

NOTICE
SUR LES
TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE
M. LÉON GUILLET

DOCTEUR ÈS SCIENCES
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

PARIS
H. DUNOD & E. PINAT, ÉDITEURS

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

1907

NOTICE
SUR LES
TRAVAUX SCIENTIFIQUES
DE
M. LÉON GUILLET

PARIS

IMPRIMERIE DE J. DUMOULIN

5, rue des Grands-Augustins, 5

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. LÉON GUILLET

DOCTEUR ÈS SCIENCES
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT, ÉDITEURS

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

—
1907

TITRES

Docteur ès sciences physiques (1902);
Ingénieur des Arts et Manufactures (1897);
Membre correspondant du Comité des arts chimiques de la Société
d'Encouragement pour l'Industrie nationale;
Membre du Comité (section de métallurgie) de la Société des Ingé-
nieurs civils de France;
Membre du Comité de la Revue de Métallurgie;
Chargé de conférences sur les industries métallurgiques, École
internationale des Expositions, Paris 1900, Glasgow 1901;
Professeur du cours de Technologie chimique et métallurgique au
Collège libre des sciences sociales.
Proposé en seconde ligne pour la Chaire de Chimie générale de
l'École Centrale des Arts et Manufactures.

RECOMPENSES

Médaille d'argent de collaborateur (Exposition universelle de 1900);
Lauréat de la Société des Ingénieurs civils de France : Prix Michel
Alcan (1904); Prix Nozo (1906);
Lauréat de la Société d'Encouragement pour l'Industrie natio-
nale. Médaille d'or (1904);
Officier de l'Instruction publique (1906);
Lauréat de l'Iron and Steel Institute : Médaille d'or Carnegie (1906).

Conférences faites au Conservatoire des Arts et Métiers

1905. — Les Alliages industriels et leurs applications.
1906. — La Fonderie de cuivre.
1907. — Les Applications récentes de l'électricité dans les indus-
tries chimiques et métallurgiques.
Année scolaire 1906-1907. — Suppléance du cours de métal-
lurgie et travail des métaux.

LISTE DES MÉMOIRES

(Bien que de nombreux renvois aient été faits dans le texte de la note résumant nos travaux, nous avons pensé nécessaire de donner ici l'énumération complète des mémoires que nous avons publiés sur la Métallurgie et le Travail des métaux.)

“Comptes rendus de l'Académie des Sciences”

1901

- 6 MAI. — Sur les alliages d'aluminium. Combinaisons de l'aluminium et du tungstène.
- 3 JUIN. — Sur les alliages d'aluminium. Combinaisons de l'aluminium et du molybdène.
- 29 JUILLET. — Études des alliages d'aluminium et de molybdène.
- 28 OCTOBRE. — Contribution à l'étude des alliages de cuivre et d'aluminium.
- 2 DÉCEMBRE. — Contribution à l'étude des alliages d'étain et d'aluminium.

1902

- 27 JANVIER. — Contribution à l'étude des alliages aluminium-fer et aluminium-manganèse.

1903

- 26 JANVIER. — Sur la micrographie des aciers au nickel.
- 23 FÉVRIER. — Sur l'influence de certains traitements sur la microstructure de certains aciers au nickel.
- 2 JUIN. — Sur la cémentation des aciers.
- 17 AOUT. — Diagramme donnant les propriétés des aciers au nickel.
- 21 SEPTEMBRE. — Sur les propriétés et la constitution des aciers au manganèse.

