1897.
- Rapport à la Société technique de l'industrie du gaz*,  
mai 1897. — L'industrie du gaz en Allemagne, par  
M. BOUVIER, de Lyon.
- American gas Light Journal.*

## TRAMWAYS A AMMONIAQUE

- The Railroad Gazette*, 6 janvier 1893. — Ammonia  
Railroad motor.
- Engineering News*, New-York, 18 mai 1893.
- DRAPER (W. M.) — *Ammoniac gas as a source of  
motive power.*
- Génie Civil*, 1894. — Moteurs à ammoniaque anhydre  
(P. CRÉPY).

## TRAMWAYS FUNICULAIRES

- Revue générale des chemins de fer*, août 1883. Tramways funiculaires de Chicago.
- Portefeuille des machines*, janvier, février, 1888.  
— Tramways à câbles sans fin.
- Annales des Ponts et Chaussées*, mars 1893. — Tramway funiculaire de Belleville (M. Widmer).

## TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

- Bulletin de la Société Internationale des électriciens*, 1886, 87, 90, 92, 94, 95, décembre 96, janvier, mars 1897.
- Revue générale des chemins de fer*, 1883, 1888, 1891.  
Tramway électrique de Budapest.
- Congrès International des chemins de fer*. Session de 1895, Londres. — Étude générale de la traction électrique (Anvers).
- Union permanente des tramways*, 1894, 1896. Rapports Ziffer.
- Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France*, octobre 1895. — Tramways électriques à câble souterrain (LAVEZZARI).
- Portefeuille des machines*, 1888, 1890, 1893, 1895.  
Tramway électrique de l'Exposition de Lyon (Averly).  
— Étude sur les tramways électriques (Cadiat), 1896.  
— Tramway électrique de Paris à Romainville.  
Tramway électrique de Berlin, 1897.
- L'Électricien*, 1897. — Le tramway de Lugano. La traction électrique par caniveau souterrain système Thomson Houston. La traction électrique sur les chemins de fer belges, tramway à contacts souterrains système Lacroix. Prix de l'énergie électrique

- pour tramways en Angleterre. Tramways électriques avec batterie régulatrice d'accumulateurs, etc.
- Génie Civil*, 1897. — Tramways électriques de Rouen. Tramway électrique souterrain de Budapest. Tramway électrique de Zurich. Tramway système Haecker. Nouveau système de traction électrique pour tramways. Tramway électrique à courants polyphasés.
- Industrie électrique*, 1897. — Statistique des chemins de fer et tramways électriques en Europe. Traction par accumulateurs Madeleine-Courbevoie. Tramways électriques de Hanovre.
- Nature*, 10 juillet 1897. — La traction électrique à Paris.
- Revue industrielle*, 1897. — Tramway électrique Claret-Wuilleumier. Tramway électrique de Hanovre.
- Revue technique*, décembre 1896. — Un nouveau réseau de tramways électriques à Paris 1897. — La traction électrique à Châlons. Le tramway électrique de Versailles. Matériel de tramway électrique de la C<sup>ie</sup> Waltier.
- Vie scientifique*, 6 mars 1897. — Les tramways électriques de Versailles.
- Locomotion automobile*, 1895, 1896, 1897.
- Journal officiel* 1897, 26 janvier. — Cahier des charges pour l'établissement du tramway électrique de Châlons. 1<sup>er</sup> mars, cahier des charges pour l'établissement de tramway électrique Le Havre-Montivilliers.
- F. DENIZET. — *Tramways électriques de Marseille*, Paris, 1893.
- HIGGINS. — *Les tramways électriques au point de vue financier en Amérique*.
- P. GADOT. — *La Traction électrique et la traction animale des tramways*, Paris, Bernard, éditeur.

- TAVERNIER. — *Les tramways aux États-Unis.*
- TAINTURIER. — *La traction électrique.*
- MARÉCHAL. — *Les tramways électriques, Paris, 1897.*
- WALKENAER. — *Note sur la traction électrique à prise de courant aérienne, Paris, 1897.*
- CROSBY et BELL. — *The electric Railways in theory and practice, New-York, 1893.*
- American electric street Railways, New-York, 1894.*
- L. BELL. — *Power distribution for electric Railroads. Street Railways Journal, 1895, 1896, 1897, New-York.*
- MARTINEZ. — *La trazione elettrica.*
- CASTAGUERIS. — *Tramvie e ferrovie elettriche. Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France. novembre 1897. — Note sur les applications de l'électricité observées pendant le voyage de la Société en Belgique en septembre 1897. Tramways électriques de Bruxelles. (V. LANGLOIS).*
- E. GÉRARD. — *Traité complet d'Electrotraction. Bruxelles, 1897.*
- CH. VAN KESTEREN. — *Des tramways à traction électrique, Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens de l'Institut Montefiore, 1897.*
-



# TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS . . . . .	5
<b>CHAPITRE PREMIER</b>	
<i>Traction par moteurs à vapeur . . . . .</i>	10
Système Rowan . . . . .	20
Système Serpollet . . . . .	25
Systèmes à moteurs rotatifs. . . . .	37
Automobiles Versailles-Maule . . . . .	40
Système Francq . . . . .	43
Système Honigman . . . . .	44
<b>CHAPITRE II</b>	
<i>Traction par moteurs à air comprimé . . . . .</i>	45
Système Mékarski . . . . .	48
Système Popp-Conti. . . . .	56
<b>CHAPITRE III</b>	
<i>Traction par moteurs à gaz et à pétrole . . . . .</i>	66
Moteurs à gaz. . . . .	66
Système Lührig. . . . .	67
Système Borig . . . . .	72
Système Connelly . . . . .	72

	Pages
Autres systèmes. . . . .	72
Essais à Paris. . . . .	73
Système Barbet. . . . .	74
Moteurs à essence . . . . .	75
Système Daimler . . . . .	75
Système Roger . . . . .	76
<b>CHAPITRE IV</b>	
<i>Traction par moteurs à acide carbonique</i> . . . . .	80
<b>CHAPITRE V</b>	
<i>Traction par moteurs à ammoniaque.</i> . . . .	82
Système Morgan Draper . . . . .	82
<b>CHAPITRE VI</b>	
<i>Traction funiculaire</i> , . . . . .	88
<b>CHAPITRE VII</b>	
<i>Traction par moteurs électriques.</i> . . . . .	92
Données générales sur l'équipement mécanique et électrique des véhicules . . . . .	95
Tramways à conducteurs aériens . . . . .	111
Tramways à conducteurs souterrains. . . . .	116
Autres systèmes . . . . .	125
Tramways à conducteurs interrompus, au ni- veau du sol . . . . .	129
Tramways à accumulateurs . . . . .	141
Tramways à conducteur aérien et à accumu- lateurs . . . . .	150
CONCLUSIONS . . . . .	155
ANNEXES . . . . .	158
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	175

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, A PARIS.

---

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

---

# THERMOCHIMIE.

## DONNÉES ET LOIS NUMÉRIQUES.

PAR

M. BERTHELOT,

Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences,  
Professeur au Collège de France.

---

TOME I : Les lois numériques, XVII-737 pages. — TOME II : les données expérimentales, 878 pages.

DEUX BEAUX VOLUMES GRAND IN-8; 1897, SE VENDANT  
ENSEMBLE..... 50 FR.

---

*Extrait de la Note de M. BERTHELOT accompagnant la présentation de son Ouvrage à l'Académie des Sciences (séance du 8 juin 1897).*

Depuis la publication de mon *Essai de Mécanique chimique* (1879), et sous l'impulsion des idées qui s'y trouvaient développées, les recherches expérimentales de Thermochimie ont pris une extension tous les jours plus considérable, dans mon laboratoire et dans ceux des autres savants, français et étrangers. En effet, j'ai poursuivi mes travaux sans relâche, et de nombreux élèves les ont continués et développés sous ma direction....

Toutefois, par une conséquence presque inévitable, ce développement rapide de la Thermochimie a fini par amener une certaine confusion.... Non seulement les résultats sont épars dans les recueils spéciaux, mais une difficulté, plus grande peut-être, est née de cette circonstance que les chiffres relatifs à la formation des combinaisons n'ont été que rarement mesurés directement.

Il était donc indispensable de revoir toutes ces valeurs. Dès lors, il fallait refaire tous les calculs, en suivant un plan uniforme, afin d'obtenir des données comparables entre elles.

J'ai cru utile, non seulement de donner les valeurs reclassées, mais aussi d'exposer à propos de chaque nombre quelle était l'expérience spéciale dont il est déduit et quelles étaient les autres données expérimentales, à l'aide desquelles le nombre déduit de cette expérience a été calculé.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

# LES MÉTHODES NOUVELLES DE LA MÉCANIQUE CÉLESTE,

Par **H. POINCARÉ**,

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

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

TOME I : Solutions périodiques. Non-existence des intégrales uniformes. Solutions asymptotiques 1892..... 12 fr.

TOME II : Méthodes de MM. Newcomb, Gylden, Lindstedt et Bohlin; 1894. 14 fr.

TOME III : Invariants intégraux. Stabilité. Solutions périodiques du deuxième genre. Solutions doublement asymptotiques. Prix pour les souscripteurs..... 12 fr.

UN FASCICULE (200 PAGES) A PARU.

## ŒUVRES DE LAGUERRE

PUBLIÉES SOUS LES AUSPICES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Par MM. Ch. HERMITE, H. POINCARÉ et E. ROUCHÉ,

Membres de l'Institut.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8 SE VENDANT SÉPARÉMENT.

TOME I : Algèbre. Calcul intégral; 1898..... 15 fr.

TOME II : Géométrie..... (*Sous presse.*)

## PRÉCIS ÉLÉMENTAIRE

DE LA THÉORIE

# DÉS FONCTIONS ELLIPTIQUES

AVEC TABLES NUMÉRIQUES ET APPLICATIONS.

Par **M. Lucien LÉVY**,

Examinateur d'admission et Répétiteur d'analyse à l'École Polytechnique.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC FIGURES; 1898..... 7 FR. 50 C.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

INTRODUCTION

A LA

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE

SUIVANT LA MÉTHODE DE H. GRASSMANN,

Par C. BURALI-FORTI,

Professeur à l'Académie militaire de Turin,

UN VOLUME IN-8, AVEC FIGURES; 1897..... 4 FR. 50 C.

COURS DE PHYSIQUE

A L'USAGE DES CANDIDATS AUX ÉCOLES SPÉCIALES

(conforme aux derniers programmes),

PAR

James CHAPPUIS,

Agrégé Docteur ès Sciences,  
Professeur de Physique générale  
à l'École Centrale  
des Arts et Manufactures.

Alphonse BERGET,

Docteur ès Sciences,  
Attaché au Laboratoire des recherches  
physiques à la Sorbonne.

UN BEAU VOLUME, GRAND IN-8 (23<sup>cm</sup> × 16<sup>cm</sup>) DE IV-697 PAGES,  
AVEC 463 FIGURES.

Broché..... 14 fr. | Relié cuir souple..... 17 fr.

EXPLOSIFS NITRÉS.

TRAITÉ PRATIQUE CONCERNANT LES PROPRIÉTÉS, LA FABRICATION ET  
L'ANALYSE DES SUBSTANCES ORGANIQUES EXPLOSIBLES NITRÉES, Y  
COMPRIS LES FULMINATES, LES POUDRES SANS FUMÉE ET LE CEL-  
LULOÏD.

Par P. Gerald SANFORD.

de l'Imperial College, Chimiste conseil de la Cotton Powder Company.

TRADUIT, REVU ET AUGMENTÉ

Par J. DANIEL,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

UN VOLUME IN-8, AVEC 51 FIG. ET 1 PL. FRONTISPICE; 1898. 6 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

# COMPOSITIONS D'ANALYSE

CINÉMATIQUE, MÉCANIQUE ET ASTRONOMIE

données depuis 1860 à la Sorbonne pour la Licence ès Sciences mathématiques.

ÉNONCÉS ET SOLUTIONS,

Par **E. VILLIÉ**,

Ancien Ingénieur des Mines, Docteur ès Sciences,  
Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

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

I <sup>o</sup> PARTIE : Compositions données depuis 1869. In-8; 1885.....	9 fr.
II <sup>o</sup> PARTIE : Compositions données depuis 1885. In-8; 1890.....	8 fr. 50 c.
III <sup>o</sup> PARTIE : Compositions données depuis 1889. In-8; 1898.....	8 fr.

## COURS DE GÉOMÉTRIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

LEÇONS SUR LA THÉORIE GÉNÉRALE DES

# SURFACES

ET LES

APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES DU CALCUL INFINITÉSIMAL

Par **G. DARBOUX**,

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

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

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

LEÇONS SUR LES

# SYSTÈMES ORTHOGONAUX

ET LES COORDONNÉES CURVILIGNES,

Par **G. DARBOUX**,

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

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

TOME I : Volume de vi-338 pages; 1898.....	10 fr.
TOME II.....	(Sous presse.)

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

# COURS DE PHYSIQUE

## DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Par M. J. JAMIN.

QUATRIÈME ÉDITION, AUGMENTÉE ET ENTIÈREMENT REFOUNDUE

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<sup>er</sup> fascicule. — *Instruments de mesure. Hydrostatique*; avec 150 figures et 1 planche..... 5 fr.  
2<sup>e</sup> fascicule. — *Physique moléculaire*; avec 93 figures... 4 fr.

TOME II. — CHALEUR. — 15 fr.

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

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

- 1<sup>er</sup> fascicule. — *Acoustique*; avec 123 figures ..... 4 fr.  
(\*) 2<sup>e</sup> fascicule. — *Optique géométrique*; avec 139 figures et 3 planches..... 4 fr.  
3<sup>e</sup> 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<sup>re</sup> Partie). — ÉLECTRICITÉ STATIQUE ET DYNAMIQUE. — 13 fr.

- 1<sup>er</sup> fascicule. — *Gravitation universelle. Électricité statique*; avec 155 figures et 1 planche ..... 7 fr.  
2<sup>e</sup> 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<sup>er</sup> fascicule; Tome II, 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> fascicules; Tome III, 2<sup>e</sup> fascicule.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

TOME IV (2<sup>e</sup> Partie). — MAGNÉTISME; APPLICATIONS. — 13 fr.

3<sup>e</sup> fascicule. — *Les aimants. Magnétisme. Électromagnétisme. Induction*; avec 240 figures..... 8 fr.

4<sup>e</sup> 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<sup>er</sup> SUPPLÉMENT. — *Chaleur. Acoustique. Optique*, par E. BOUTY, Professeur à la Faculté des Sciences. In-8, avec 41 fig.; 1896. 3 fr. 50 c.

# LES BALLONS-SONDES

DE MM. HERMITE ET BESANÇON,

ET LES ASCENSIONS INTERNATIONALES,

PAR

**WILFRID DE FONVIELLE,**

Secrétaire de la Commission internationale d'Aéronautique,

PRÉCÉDÉ D'UNE INTRODUCTION

Par **M. BOUQUET DE LA GRYE,**

Membre de l'Institut,

Président de la Commission scientifique d'Aérostation de Paris.

Un volume in-18 Jésus avec 27 figures; 1898..... 2 fr. 75 c.

# LEÇONS SUR L'ÉLECTRICITÉ

PROFESSÉES A L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE MONTEFIORE

ANNEXÉ A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE,

Par **M. Eric GÉRARD,**

Directeur de l'Institut Électrotechnique Montefiore.

5<sup>e</sup> ÉDITION, REFONDUE ET COMPLÉTÉE.

TOME I : Théorie de l'Électricité et du Magnétisme. Électrométrie. Théorie et construction des générateurs et des transformateurs électriques, avec 381 figures; 1897..... 12 fr.

TOME II : Canalisation et distribution de l'énergie électrique. Application de l'électricité à la télégraphie et à la téléphonie, à la production et à la transmission de la puissance motrice, à la traction, à l'éclairage et à la métallurgie. Avec 378 figures; 1898..... 12 fr.



LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

# THÉORIE

DES

# FONCTIONS ALGÈBRIQUES

DE DEUX VARIABLES INDÉPENDANTES,

PAR

Émile PICARD,

Membre de l'Institut,  
Professeur à l'Université de Paris.

Georges SIMART,

Capitaine de frégate,  
Répétiteur à l'École Polytechnique.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT.

TOME I, grand in-8 de vi-246 pages; 1897..... 9 fr.  
TOME II..... (*En préparation.*)

LA

# PRATIQUE DU TEINTURIER

PAR

JULES GARÇON,

Ingénieur-Chimiste, Licencié ès Sciences.

TROIS VOLUMES IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

TOME I : -Les Méthodes et les essais de teinture. Le succès en teinture;  
1894..... 3 fr. 50 c.  
TOME II : Le Matériel de teinture. Avec 245 figures; 1894..... 10 fr.  
TOME III : Les Recettes types et les procédés spéciaux de teinture; 1897.  
9 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

LE

# LABORATOIRE D'ÉLECTRICITÉ.

NOTES ET FORMULES,

Par le **D<sup>r</sup> J.-A. FLEMING**,  
de l'*University College* de Londres.

Traduit de l'anglais sur la 2<sup>e</sup> édition et augmenté d'un Appendice,

Par **J.-L. ROUTIN**,  
Ancien Élève de l'École Polytechnique.

UN VOLUME IN-8, AVEC FIGURES; 1897.

BROCHÉ..... 6 FR. — CARTONNÉ..... 7 FR. 50 C.

ÉCOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE

COURS SUPÉRIEUR

## DE MANIPULATIONS DE PHYSIQUE

PRÉPARATOIRE AUX CERTIFICATS D'ÉTUDES SUPÉRIEURES ET A LA LICENCE.

Par **M. Aimé WITZ**,

Docteur ès Sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures,  
Professeur aux Facultés catholiques de Lille.

2<sup>e</sup> ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE. IN-8, AVEC 138 FIGURES; 1897. 10 FR.

PRINCIPES

DE LA

## THÉORIE DES FONCTIONS ELLIPTIQUES ET APPLICATIONS,

PAR

**P. APPELL**,  
Membre de l'Institut, Professeur  
à l'Université de Paris.

**E. LACOUR**,  
Maître de Conférences à l'Université  
de Nancy.

UN BEAU VOLUME GRAND IN-8, AVEC FIGURES; 1897..... 12 FR.