14 DÉCEMBRE. — Sur les propriétés et la constitution des aciers au silicium.

1904

8 FÉVRIER. — Sur la constitution et les propriétés des aciers au vanadium.

20 JUIN. — Nouvelles recherches sur la cémentation des aciers au carbone et des aciers spéciaux.

8 AOUT. — Nouvelles recherches sur les aciers au vanadium.

16 AOUT. — Propriétés et constitution des aciers au chrome.

26 SEPTEMBRE. — Constitution et propriétés des aciers au tungstène.

5 OCTOBRE. — Propriétés et constitution des aciers au molybdène.

1905

30 JANVIER. — Sur la trempe des bronzes.

26 JUIN. — Constitution et propriétés des aciers à l'étain, des aciers au titane et des aciers au cobalt.

3 JUILLET. — Constitution et propriétés des aciers à l'aluminium.

10 JUILLET. — Comparaison des propriétés des aciers ternaires. Essai de classification.

4 SEPTEMBRE. — Constitution des alliages cuivre-aluminium.

1906

7 MAI. — Sur les laitons spéciaux.

1907

8 AVRIL. — Sur les alliages nickel-étain.

22 AVRIL. — Remarques sur la constitution des alliages de cuivre.

13 MAI. — Sur la constitution et les propriétés des aciers au bore.

10 JUIN. — Relations entre la malléabilité et le diagramme des alliages.

“Revue de Métallurgie”

1904

- Aciers au silicium, p. 46.
- Nouvelles recherches sur les aciers au manganèse, p. 90.
- Aciers au chrome, p. 156.
- Aciers au tungstène, p. 263.
- Aciers au molybdène, p. 390.
- Aciers à l'étain, p. 500.
- Aciers au titane, p. 506.
- Aciers au vanadium, p. 525

1905

- Recherches sur les alliages de cuivre, p. 97.
- Aciers à l'aluminium, p. 312.
- Aciers au cobalt, p. 348.
- Comparaison des propriétés et classification des aciers ternaires, p. 349.
- Étude théorique et industrielle des alliages de cuivre et d'aluminium, p. 567.
- Aciers nickel-manganèse, p. 825.
- Aciers nickel-vanadium, p. 870.

1906

- Recherches récentes faites sur les alliages industriels, p. 155.
- Réponse à une note sur la cémentation de Ledebur, p. 226.
- Étude générale des laitons spéciaux, p. 243.
- Aciers nickel-chrome, p. 462.
- Aciers nickel-silicium, p. 558.

1907

- Aciers chrome-tungstène, p. 5.
- Le laboratoire du Congrès de l'Association internationale des méthodes d'essais, p. 189.

Les alliages nickel-étain, p. 535.

Remarque sur la constitution des alliages binaires de cuivre.
(*Mémoire remis*)

Les aciers au bore. (*Mémoire remis.*)

Nouvelles recherches sur les aciers au vanadium. (*Mémoire remis.*)

**“ Bulletin de la Société d'Encouragement
pour l'Industrie nationale ”**

1902. — Les alliages d'aluminium.

1903. — Métallographie des aciers au nickel, p. 658, t. I.

— Nouvelles recherches sur les aciers au nickel, p. 208, t. II.

— Les aciers au manganèse, p. 421, t. II.

**“ Bulletin de la Société des Ingénieurs civils
de France ”**

1903. — Tome II. La métallographie microscopique et son utilisation comme méthode d'essai, p. 13.

1905. — Tome II. La cémentation des aciers ordinaires et des aciers spéciaux, p. 174.

1905. — Tome II. Fabrication, propriété et utilisation des aciers spéciaux ternaires, p. 62.

1905. — Tome I. Les aciers à coupe rapide, p. 919.

1906. — Tome II. Traitement thermique des produits métallurgiques, p. 570.

1907. — Tome I. Le Congrès des méthodes d'essais de Bruxelles, p. 298.

— Tome I. Discussion sur l'électrosidérurgie, p. 391.

“ Iron and Steel Institute ”

1904-1905. — Discussions diverses sur les aciers spéciaux.

1905. — N° 2. Aciers employés dans la construction automobile, p. 166. — Le vanadium et son emploi en métallurgie, p. 118.

1906. — N° 2. Les aciers quaternaires, p. 1.
1907. — Les aciers au bore. (*A l'impression.*)

“ *Génie civil* ”

1900-1907

- Tome XVII, n° 25. — L'aluminothermie.
Tome XLI, n° 25. — Le procédé Mond pour l'extraction du nickel.
— n° 9, 10, 11, 12. — La constitution des alliages.
— n° 18. — Fours à chauffage électrique pour laboratoire.
— n° 19. — Les alliages de cuivre et de manganèse.
— n° 23, 24, 25, 26. — Les alliages d'aluminium.
Tome XLII, n° 23, 24. — État actuel de nos connaissances sur la constitution des aciers au carbone.
Tome XLIII, n° 1, 2, 3. — Recherches sur les aciers au nickel.
— n° 9. — Nouvelles recherches sur les aciers au nickel.
— n° 17, 18. — Recherches sur les aciers au manganèse.
Tome XLIV, n° 18, 19. — — — chrome.
— n° 1, 2. — — — tungstène.
— n° 15. — — — molybdène.
— n° 20. — — — titane et à l'étain.
Tome XLVI, n° 10, 11. — — — vanadium.
Tome XLVII, n° 6. — Influence de l'azote sur les propriétés de l'acier.
— n° 8, 9, 10, 11. — Les alliages de cuivre.
— n° 14, 15. — Congrès de métallurgie de Liège.
— n° 23. — Aciers spéciaux employés en France dans la construction des automobiles.
— n° 24, 25. — Emploi du vanadium en métallurgie.
Tome XLVIII, n° 2, 3, 4. — La métallurgie à l'Exposition de Liège.
Tome XLIX, n° 2, 3, 4. — Le moulage mécanique des pièces de fonderie.

Tome XLIX, n^{os} 16, 17. — La métallurgie au Congrès de chimie appliquée de Rome.

Tome L, n^{os} 6, 7, 8, 9, 10, 11. — L'état actuel de l'électrosidérurgie.

— LI, n^{os} 7, 8. — L'utilisation industrielle de la métallographie microscopique.

“ Journal de Physique ”

1903. — Les aciers au nickel.

“ Revue générale des Sciences ”

1906. — La métallographie microscopique (Juillet).

1907. — Les méthodes d'essais modernes. *Sous presse.*)

— Les traitements mécaniques et thermiques des alliages
autres que ceux de fer. *(En préparation.)*

“ Revue scientifique ”

1905. — Les aciers spéciaux (Août).

Association des Méthodes d'essais

1902 à 1907. — Vingt-quatre mémoires sur les méthodes d'essais et les alliages.

Congrès de Métallurgie de Liège

1906. — Les aciers spéciaux.

— Constitution des alliages de cuivre.

Congrès des Méthodes d'essais de Bruxelles

1907. — Contribution à la discussion sur les aciers spéciaux. —
Le laboratoire du Congrès.

OUVRAGES

Contribution à l'étude des alliages d'aluminium (Thèse de doctorat), RENOARD, éditeur.

Précis d'électrochimie et d'électrometallurgie, BAILLIÈRE, éditeur, 1903.

Étude théorique et industrielle des alliages métalliques (3 volumes), DUNOD et PINAT, éditeurs, 1905-1906.

1^{er} volume. *Étude théorique*. — 2^e volume. *Étude industrielle*. — 3^e volume. *Album de Micrographies*.

Les aciers spéciaux (3 volumes), DUNOD et PINAT, éditeurs.

1^{er} volume. *Aciers au nickel, au manganèse et au silicium*, 1905.

2^e volume. *Aciers au chrome, au tungstène, au molybdène, etc.*, 1906.

3^e volume. (*Sous presse.*) — *Aciers quaternaires*.

En préparation chez DUNOD et PINAT, éditeurs :

Traitement des produits métallurgiques (4 volumes).