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.

DEUX 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 CHAUSSÉES,

**Par M. C. BRICKA,**

Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments aux Chemins de fer de l'État.

DEUX 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.

DEUX 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. A. GOUILLY,**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

GRAND IN-8 DE 406 PAGES, AVEC 710 FIG.; 1894 (E. I.).... 12 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

# 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 411 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.

DEUX 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 VOLUME 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).

# TRAITÉ DES INDUSTRIES CÉRAMIQUES

TERRES CUITES.

PRODUITS RÉFRACTAIRES, FAÏENCES. GRÈS. PORCELAINES.

Par **E. BOURRY**,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

GRAND IN-8, DE 755 PAGES, AVEC 349 FIG.; 1897 (E. I.). 20 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

# BLANCHIMENT ET APPRÊTS TEINTURE ET IMPRESSION

PAR

**Ch.-Er. GUIGNET,**  
Directeur des teintures aux Manufac-  
tures 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.

DEUX 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 monobasiques à fonction simple. Acides  
polybasiques à fonction simple. Acides à fonctions mixtes. Alcalis organiques. Amides.  
Nitriles. Carbylamines. Composés azoïques et diazoïques. Composés organo-métal-  
liques. Matières albuminoïdes. Fermentations. Conservation des matières alimentaires.  
Volume de 718 pages, avec figures; 1896..... 15 fr.

## MANUEL DE DROIT ADMINISTRATIF

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES CHEMINS VICINAUX,

Par **M. Georges LECHALAS,**

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. T. P.).

TOME I : Notions sur les trois pouvoirs. Personnel des Ponts et Chaussées. Principes  
d'ordre financier. Travaux intéressant plusieurs services. Expropriations. Dommages  
et occupations temporaires. — Volume de CXLVII-536 pages; 1889..... 20 fr.

TOME II (I<sup>re</sup> PARTIE) : Participation des liers 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.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS.

# 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.

## LES PAPIERS PHOTOGRAPHIQUES AU CHARBON,

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA PHOTOGRAPHIE.  
(COURS PROFESSÉ A LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHOTOGRAPHIE.)

Par R. COLSON, Capitaine du Génie, Répétiteur  
à l'École Polytechnique.

Un volume grand in-8; 1898..... 2 fr. 75 c.

## LA RETOUCHE DU CLICHÉ.

Retouche chimique, physique et artistique.

Par A. COURRÈGES.

In-18 jésus; 1898..... 1 fr. 50 c.

## LA PRATIQUE DE LA PHOTOTYPOGRAVURE AMÉRICAINE.

Par M. Wilhelm CRONENBERG. — Traduit par M. C. FÉRY.

In-18, avec 66 figures et 13 planches; 1898..... 3 fr.

## LA PHOTOGRAPHIE. TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE.

Par M. DAVANNE.

2 beaux volumes grand in-8, avec 234 fig. et 4 planches spécimens.. 32 fr.

Chaque volume se vend séparément..... 16 fr.

Un Supplément, mettant cet important Ouvrage au courant des derniers travaux, est en préparation.

## LA TRIPLICE PHOTOGRAPHIQUE DES COULEURS ET L'IMPRIMERIE.

*Système de Photochromographie* LOUIS DUCOS DU HAURON.

Par ALCIDE DUCOS DU HAURON.

In-18 jésus de v-488 pages; 1897..... 6 fr. 50 c.

## LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS

### 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 viennent 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.

2<sup>e</sup> Supplément (B). Un beau vol. gr. in-8 de 424 p. avec 221 fig.; 1897. 14 fr.

Les 6 volumes se vendent ensemble..... 72 fr.

### 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.

### TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE INDUSTRIELLE,

THÉORIE ET PRATIQUE,

Par Ch. FÉRY et A. BURAIS.

In-18 jésus, avec 94 figures et 9 planches; 1896..... 5 fr.

### L'ART DE RETOUCHER LES NÉGATIFS PHOTOGRAPHIQUES,

Par C. KLARY, Artiste photographe.

4<sup>e</sup> tirage. In-18 jésus; 1897..... 2 fr.

### L'ART DE RETOUCHER EN NOIR LES ÉPREUVES POSITIVES SUR PAPIER.

Par C. KLARY, Artiste photographe.

In-18 jésus. Nouveau tirage; 1898..... 1 fr.

### 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.

### CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE A L'USAGE DES DÉBUTANTS.

Par M. R.-Ed. LIESEGANG.

Traduit de l'allemand et annoté par le Professeur J. MAUPEIRAL.

In-18 jésus, avec figures; 1898..... 3 fr. 50 c.



**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS**

**LE DÉVELOPPEMENT DES PAPIERS PHOTOGRAPHIQUES  
A NOIRCISSEMENT DIRECT.**

Par M. R.-Ed. LIESEGANG. — Traduit de l'allemand  
par M. V. HASSREIDTER.

In-18 jésus; 1893..... 1 fr. 75 c.

**LA PHOTOGRAPHIE INSTANTANÉE,**

THÉORIE ET PRATIQUE.

Par M. Albert LONDE.

Directeur du Service photographique à l'Hospice de la Salpêtrière,  
3<sup>e</sup> édition, entièrement refondue. In-18 jésus, avec figures; 1897. 2 fr. 75 c.

**TRAITÉ PRATIQUE DU DÉVELOPPEMENT.**

ÉTUDE RAISONNÉE DES DIVERS RÉVÉLATEURS ET DE LEUR MODE  
D'EMPLOI.

Par M. Albert LONDE.

3<sup>e</sup> édition. In-18 jésus, avec figures; 1898..... 2 fr. 75 c.

**LE PROCÉDÉ A LA GOMME BICHROMATÉE  
OU PHOTO-AQUATEINTE.**

Par MM. Alfred MASKELL et Robert DEMACHY.  
Traduit de l'anglais par M. G. DEVANLAY.

In-18 jésus, avec figures; 1898. .... 1 fr. 75 c.

**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.

**OPTIQUE PHOTOGRAPHIQUE**

SANS DÉVELOPPEMENTS MATHÉMATIQUES,

Par le D<sup>r</sup> A. MIETHE.

Traduit de l'allemand par A. NOAILLON et V. HASSREIDTER.

Grand in-8, avec 72 figures et 2 Tableaux; 1896..... 3 fr. 50 c.

**L'OPTIQUE PHOTOGRAPHIQUE.**

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA PHOTOGRAPHIE.

(COURS PROFESSÉ A LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHOTOGRAPHIE).

Par M. P. MOËSSARD.

Grand in-8, avec nombreuses figures; 1898..... 4 fr.

**LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS**

**DE LA PROPRIÉTÉ ARTISTIQUE EN PHOTOGRAPHIE.**

SPÉCIALEMENT EN MATIÈRE DE PORTRAITS,

Par Édouard SAUVEL, Avocat au Conseil d'État et à la Cour de Cassation.

Un volume in-18 jésus; 1897..... 2 fr. 75 c.

**TRAITÉ PRATIQUE**

**DES AGRANDISSEMENTS PHOTOGRAPHIQUES.**

Par M. E. TRUTAT.

2 volumes in-18 jésus, avec 112 figures..... 5 fr.

*On vend séparément :*

I<sup>re</sup> PARTIE : Obtention des petits clichés; avec 52 figures; 1891..... 2 fr. 75 c.

II<sup>e</sup> PARTIE : Agrandissements. 2<sup>e</sup> édition, avec 60 figures; 1897..... 2 fr. 75 c.

**LES ÉPREUVES POSITIVES SUR PAPIERS ÉMULSIONNÉS.**

Papiers chlorurés. Papiers bromurés. Fabrication. Tirage et développement.  
Virages. Formules diverses.

Par M. E. TRUTAT.

Un volume in-18 jésus; 1896..... 2 fr.

**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.

**LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS.**

*Sélection photographique des couleurs primaires. Son application à l'exécution de clichés et de tirages propres à la production d'images polychromes à trois couleurs;*

Par M. Léon VIDAL,

Officier de l'Instruction publique, Professeur à l'École nationale des Arts décoratifs.

In-18 jésus, avec 10 figures et 5 planches en couleurs; 1897..... 2 fr. 75 c.

**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.

In-18 jésus, avec 25 fig., 2 planches et spécimens de papiers autographiques; 1893..... 6 fr. 50 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.

6186 B. — Paris, Imp. Gauthier-Villars et fils, 55, qual des Gr.-Augustins.

**MASSON & C<sup>ie</sup>, Éditeurs**

**LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE**

**120, Boulevard Saint-Germain, Paris**

P. n° 98.

**EXTRAIT DU CATALOGUE**

(Avril 1898)

**VIENT DE PARAÎTRE**

# Traité de Thérapeutique Chirurgicale

PAR

**Émile FORGUE**

Professeur de clinique chirurgicale  
à la Faculté de médecine de Montpellier,  
membre correspondant  
de la Société de Chirurgie  
Chirurgien en chef de l'hôpital St-Éloi,  
Médecin-major hors cadre.

**Paul RECLUS**

Professeur agrégé à la Faculté  
de médecine de Paris,  
Chirurgien de l'hôpital Laënnec,  
Secrétaire général  
de la Société de Chirurgie,  
Membre de l'Académie de médecine.

**DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE**

AVEC 472 FIGURES DANS LE TEXTE

2 volumes grand in-8° de 2116 pages . . . . . **34 fr.**

C'est un livre nouveau plutôt qu'une édition nouvelle que viennent de faire paraître MM. Forgue et Reclus. Nombreux sont en effet les chapitres inédits dans cet ouvrage, et il n'est pour ainsi dire pas de page où quelque addition n'ait été apportée. Nous retrouvons partout les qualités dominantes qui nous avaient déjà frappé lors de la première édition, c'est-à-dire la clarté de l'exposition, la simplicité du plan, et surtout la sage discussion des interventions chirurgicales. Les auteurs ont en effet comblé une lacune dans la bibliographie chirurgicale en donnant un livre qui soit à la fois une œuvre de médecine opératoire clinique et en même temps un traité des indications, et l'on comprend facilement que le succès d'un pareil travail ait obligé les auteurs à en publier rapidement une deuxième édition. Dans celle-ci on peut se rendre compte en quelque sorte des progrès, des modifications qui sont survenues depuis ces dernières années dans la thérapeutique chirurgicale...

(*Lyon médical*, 13 février 1898.)

# Traité de Chirurgie

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

## Simon DUPLAY

Professeur de clinique chirurgicale  
à la Faculté de médecine de Paris  
Chirurgien de l'Hôtel-Dieu  
Membre de l'Académie de médecine

## Paul RECLUS

Professeur agrégé à la Faculté de médecine  
Secrétaire général  
de la Société de Chirurgie  
Chirurgien des hôpitaux  
Membre de l'Académie de médecine

PAR MM.

BERGER, BROCA, DELBET, DELENS, DEMOULIN, J.-L. FAURE, FORGUE  
GÉRARD-MARCHANT, HARTMANN, HEYDENREICH, JALAGUIER, KIRMISSON  
LAGRANGE, LEJARS, MICHAUX, NÉLATON, PEYROT  
PONCET, QUÉNU, RICARD, RIEFFEL, SEGOND, TUFFIER, WALTHER

### DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUNDUE

8 vol. gr. in-8 avec nombreuses figures dans le texte. En souscription. . . 150 fr.

**TOME I. — 1 vol. grand in-8° avec 218 figures . . . . . 18 fr.**

RECLUS. — Inflammations, traumatismes, maladies virulentes.  
BROCA. — Peau et tissu cellulaire sous-cutané.

QUÉNU. — Des tumeurs.  
LEJARS. — Lymphatiques, muscles, synoviales tendineuses et bourses séreuses.

**TOME II. — 1 vol. grand in-8° avec 361 figures . . . . . 18 fr.**

LEJARS. — Nerfs.  
MICHAUX. — Artères.  
QUÉNU. — Maladies des veines.

RICARD et DEMOULIN. — Lésions traumatiques des os.  
PONCET. — Affections non traumatiques des os.

**TOME III. — 1 vol. grand in-8° avec 285 figures . . . . . 18 fr.**

NÉLATON. — Traumatismes, entorses, luxations, plaies articulaires.  
QUÉNU. — Arthropathies, arthrites sèches, corps étrangers articulaires.

LAGRANGE. — Arthrites infectieuses et inflammatoires.  
GÉRARD-MARCHANT. — Crâne.  
KIRMISSON. — Rachis.  
S. DUPLAY. — Oreilles et annexes.

**TOME IV. — 1 vol. grand in-8° avec 354 figures . . . . . 18 fr.**

DELENS. — L'œil et ses annexes.  
GÉRARD-MARCHANT. — Nez, fosses

nasales, pharynx nasal et sinus.  
HEYDENREICH. — Mâchoires.

**TOME V. — 1 vol. grand in-8° avec nombreuses figures . . 18 fr.**

BROCA. — Face et cou. Lèvres, cavité buccale, gencives, palais, langue, larynx, corps thyroïde.  
HARTMANN. — Plancher buccal,

glandes salivaires, œsophage et pharynx.  
WALTHER. — Maladies du cou.  
PEYROT. — Poitrine.  
PIERRE DELBET. — Mammelles.

**TOME VI. — 1 vol grand in-8° avec nombreuses figures. . 18 fr.**

MICHAUX. — Parois de l'abdomen.  
BERGER. — Hernies.  
JALAGUIER. — Occlusion intestinale, Appendicite.

HARTMANN. — Abdomen.  
FAURE et RIEFFEL. — Rectum et anus.

Les tomes VII et VIII paraîtront successivement et à intervalles rapprochés.

# *Traité*

## *des Maladies Chirurgicales*

### D'ORIGINE CONGÉNITALE

PAR

le Dr **E. KIRMISSON**

Professeur agrégé à la Faculté de médecine, chirurgien de l'hôpital Trousseau  
Membre de la Société de Chirurgie,  
Membre correspondant de l'American Orthopædic Association.

---

**Avec 312 figures dans le texte et deux planches en couleurs.**

*1 volume gr. in-8° de XII-767 pages. 15 francs.*

---

Comme l'indique le titre, l'auteur s'est proposé d'étudier, non seulement les maladies chirurgicales qui existent au moment même de la naissance, mais encore celles qui se produisent plus ou moins longtemps après, du fait de la persistance d'une disposition d'origine congénitale. Ainsi sont les hernies inguinales, les kystes dermoïdes, les luxations congénitales de la hanche, etc. M. Kirmisson a pensé qu'il était intéressant, pour tous ceux qui s'occupent de chirurgie orthopédique, de rencontrer résumées en un même volume et par une même main toutes les notions relatives à ces affections qui sont d'ordinaire éparpillées dans les traités de Chirurgie et souvent même exposées par des collaborateurs différents.

Mais pour être à même de comprendre ce qui a trait à la pathogénie de ces diverses malformations, il est indispensable d'avoir présentes à l'esprit les notions embryologiques qui s'y rapportent. Aussi chacune des divisions de l'ouvrage est-elle précédée de l'exposé du développement des organes dont les anomalies vont être étudiées.

Toutefois l'auteur ne s'est pas proposé d'écrire uniquement un livre didactique ; il a voulu en même temps fournir des documents utiles à l'étude scientifique des questions qu'il expose. Dans ce but, il s'est efforcé de mettre à profit tous les faits qui se sont présentés à son observation pendant les huit années qu'il a passées comme chirurgien à l'hospice des Enfants-Assistés. Chaque fois que cela lui a paru utile, il a reproduit soit directement, soit d'après la photographie ou le moulage, les cas curieux qui se sont offerts à son examen. Il s'est efforcé, en un mot, de faire une œuvre aussi personnelle que possible, et de réunir des matériaux qui pourront être mis en usage par ceux qui, après lui, feront l'étude de cette même partie de la chirurgie.

NOUVELLE PUBLICATION PÉRIODIQUE

# Archives de Médecine des Enfants

PUBLIÉES PAR MM.

**F. BRUN**Agrégré, chirurgien de l'hôpital  
des Enfants-Malades.**J. COMBY**Médecin de l'hôpital des Enfants-  
Malades.**J. GRANCHER**Professeur de clinique des Maladies  
de l'Enfance.**V. HUTINEL**Professeur, médecin des Enfants-  
Assistés.**O. LANNELONGUE**Professeur, chirurgien de l'hôpital  
des Enfants-Malades.**A.-B. MARFAN**

Agrégré, médecin des hôpitaux.

**P. MOIZARD**Médecin de l'hôpital des Enfants-  
Malades.**A. SEVESTRE**Médecin de l'hôpital des Enfants-  
Malades.**D<sup>r</sup> J. COMBY**

Directeur de la publication.

La médecine des enfants prend une place de jour en jour plus grande dans la pratique comme dans la science médicales. Les revues consacrées à cette spécialité sont rares, et la plupart des travaux concernant les maladies de l'enfance se dispersent et se perdent en quelque sorte dans les innombrables journaux de médecine générale. Ils échappent pour la plupart aux spécialistes, qui gagneraient beaucoup à les trouver groupés et classés dans un recueil exclusivement réservé à la médecine des enfants.

Pour donner à un organe de cette nature toutes les chances de vie et de durée, il fallait réunir et associer les médecins et chirurgiens ayant depuis longtemps acquis une notoriété universelle par leurs travaux dans cette branche de la médecine. L'union s'est faite; elle assurera le succès d'une entreprise destinée à faciliter la pratique journalière du médecin comme les recherches du savant.

Les *Archives de Médecine des Enfants* paraissent régulièrement tous les mois et contiennent des mémoires originaux, des recueils de faits, des revues générales sur les questions à l'ordre du jour, et enfin des analyses de toutes les publications françaises ou étrangères relatives à la médecine des enfants.

**CONDITIONS DE LA PUBLICATION**

Les *Archives de Médecine des Enfants* paraissent le 1<sup>er</sup> de chaque mois par fascicules de 64 pages avec figures dans le texte. Elles forment chaque année un volume in-8° d'environ 800 pages.

**PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL**

FRANCE (Paris et Départements), 14 fr. ÉTRANGER (Union postale), 16 fr.

OUVRAGE COMPLET

# Traité des Maladies de l'Enfance

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

**J. GRANCHER**Professeur à la Faculté de médecine de Paris,  
Membre de l'Académie de médecine, médecin de l'hôpital des Enfants-Malades.**J. COMBY**Médecin  
de l'hôpital des Enfants-Malades.**A.-B. MARFAN**Agrégé,  
Médecin des hôpitaux.

3 vol. grand in-8° avec figures dans le texte. . 90 fr.

Ce *Traité des Maladies de l'Enfance* comble une lacune et les médecins attendaient avec impatience l'apparition de cet ouvrage. Il existait déjà en effet, traitant des maladies de l'Enfance, plusieurs manuels dont quelques-uns sont fort appréciés, mais nous n'avions pas de traité complet dans lequel les questions de pédiatrie fussent étudiées d'une façon complète. Cet ouvrage paraît en cinq beaux volumes et la notoriété qui s'attache aux noms des directeurs de cette publication et à ceux des collaborateurs suffit pour lui assurer un plein succès. Les maladies qui y sont traitées ont été confiées, en effet, aux pédiatres qui les ont étudiées d'une façon spéciale. Cette œuvre est pour ainsi dire une œuvre internationale, et parmi les noms des collaborateurs nous trouvons ceux des pédiatres les plus renommés de tous les pays, qui nous font ainsi profiter de l'expérience qu'ils peuvent avoir d'affections qu'ils rencontrent plus que d'autres dans leur champ d'observation. Bien plus, la Médecine et la Chirurgie, ces deux sœurs jumelles, qu'on tend bien à tort à séparer sans cesse, ont trouvé le moyen de se retrouver côte à côte au grand profit des lecteurs.

**DIVISIONS DE L'OUVRAGE****TOME I.** — 1 vol. in-8° de xvi-816 pages avec fig. dans le texte. 18 fr.

Physiologie et hygiène de l'enfance. — Considérations thérapeutiques sur les maladies de l'enfance. — Maladies infectieuses.

**TOME II.** — 1 vol. in-8° de 818 pages avec fig. dans le texte. 18 fr.

Maladies générales de la nutrition. — Maladies du tube digestif.

**TOME III.** — 1 vol. de 950 pages avec figures dans le texte. 20 fr.

Abdomen et annexes. — Appareil circulatoire. — Nez, larynx et annexes.

**TOME IV.** — 1 vol. de 880 pages avec figures dans le texte. 18 fr.

Maladies des bronches, du poumon, des plèvres, du médiastin. — Maladies du système nerveux.

**TOME V.** — 1 vol. de 890 pages avec figures dans le texte. 18 fr.Organes des sens. — Maladies de la peau. — Maladies du fœtus et du nouveau-né. — Maladies chirurgicales des os, articulations, etc. — *Table alphabétique des matières des 5 volumes.*

CHAQUE VOLUME EST VENDU SÉPARÉMENT

# Traité d'Anatomie Humaine

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

**Paul POIRIER**PROFESSEUR AGRÉGÉ A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS  
CHEF DES TRAVAUX ANATOMIQUES, CHIRURGIEN DES HOPITAUX

PAR MM.

**A. CHARPY**PROFESSEUR D'ANATOMIE  
A LA FACULTÉ DE  
TOULOUSE**A. NICOLAS**PROFESSEUR D'ANATOMIE  
A LA FACULTÉ DE  
NANCY**A. PRENANT**PROFESSEUR D'HISTOLOGIE  
A LA FACULTÉ DE  
NANCY**P. POIRIER**PROFESSEUR AGRÉGÉ  
CHEF DES TRAVAUX ANATOMIQUES  
CHIRURGIEN DES HOPITAUX**P. JACQUES**PROFESSEUR AGRÉGÉ  
A LA FACULTÉ DE NANCY  
CHEF DES TRAVAUX ANATOMIQUESÉTAT DE LA PUBLICATION AU 1<sup>er</sup> AVRIL 1898**TOME PREMIER**Embryologie; Ostéologie; Arthrologie. Un volume grand in-8<sup>o</sup>  
avec 621 figures . . . . . 20 fr.**TOME DEUXIÈME**

- 1<sup>er</sup> Fascicule : **Myologie**. Un volume grand in-8<sup>o</sup> avec 312 figures. 12 fr.  
 2<sup>e</sup> Fascicule : **Angéiologie** (*Cœur et Artères*). Un volume grand  
 in-8<sup>o</sup> avec 145 figures. . . . . 8 fr.  
 3<sup>e</sup> Fascicule : **Angéiologie** (*Capillaires, Veines*). Un volume grand  
 in-8<sup>o</sup> avec 75 figures . . . . . 6 fr.

**TOME TROISIÈME**1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> Fascicules : **Système nerveux**. Deux volumes grand  
in-8<sup>o</sup> avec 407 figures . . . . . 22 fr.**TOME QUATRIÈME**

- 1<sup>er</sup> Fascicule : **Tube digestif**. Un volume grand in-8<sup>o</sup>, avec  
 158 figures. . . . . 12 fr.  
 2<sup>e</sup> Fascicule : **Appareil respiratoire**; *Larynx, trachée, poumons,*  
*plèvres, thyroïde, thymus*. Un volume grand in-8<sup>o</sup>, avec  
 124 figures. . . . . 6 fr.

**IL RESTE A PUBLIER :**

Un fascicule du tome II (*Lymphatiques*);  
 Un fascicule du tome III (*Nerfs périphériques. Organes des sens*);  
 Un fascicule du tome IV (*Organes génito-urinaires*).

*Ces fascicules seront publiés successivement dans le plus bref délai possible.*



## L'ŒUVRE MÉDICO-CHIRURGICALE

D<sup>r</sup> CRITZMAN, directeur

Suite de

## Monographies cliniques

SUR LES QUESTIONS NOUVELLES

*en Médecine, en Chirurgie et en Biologie*

La science médicale réalise journellement des progrès incessants; les questions et découvertes vieillissent pour ainsi dire au moment même de leur éclosion. Les traités de médecine et de chirurgie, quelque rapides que soient leurs différentes éditions, auront toujours grand'peine à se tenir au courant.

C'est pour obvier à ce grave inconvénient, auquel les journaux, malgré la diversité de leurs matières, ne sauraient remédier, que nous avons fondé, avec le concours des savants et des praticiens les plus autorisés, un recueil de Monographies dont le titre général, *L'Œuvre médico-chirurgicale*, nous paraît bien indiquer le but et la portée.

Nous publions, aussi souvent qu'il est nécessaire, des fascicules de 30 à 40 pages dont chacun résume et met au point une question médicale à l'ordre du jour, et cela de telle sorte qu'aucune ne puisse être omise au moment opportun.

Nous tenant essentiellement sur le terrain pratique, nous essayerons de donner à chaque problème une formule complète. La valeur et l'importance des questions seront examinées d'une manière critique, de façon à constituer un chapitre entier, digne de figurer dans le meilleur traité médico-chirurgical. Cette nouvelle publication pourrait être intitulée aussi : *Complément à tous les Traités de Pathologie, de Clinique et de Thérapeutique*.

## CONDITIONS DE LA PUBLICATION

*Chaque monographie est vendue séparément . . . . . 1 fr. 25*

Il est accepté des abonnements pour une série de 10 Monographies au prix à forfait et payable d'avance de 10 francs pour la Franco et 12 francs pour l'étranger (port compris).

## MONOGRAPHIES PUBLIÉES

- N<sup>o</sup> 1. **L'Appendicite**, par le D<sup>r</sup> FÉLIX LEGUEU, chirurgien des hôpitaux de Paris.
- N<sup>o</sup> 2. **Le Traitement du mal de Pott**, par le D<sup>r</sup> A. CHIPAULT, de Paris.
- N<sup>o</sup> 3. **Le Lavage du Sang**, par le D<sup>r</sup> LEJARS, professeur agrégé, chirurgien des hôpitaux, membre de la Société de chirurgie.
- N<sup>o</sup> 4. **L'Hérédité normale et pathologique**, par le D<sup>r</sup> CH. DEBIERRE, professeur d'anatomie à l'Université de Lille.
- N<sup>o</sup> 5. **L'Alcoolisme**, par le D<sup>r</sup> JAQUET, privat-docent à l'Université de Bâle.
- N<sup>o</sup> 6. **Physiologie et pathologie des sécrétions gastriques**, par le D<sup>r</sup> A. VERHAEGEN, assistant à la Clinique médicale de Louvain.
- N<sup>o</sup> 7. **L'Eczéma**, par le D<sup>r</sup> LEREDDE, chef de laboratoire, assistant de consultation à l'hôpital Saint-Louis.

MASSON ET C<sup>ie</sup>, Libraires de l'Académie de Médecine

---

# Chirurgie du Poumon

Par le D<sup>r</sup> TUFFIER

PROFESSEUR AGRÉGÉ, CHIRURGIEN DE L'HOPITAL DE LA PITIÉ

1 volume in-8° . . . . . 6 francs.