1^{er} volume. **Traitements thermiques** : *trempe, recuit, revenu* (sous presse). — 2^e volume. **Traitements chimiques** : *cémentation, fonte malléable, traitements électrolytiques, soudures*. (En préparation.) — 3^e volume. **Traitements mécaniques** : *martelage, laminage, étirage, tréfilage*. — 4^e volume. **Applications de ces traitements** : *fabrication des rails, poutrelles, tôles, plaques de blindage, fils, tubes, etc.*

RECHERCHES SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

Je présenterai mes recherches scientifiques et mes travaux industriels dans un ordre se rapprochant le plus possible du programme actuel du cours de Métallurgie.

PREMIÈRE ANNÉE DU COURS

PROCÉDÉS DE FABRICATION DES MÉTAUX

Sidérurgie. — Comme ingénieur conseil de la Société des Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard, je dois m'occuper, non seulement des fabrications courantes des produits sidérurgiques (haut-fourneau, four Martin, etc.), mais aussi de la préparation au four électrique des aciers ordinaires et spéciaux.

De plus, appelé, il y a quelques années, par la Société de l'Électrométallurgie française comme conseil, j'ai dû faire une étude comparative des produits obtenus par les procédés La Praz-Hérault et les procédés ordinaires (Martin, Creuset, etc.).

A la suite de ces recherches et d'un voyage dans les principales usines fabriquant l'acier au four électrique, j'ai publié sur ce sujet dans le *Génie civil*¹ une étude donnant la comparaison des différents procédés et les résultats obtenus (qualité des aciers, prix de revient, etc.), et présenté un rapport au Congrès de chimie appliquée de Rome, 1906.

1. *Génie civil*, t. L, n^{os} 6, 7, 8, 9, 10 et 11.

La Société des Ingénieurs civils de France m'a demandé de provoquer à l'une de ses séances une discussion, dont l'étude précédente a servi de base ¹.

Métallurgie du cuivre. — A la Société métallurgique de La Bonneville, dont je suis ingénieur-conseil et qui s'occupe de la fabrication du cuivre et de ses alliages, j'ai pu faire une étude comparative des différents fours de fusion, qui a été publiée dans mon traité *Étude industrielle des alliages* ².

Métallurgie des autres métaux. — Dès le début de l'aluminothermie, j'ai utilisé cette méthode pour ma thèse de doctorat sur les alliages d'aluminium ³. J'ai publié, sur l'emploi de cette méthode pour la préparation des métaux réfractaires, une étude dans le *Génie civil* ⁴.

La fabrication et l'emploi du vanadium et de ses alliages a fait de ma part, l'objet de recherches spéciales qui ont été présentées à l' "Iron and Steel Institute" ⁵ reproduite dans le *Génie civil* ⁶ et l'*Engineering* ⁷.

Un voyage, fait en Angleterre et en Écosse en 1901, m'a permis de me mettre au courant du procédé Mond pour l'extraction du nickel. Je l'ai décrit dans le *Génie civil* ⁸. Enfin j'ai publié un petit opuscule *Principes d'électrochimie et d'électrometallurgie* ⁹, décrivant notamment les principales méthodes utilisées pour extraire ou affiner les métaux avec l'emploi du courant électrique.

1. *Société des Ingénieurs civils*, mars 1907.

2. *Étude industrielle des alliages* (2 volumes, DUNOD et PINAT, 1906), p. 61 et suivantes du texte.

3. Thèse de doctorat, mai 1902.

4. *Génie civil*. L'Aluminothermie, t. XXXVII, n° 23.

5. *Iron and Steel Institute*, 1903, t. II.

6. *Génie civil*, t. XLVII, n°s 24 et 25.

7. *Engineering*, octobre 1903.

8. *Génie civil*. Le procédé Mond, t. XLI, n° 5.

9. *Principes d'électrochimie et d'électrometallurgie*, BAILLIÈRE, éditeur 1903.

PROPRIÉTÉS DES MÉTAUX. — ALLIAGES

Méthodes d'essais des produits métallurgiques

Essais mécaniques. — J'ai présenté une série de rapports à la section française de l'Association internationale des méthodes françaises¹; ils ont trait aux propriétés mécaniques des alliages, notamment des aciers spéciaux, aux liens qui existent entre la constitution et les propriétés mécaniques, à l'emploi des essais au choc sur barreaux entaillés.