---

Le livre que vient d'écrire M. Tuffier se trouve en ce moment le seul ouvrage complet sur une question d'actualité chirurgicale de la plus grande importance. Il n'existe aucun traité de ce genre ni en France, ni à l'étranger. Condensé en 180 pages, il se divise en deux parties : l'une qui a trait à la technique opératoire dans la chirurgie pulmonaire (thoracotomie, traversée pleurale, pneumotomie, résection du poumon); l'autre qui traite de la conduite à tenir dans chacune des maladies du poumon. La première partie est indispensable à tous ceux qui veulent être au courant de ces opérations ou les pratiquer. La seconde s'adresse en même temps au médecin en traitant des indications opératoires et des résultats thérapeutiques (plaies de poitrine, tumeurs, abcès, kystes, dilatations bronchiques, tuberculose, gangrène) obtenus jusqu'à notre jour par l'ensemble de toutes les opérations pratiquées dans tous les pays et dont de nombreux tableaux donnent les observations et leurs indications bibliographiques.

---

## CHANGEMENT DE PÉRIODICITÉ

Bulletins et Mémoires

DE LA

**Société de Chirurgie de Paris**

PUBLIÉS CHAQUE SEMAINE (Excepté pendant les vacances de la Société)

PAR LES SOINS DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

M. Paul RECLUS, Secrétaire général, et MM. REYNIER et ROUTIER, Secréétaires annuels.

---

La Société de Chirurgie, dans une de ses dernières séances, a décidé qu'à partir de l'année 1898 son BULLETIN, qui était jusqu'ici publié mensuellement, paraîtrait toutes les semaines, et serait (sauf pendant la période des vacances) distribué aux membres et aux abonnés, le mercredi, avant l'heure de la séance hebdomadaire.

L'autorité de la Société de Chirurgie, déjà si grande dans la science, ne pourra que gagner à cette modification de périodicité, grâce à laquelle on aura, dans un délai si court, à la fois le texte intégral des communications dont l'impression aura été décidée, et le texte absolument exact des présentations faites à la Société et des discussions auxquelles elles donnent lieu.

Prix de l'Abonnement annuel :

PARIS, 18 fr. — DÉPARTEMENTS, 20 fr. — UNION POSTALE, 22 fr.

# Traité de Microbiologie

Par E. DUCLAUX

Membre de l'Institut, Directeur de l'Institut Pasteur,  
Professeur à la Sorbonne et à l'Institut agronomique.

## TOME I. — MICROBIOLOGIE GÉNÉRALE

1 volume grand in-8° de IV-632 pages avec figures dans le texte. 15 fr.

TABLE DES CHAPITRES. — Action des fermentations. — Développement physiologique et pathologique de la théorie de Pasteur. — Morphologie et structure des microbes. — Génération spontanée. — Méthodes de culture. — Méthodes de coloration. — Composition des bactéries. — Nutrition minérale des microbes. — Alimentation hydrocarbonée. — Vie aérobie et anaérobie. — Alimentation des microbes. — Variations physiologiques dans une même fermentation. — Réaction sur le microbe des produits de la vie cellulaire. — Changements morphologiques sous l'influence du milieu. — Action de la chaleur, changements pathologiques et physiologiques sous son action. — Action de l'électricité. — Influence de la lumière sur les hyphomycètes. — Action de la lumière sur les bactéries colorées et non colorées. — Durée de conservation des microbes. — Etude microbienne du sol. — Distribution des microbes dans le sol. — Microbes dans l'air. — Etude microbienne des eaux. — Microbes dans les eaux. — Multiplication des bacilles dans l'eau. — Action de l'eau sur les microbes, sur les bactéries pathogènes. — Etude de l'épuration des eaux d'égout par des substances chimiques, par les fleurs, par le sol. — Purification des eaux potables. — Filtration des eaux fluviales — Purification spontanée et solaire des eaux courantes.

Le *Traité de Microbiologie* formera 7 volumes qui paraîtront successivement. Il paraîtra un volume par an.

# Traité du Paludisme

Par A. LAVERAN

Membre de l'Académie de médecine, membre correspondant de l'Institut.

1 volume grand in-8° avec 27 figures et une planche en couleurs. 10 fr.

Depuis près de vingt ans, M. le Dr Laveran s'occupe d'une manière toute spéciale du paludisme, et il a consacré déjà un grand nombre de travaux à l'étude de cette maladie. Ces travaux en ont suscité d'autres, en particulier sur l'hématozoaire du paludisme qui, découvert par M. Laveran en Algérie, a été retrouvé dans tous les pays où règne l'endémie palustre. Le moment était venu de résumer et de coordonner ces nombreux travaux, c'est ce que M. le Dr Laveran a fait dans le *Traité du Paludisme* qu'il vient de publier. La clinique, la thérapeutique et la prophylaxie ont une large place dans cet ouvrage à côté de l'étude des causes de la maladie. Des dessins et une planche en couleur permettent de suivre facilement la description de l'hématozoaire du paludisme et des parasites analogues qui sont étudiés dans le dernier chapitre de l'ouvrage.

VIENT DE PARAÎTRE

# Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu de Paris

Par G. DIEULAFOY

Professeur de clinique médicale à la Faculté de médecine de Paris  
Membre de l'Académie de médecine, médecin de l'Hôtel-Dieu.

1 vol. gr. in-8° avec figures dans le texte et une planche hors texte. 10 fr.

*Leçons contenues dans ce livre :* Leçon d'ouverture. — Œdème brightique suraigu du poumon. — Œdème brightique du larynx. — Les lésions syphilitiques de l'aorte (3 leçons). — Angine de poitrine tabétique. — Un cas de chorée mortelle. — Un cas d'épilepsie jacksonienne. — Un cas de maladie de Basedow (2 leçons). — Perforation de l'ulcère simple du duodénum. — Transformation de l'ulcère stomacal en cancer. — Lithiase intestinale et entérocologie sableuse. — Appendicite, Péritonites appendiculaires (3 leçons). — Péritonite à pneumocoques.

VIENT DE PARAÎTRE

# Éléments de Physiologie Humaine

Par Augustus WALLER, M. D., F. R. S.

Professeur de Physiologie au Saint-Mary's Hospital à Londres.

Traduit de l'anglais sur la troisième édition

Par le D<sup>r</sup> HERZEN

Professeur de Physiologie à l'Université de Lausanne.

1 volume in-8° de xvi-755 pages avec 311 figures dans le texte. 14 fr.

Ce livre est plus *personnel*, moins systématique et moins dogmatique que les similaires ; il s'adresse plus au raisonnement qu'à la mémoire ; une préoccupation constante de l'auteur est celle de n'insister que sur les points vraiment importants, sur ceux dont l'étude contribue le plus à l'intelligence du fonctionnement de la machine vivante. De plus, M. Waller n'oublie jamais qu'il s'adresse non à de futurs physiologistes, mais à de futurs médecins pour lesquels la physiologie est assurément une des bases les plus indispensables de la pathologie, mais pour lesquels elle n'est pourtant qu'une science auxiliaire, un moyen et non un but ; aussi s'efforce-t-il toujours d'indiquer, en quelques mots pour le moins, les perturbations auxquelles sont sujets les phénomènes physiologiques et de faire ressortir ainsi le lien étroit qui les unit aux phénomènes pathologiques, ceux-ci n'étant au fond qu'une déviation de ceux-là.

# Cours de Chimie

MINÉRALE, ORGANIQUE

Par **Armand GAUTIER**

Membre de l'Institut  
Professeur de Chimie à la Faculté de  
Médecine de Paris  
Membre de l'Académie de médecine

## DEUXIÈME ÉDITION

Revue et mise au courant des travaux les plus récents

Tome I. — CHIMIE MINÉRALE. 1 vol. grand in-8° avec 244 figures. 16 fr.

Tome II. — CHIMIE ORGANIQUE. 1 vol. grand in-8° avec 72 figures. . . 16 fr.

## LEÇONS DE CHIMIE BIOLOGIQUE, NORMALE ET PATHOLOGIQUE

Par A. GAUTIER

Ces leçons complètent le *Cours de Chimie* du professeur GAUTIER. Elles sont publiées avec la collaboration de MAURICE ARTHUS, professeur à l'Université de Fribourg.

1 volume grand in-8° de 826 pages avec 110 figures. . . 18 fr.

# Traité d'Analyse chimique qualitative

DES MANIPULATIONS, DES OPÉRATIONS CHIMIQUES, DES RÉACTIFS ET DE LEUR ACTION SUR LES CORPS LES PLUS RÉPANDUS; ESSAIS AU CHALUMEAU; ANALYSE DES EAUX POTABLES, DES EAUX MINÉRALES, DES TERRES, DES ENGRAIS, ETC.; RECHERCHES CHIMICO-LÉGALES, ANALYSE SPECTRALE

Par **R. FRÉSENIOUS**

Professeur de Chimie à l'Université de Wiesbaden

NEUVIÈME ÉDITION FRANÇAISE

RÉDIGÉE D'APRÈS LA SEIZIÈME ÉDITION ALLEMANDE

PAR LE D<sup>r</sup> L. GAUTIER

1 volume in-8° avec figures dans le texte et un tableau colorié  
d'analyse spectrale : 7 fr.

DU MÊME AUTEUR :

**Traité d'Analyse chimique quantitative.** Traité du dosage et de la séparation des corps simples et composés les plus usités en pharmacie, dans les arts et en agriculture, analyse par les liqueurs titrées, analyse des eaux minérales, des cendres végétales, des sols, des engrais, des minerais métalliques, de fontes, dosage de sucres, alcalimétrie, chlorométrie, etc. *Sixième édition française*, traduite sur la sixième édition allemande, par le D<sup>r</sup> L. GAUTIER. 1 vol. in-8° de 1343 pages avec 251 gravures dans le texte. . . . . 16 fr.

# 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, *fabriqués spécialement pour l'ouvrage*.

---

# Chimie des Matières colorantes

---

PAR

**A. SEYEWETZ**

Chef des travaux  
à l'École de chimie industrielle de Lyon

**P. SISLEY**

Chimiste-Coloriste

1 volume grand in-8° de 822 pages. . . . . 30 fr.

---

Les auteurs, dans cette importante publication, se sont proposé 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 est, 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.

---

**VIENT DE PARAÎTRE**

# Précis de Minéralogie

Par **A. de LAPPARENT**

Membre de l'Institut, professeur à l'École libre des Hautes-Études.

**Troisième édition, revue et augmentée.**

1 vol. in-12 avec 335 figures et 1 planche en chromo, cart. toile. 5 fr.

---

La 3<sup>e</sup> édition du *Précis de Minéralogie* diffère des précédentes par quelques modifications de détail, que l'auteur y a introduites pour mettre les descriptions en complet accord avec le système de classification des minéraux qu'il a définitivement adopté.

Mais le principal intérêt de cette édition réside dans le *Lexique alphabétique*, soigneusement contrôlé à l'aide des documents les plus sûrs et mis au courant des dernières acquisitions de la science. Ce lexique comprend aujourd'hui 3750 noms. Si l'on en défalque 250, qui correspondent à de simples variantes d'orthographe, il en reste 3500, représentant des noms d'espèces, de variétés, ou des termes tombés en synonymie.

Les 600 espèces ou variétés décrites dans le *Précis* sont les seules dont le nom soit simplement suivi, dans le lexique, d'un chiffre renvoyant à une page du livre. Pour tout le reste, il est donné une indication sommaire de la nature du minéral, quelquefois même de sa composition chimique. — Le lexique constitue donc, à l'heure présente, le document le plus complet et le plus commode à consulter pour ceux qui veulent connaître rapidement la signification des noms minéralogiques qu'ils rencontrent sur leur chemin.

---

**VIENT DE PARAÎTRE**

## *Notions générales* *sur l'Écorce terrestre*

---

Par **A. de LAPPARENT**

Membre de l'Institut, professeur à l'École libre des Hautes-Études.

1 vol. in-16 avec 33 figures dans le texte. 1 fr. 20

---

On a réuni dans cet opuscule un ensemble de six leçons que l'auteur a professées au début de 1897, à l'Institut catholique de Paris, devant un auditoire de dames et de jeunes filles. Une sympathie générale a, du reste, accueilli cette tentative, faite pour introduire dans l'enseignement supérieur destiné aux femmes des notions qui n'ont encore qu'une place dérisoire dans les programmes de nos lycées et collèges.

VIENT DE PARAÎTRE

# Les Colonies animales et la formation des organismes

Par **Edmond PERRIER**

Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle.

**DEUXIÈME ÉDITION**

1 vol. gr. in-8° avec 2 planches hors texte et 158 figures. 48 fr.

---

Dans cette deuxième édition d'un livre bien connu non seulement des naturalistes mais aussi des philosophes et des sociologistes, l'auteur n'a eu à modifier en rien ni le fond de sa doctrine, ni les arguments principaux sur lesquels il s'appuyait. Certains chapitres ont été plus ou moins profondément remaniés de manière à enregistrer quelques points de vue nouveaux ou à éliminer quelques objections ; tel est le chapitre relatif aux *Formes originelles des vers annelés et des animaux articulés* ; tel est aussi le chapitre sur l'*Individualité*, auquel la sanction du temps écoulé permettait de donner des conclusions plus fermes et plus rigoureusement scientifiques.

La préface de la première édition était uniquement consacrée à présenter au public l'idée mère du livre qui, neuve alors, n'a plus, aujourd'hui, besoin d'être présentée ; M. Perrier a pensé qu'il convenait plutôt d'en montrer la fécondité ; il a résumé dans une préface de 32 pages toute la théorie de la formation et de l'évolution des organismes, et mis en relief la part qu'on a prise à cette évolution les diverses forces qui agissent encore autour de nous.

---

## Traité de Zoologie

PAR

**Edmond PERRIER**

Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle.

---

VIENT DE PARAÎTRE

**FASCICULE IV**

**VERS ET MOLLUSQUES**

1 vol. gr. in-8° de 792 pages, avec 566 figures. 46 fr.

ONT DÉJÀ PARU :

FASCICULE I : **Zoologie générale.** 412 pages, 458 figures. . . 12 fr.

FASCICULE II : **Protozoaires et Phytozoaires.** 452 p., 243 fig. 10 fr.

FASCICULE III : **Arthropodes.** 480 pages, 278 figures. . . . . 8 fr.

Ces trois fascicules réunis forment la première partie. 1 vol. in-8° de 1344 pages, avec 980 figures . . . . . 30 fr.



## EXPÉDITIONS SCIENTIFIQUES

DU

## "TRAVAILLEUR" et du "TALISMAN"

Pendant les années 1880, 1881, 1882 et 1883

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique

SOUS LA DIRECTION DE

M. A. MILNE-EDWARDS

MEMBRE DE L'INSTITUT, PRÉSIDENT DE LA COMMISSION DES DRAGAGES SOUS-MARINS  
DIRECTEUR DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARISVIENT DE PARAÎTRE

## MOLLUSQUES TESTACÉS

PAR

ARNOULD LOCARD

TOME I. — 1 fort vol. gr. in-4° avec 24 planches hors texte. 50 fr.

TOME II. — 1 vol. gr. in-4° avec nombreuses planches hors texte.

*(Sous presse).*

## VOLUMES PRÉCÉDEMMENT PARUS :

**Poissons**, par L. VAILLANT, professeur-administrateur au Muséum d'Histoire Naturelle, membre de la commission des dragages sous-marins. 1 fort volume in-4° avec 28 planches hors texte . . 50 fr.**Brachiopodes**, par P. FISCHER, membre de la commission des dragages sous-marins, et D.-P. OEHLERT, membre de la Société géologique de France. 1 vol. in-4° avec 8 planches hors texte. . . 20 fr.**Echinodermes**, par Edmond PERRIER, professeur-administrateur au Muséum d'Histoire Naturelle, membre de l'Institut. 1 fort vol. in-4°, avec 25 planches hors texte. . . . . 50 fr.

VIENT DE PARAÎTRE

# L'Anatomie comparée des Animaux

## BASÉE SUR L'EMBRYOLOGIE

PAR

### LOUIS ROULE

LAURÉAT DE L'INSTITUT (Grand Prix des Sciences Physiques),

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

(Facultés des Sciences).

*Deux volumes grand in-8° de XXVI-1970 pages  
avec 1202 figures dans le texte . . . . . 48 fr.*

Ce traité d'*Anatomie comparée* ne se borne pas à contenir un exposé des faits acquis à la science actuelle. Ce dernier n'est, pour l'autour, qu'un moyen d'analyse, destiné à lui permettre la réalisation d'une synthèse, et à montrer, d'après une stricte méthode scientifique, l'enchaînement des êtres. Tout en constituant la part principale, et de beaucoup la plus considérable, il n'existe pas seul.

« . . . . Ce livre est, à la fois, un traité élémentaire d'anatomie appuyée sur l'embryologie, et un exposé succinct de philosophie zoologique. La manière dont les faits, mis en leur lieu naturel, se groupent et se complètent, donne par elle seule, avec une évidence toujours plus nette, le sentiment d'une lente évolution, subie incessamment par la matière vivante, et des voies qu'elle a suivies. La méthode scientifique part des faits pour arriver à concevoir les causes. . . . »

Ce traité ne s'adresse pas seulement aux étudiants désireux d'avoir un guide en anatomie. Il est de portée plus haute. Par sa méthode de rigoureuse logique, par son esprit de synthèse, il mérite d'intéresser les personnes qui, de près ou de loin, s'attachent aux sciences biologiques, soit pour elles-mêmes, soit pour leurs applications, soit pour leurs conséquences philosophiques.

L'ouvrage comprend deux volumes, et compte 1970 pages. Il est divisé en seize chapitres, dont chacun renferme l'étude anatomique d'un embranchement déterminé. Les chapitres varient, dans leur étendue, suivant l'importance des embranchements; certains se réduisent à quelques pages; d'autres, celui des *Vertébrés* par exemple, en mesurent près de six cents, et constituent autant de traités spéciaux. Les figures, nouvelles pour la plupart, sont nombreuses, et fort soignées; rien n'a été omis pour les rendre des plus artistiques, sans ôter à leur valeur scientifique ni à leur simplicité.

---

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette. — 12674.