J'ai attiré notamment l'attention sur l'influence d'une trempe à température élevée sur l'homogénéité d'une barre d'acier doux².

Chargé de représenter la Société des Ingénieurs civils de France au Congrès des méthodes d'essais (Bruxelles 1906), j'ai résumé les rapports et discussions dans un mémoire ayant pour but de montrer l'importance des méthodes modernes³.

J'ai développé le principe de ces méthodes, leur intérêt et leur emploi, dans une étude qui va paraître incessamment dans la *Revue générale des Sciences*.

Enfin, j'ai été appelé à créer de nombreux laboratoires d'essais aux usines de Dion-Bouton, à Puteaux, aux usines de La Bonneville (Eure), aux Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard, à la Société française de constructions mécaniques, aux usines Sautter-Harlé, etc.

1. Association des Méthodes d'essai (section française). *Comptes rendus* des années 1903 à 1906.

2. Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Livre sur *la Fragilité*, p. 402.

3. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, 1907, p. 298.

Métallographie. — Mes occupations m'ont porté d'une façon toute spéciale vers la *métallographie*, non seulement en tant que méthode de recherches scientifiques, mais aussi comme méthode d'essais.

*La Revue de Métallurgie*¹, le *Génie civil*², la *Revue générale des sciences*³, le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils* ont publié différents mémoires dans lesquels j'ai cherché à montrer, avant tout, le parti industriel que l'on peut tirer de cette méthode que j'utilise quotidiennement dans les usines dont je suis conseil.

J'ai été ainsi appelé à créer une trousse métallographique que la maison Pellin a construite sur mes indications et qui est plus spécialement destinée à l'observation de grosses pièces, de mécanismes tout montés, etc...; les revues précitées en ont donné la description; je l'ai présentée à la Société d'Encouragement dans une conférence sur les alliages.

Autres méthodes. — Dans mon premier volume de mon traité sur les alliages⁴, j'ai décrit les diverses méthodes physiques, physico-chimiques et chimique permettant de déterminer la constitution et les propriétés des alliages.

Dans une note à la Société chimique de France, j'ai montré les inconvénients de la méthode chimique utilisée seule et la nécessité des déterminations des courbes de fusibilité (solidus, liquidus) et des points de transformation accompagnés d'examen micrographique.

Le Comité d'organisation du dernier Congrès des méthodes d'essais (Bruxelles 1906), m'a fait l'honneur de me confier la direction du laboratoire qui a fonctionné pendant le Congrès.

1. *Revue de Métallurgie*, 1905, p. 97 et 567; 1906, p. 155 et 243.

2. *Génie civil*, t. XLI, n^{os} 9, 10, 11 et 12. — *Ibid.*, juillet 1906. Sur l'utilisation industrielle de la Métallographie microscopique.

3. *Revue générale des Sciences*, juillet 1906. La Métallographie microscopique.

4. *Étude théorique des Alliages métalliques*. DUNOD et PINAT, éditeurs, 1905.

J'ai rendu compte des travaux qui^d ont été effectués dans la *Revue de Métallurgie* et le *Bulletin des Ingénieurs civils de France*, ainsi que dans un mémoire spécial de l'Association des Méthodes d'essais.

Constitution des Alliages

Mes principales recherches scientifiques ont trait à la constitution des alliages. Je les résumerai très brièvement :

Alliages de fer. — Après avoir résumé dans le *Génie civil* l'état de nos connaissances sur la constitution des aciers ordinaires¹ j'ai abordé l'étude des aciers spéciaux ternaires, alliages de fer, de carbone et d'un troisième corps.

Mes recherches ont porté successivement sur les aciers au nickel², au manganèse³, au chrome⁴, au tungstène⁵, au molybdène⁶, au silicium⁷, au vanadium⁸, à l'aluminium⁹, à l'étain¹⁰, au titane¹¹,

1. *Génie civil*. État actuel de nos connaissances sur la constitution des aciers au carbone, t. XLII, n^{os} 23 à 28.