# 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

- PICOU. — Distribution de l'électricité. (2 vol.).  
A. GOUILLY. — Air comprimé ou raréfié. — Géométrie descriptive (3 vol.).  
DWELSHAUVERS-DERY. — Machine à vapeur. — I. Etude expérimentale calorimétrique. — II. Etude expérimentale dynamique.  
A. MADAMET. — Tiroirs et distributeurs de vapeur. — Détente variable de la vapeur. — Épures de régulation.  
M. DE LA SOURCE. — Analyse des vins.  
ALBERGLO. — I. Travail des bois. — II. Corderie. — III. Construction et résistance des machines à vapeur.  
AINÉ WITZ. — I. Thermodynamique. — II. Les moteurs thermiques.  
LINDET. — La bière.  
TH. SCHLESING fils. — Chimie agricole.  
SAUVAGE. — Moteurs à vapeur.  
LE CHATELIER. — Le grisou.  
DUDEBOUT. — Appareils d'essai des moteurs à vapeur.  
CRONEAU. — I. Canon, torpilles et cuirasse. — II. Construction du navire.  
H. GAUTIER. — Essais d'or et d'argent.  
LECOMTE. — Les textiles végétaux.  
DE LAUNAY. — I. Les gîtes métallifères. — II. Production métallifère.  
BERTIN. — État de la marine de guerre.  
FERDINAND JEAN. — L'industrie des peaux et des cuirs.  
BERTHELOT. — Calorimétrie chimique.  
DE VIARIS. — L'art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes.  
GUILLAUME. — Unités et étalons.  
WIDMANN. — Principes de la machine à vapeur.  
MINEL (P.). — Électricité industrielle. (2 vol.). — Électricité appliquée à la marine. — Régularisation des moteurs des machines électriques.  
HÉBERT. — Boissons falsifiées.  
NAUDIN. — Fabrication des vernis.  
SINGAGLIA. — Accidents de chaudières.  
GUENZL. — Décoration de la porcelaine au feu de moufle.  
VERMAND. — Moteurs à gaz et à pétrole.  
MEYER (Ernest). — L'utilité publique et la propriété privée.  
WALLON. — Objectifs photographiques.  
BLOCHE. — Eau sous pression.

### Section du Biologiste

- FAISANS. — Maladies des organes respiratoires.  
MAGNAN et SÉRIEUX. — I. Le délire chronique. — II. La paralysie générale.  
AUVARD. — I. Séméiologie génitale. — II. Menstruation et fécondation.  
G. WEISS. — Electro-physiologie.  
BAZY. — Maladies des voies urinaires. (2 vol.).  
TROSSÉAU. — Hygiène de l'œil.  
FÈRE. — Epilepsie.  
LAVERAN. — Paludisme.  
POLIN et LABIT. — Aliments suspects.  
BERGONIE. — Physique du physiologiste et de l'étudiant en médecine.  
MEGNIN. — I. Les acariens parasites. — II. La faune des cadavres.  
DEMELIN. — Anatomie obstétricale.  
CUÉNOT. — I. Les moyens de défense dans la série animale. — II. L'influence du milieu sur les animaux.  
A. OLIVIER. — L'accouchement normal.  
BERGÉ. — Guide de l'étudiant à l'hôpital.  
CHARRIN. — I. Les poisons du urine. — II. Poisons du tube digestif. — III. Poisons des tissus.  
ROGER. — Physiologie normale et pathologique du foie.  
BROcq et JACQUET. — Précis élémentaire de dermatologie (5 vol.).  
HANOT. — De l'endocardite aiguë.  
WHILL-MANTOU. — Guide du médecin d'assurances sur la vie.  
LANGLOIS. — Le lait.  
DE BRUN. — Maladies des pays chauds. (2 vol.).  
BROCA. — Tumeurs blanches des membres chez l'enfant.  
DE CAZAL et CATRIN. — Médecine légale militaire.  
LAPERSONNE (DE). — Maladies des paupières et des membranes externes de l'œil.  
KÖHLER. — Applications de la photographie aux Sciences naturelles.  
BEAUREGARD. — Le microscope.  
LESAGE. — Le choléra.  
LANNELONGUE. — La tuberculose chirurgicale.  
CORNEVIN. — Production du lait.  
J. CHATIN. — Anatomie comparée (4. v.).

# ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

## Ouvrages parus

### Section de l'Ingénieur

DE MARCHENA. — Machines frigorifiques (2 vol.).  
 PRUD'HOMME. — Teinture et impression.  
 SOREL. — I. La rectification de l'alcool. — II. La distillation.  
 DE BILLY. — Fabrication de la fonte.  
 HENNEBERT (C<sup>t</sup>). — I. La fortification. — II. Les torpilles sèches. — III. Bouches à feu. — IV. Attaque des places. — V. Travaux de campagne. — VI. Communications militaires.  
 CASPARI. — Chronomètres de marine.  
 LOUIS JACQUET. — La fabrication des eaux-de-vie.  
 DUDEBOUT et CRONEAU. — Appareils accessoires des chaudières à vapeur.  
 C. BOURLET. — Bicycles et bicyclettes.  
 H. LÉAUTÉ et A. BÉRARD. — Transmissions par câbles métalliques.  
 DE LA BAUME PUVINEE. — La théorie des procédés photographiques.  
 HATT. — Les marées.  
 H. LAURENT. — I. Théorie des jeux de hasard. — II. Assurances sur la vie. — III. Opérations financières.  
 C<sup>t</sup> VALLIER. — Balistique (2 vol.). — Projectiles. Fusées. Cuirasses (2 vol.).  
 LÉLOUTRE. — Le fonctionnement des machines à vapeur.  
 DARIÉS. — Cubature des terrasses.  
 SIDERSKY. — I. Polarisation et saccharimétrie. — II. Constantes physiques.  
 NIEWENGLOWSKI. — Applications scientifiques de la photographie.  
 ROCQUES (X.). — Alcools et eaux-de-vie.  
 MOISSARD. — Topographie.  
 BOURSALT. — Calcul du temps de pose.  
 SEGUELA. — Les tramways.  
 LEFÈVRE (J.). — I. La Spectroscopie. — II. La Spectrométrie. — III. L'éclairage électrique. — IV. Éclairage aux gaz, aux huiles, aux acides gras.  
 BARILLOT (E.). — Distillation des bois.  
 MOISSAN et OUVRARD. — Le nickel.  
 URBAIN. — Les succédanés du chiffon en papeterie.  
 LOPPÉ. — I. Accumulateurs électriques. — II. Transformateurs de tension.  
 ARÈS. — I. Chaleur et énergie. — II. Thermodynamique.  
 FABRY. — Piles électriques.  
 HENRIET. — Les gaz de l'atmosphère.  
 DUMONT. — Electromoteurs.  
 MINEY (A.). — I. L'Electro-métallurgie. — II. Les fours électriques. — III. L'Electro-chimie.  
 DUPOUR. — Tracé d'un chemin de fer.  
 MIRON (F.). — Les huiles minérales.  
 BORNÉQUE. — Armement portatif.

### Section du Biologiste

CASTEX. — Hygiène de la voix.  
 MERKLEN. — Maladies du cœur.  
 G. ROCHÉ. — Les grandes pêches maritimes modernes de la France.  
 OLLIER. — I. Résections sous-périostées. — II. Résections des grandes articulations.  
 LUTULE. — Pus et suppuration.  
 CRITZMAN. — Le cancer.  
 ARMAND GAUTIER. — La chimie de la cellule vivante.  
 SÉGLAS. — Le délire des négations.  
 STANISLAS MEUNIER. — Les météorites.  
 GRÉHANT. — Les gaz du sang.  
 NOCARD. — Les tuberculoses animales et la tuberculose humaine.  
 MOUSSOUS. — Maladies congénitales du cœur.  
 BERTHAULT. — Les prairies (2 vol.).  
 TROUSSERT. — Parasites des habitations humaines.  
 LAMY. — Syphilis des centres nerveux.  
 RECLUS. — La cocaïne en chirurgie.  
 THOULET. — Océanographie pratique.  
 HOUDAILLE. — Météorologie agricole.  
 VICTOR MEUNIER. — Sélection et perfectionnement animal.  
 HÉNOCQUE. — Spectroscopie biolog.  
 GALIPE et BARRÉ. — Le pain (2 v.).  
 LE DANTEC. — I. La matière vivante. — II. La Bactériologie charbonneuse. — III. La Ferme spécifique.  
 L'HOTE. — Analyse des engrais.  
 LARBALÉTRIER. — Les tourteaux. — Résidus industriels employés comme engrais (2 vol.).  
 LE DANTEC et BÉRARD. — Les sporozoaires.  
 DEMMLER. — Soins aux malades.  
 DALLEMAGNE. — Études sur la criminalité (3 vol.).  
 BRAULT. — Des artérites (2 vol.).  
 RAVAZ. — Reconstitution du vignoble.  
 EHLERS. — L'Érgotisme.  
 BONNIER. — L'Oreille (5 vol.).  
 DESMOULINS. — Conservation des produits et denrées agricoles.  
 LOVERDO. — Le ver à soie.  
 DUBREUILH et BEILLE. — Les parasites animaux de la peau humaine.  
 KAYSER. — Les loupes.  
 COLLET. — Troubles auditifs des maladies nerveuses.  
 LOUTRÉ. — Essences forestières.  
 MONOD. — L'Appendicite.  
 DALLEMAGNE. — La Volonté (3 vol.).  
 DELOBELLE et COZETTE. — La Vaccino.