2. *Comptes rendus*, 26 janv., 23 févr. et 17 août 1903. Aciers au nickel. — *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1903, t. I, p. 658, et t. II, p. 208, (*Id.*) — *Génie civil*, t. XLIII, n^{os} 1, 2, 3 et 9. (*Id.*)

3. *Comptes rendus*, 21 sept. 1903. Aciers au manganèse. — *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1903, t. II, p. 421, (*Id.*) — *Génie civil*, t. XLIII, n^{os} 17 et 18. (*Id.*)

4. *Comptes rendus*, 16 août 1904. Aciers au chrome. — *Revue de Métallurgie*, 1904, p. 155. (*Id.*) — *Génie civil*, t. XLIV, n^{os} 18 et 19. (*Id.*)

5. *Comptes rendus*, 26 sept. 1904. Aciers au tungstène. — *Revue de Métallurgie*, 1904, p. 263. (*Id.*) — *Génie civil*, t. XLV, n^{os} 1 et 2. (*Id.*)

6. *Comptes rendus*, 6 oct. 1904. Aciers au molybdène. — *Revue de Métallurgie*, 1904, p. 390. (*Id.*) — *Génie civil*, t. XLV, n^o 15. (*Id.*)

7. *Comptes rendus*, 14 déc. 1903. Aciers au silicium. — *Revue de Métallurgie*, 1904, p. 46. (*Id.*)

8. *Comptes rendus*, 8 fév. et 8 août 1904. Aciers au vanadium. — *Revue de Métallurgie*, 1904, p. 525. (*Id.*) — *Génie civil*, t. XLVI, n^o 11. Aciers à l'aluminium.

9. *Comptes rendus*, 3 juil. 1905. Aciers à l'aluminium. — *Revue de Métallurgie*, 1905, p. 312. (*Id.*)

10. *Comptes rendus*, 26 juin 1905. Aciers à l'étain. — *Revue de Métallurgie*, 1904, p. 500. (*Id.*)

11. *Comptes rendus*, 26 juin 1905. Aciers au titane. — *Revue de Métallurgie*, 1904, p. 506. (*Id.*)

au cobalt¹, enfin tout récemment sur les aciers au bore² et les aciers au tantale. *265*

Je ne veux pas décrire ici les résultats auxquels je suis arrivé : qu'il me suffise de rappeler que ces études ont porté sur la micrographie et les propriétés mécaniques et m'ont conduit à l'établissement de diagrammes extrêmement simples, qui ont permis de réduire le champ des recherches industrielles.

Ces études ont été rassemblées en deux volumes particuliers et m'ont valu le prix Michel Alcan de la Société des Ingénieurs civils et une médaille d'or de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (1904).

J'ai voulu ensuite confirmer les résultats obtenus par de nouvelles recherches sur les aciers quaternaires.

Celles-ci, ont fait l'objet de divers mémoires parmi lesquels je citerai ceux relatifs aux aciers nickel-manganèse³, aux aciers nickel-chrome⁴, aux aciers nickel-silicium⁵, aux aciers chrome-tungstène⁶, et aux aciers nickel-vanadium⁷.

Toutes ces recherches qui ont conduit à des résultats intéressant l'industrie, ont été résumées dans un mémoire présenté en mai 1906⁸ et m'ont valu la médaille d'or Carnegie. Elles seront rassemblées dans un troisième volume sur les aciers spéciaux actuellement sous presse à la *Revue de Métallurgie*.

Le Congrès de métallurgie de Liège avait bien voulu me confier le rapport sur les aciers spéciaux. De même, le Congrès des

1. *Comptes rendus*, 26 juin 1905. Aciers au cobalt. — *Revue de Métallurgie*, 1905, p. 343. (*Id.*)

2. *Comptes rendus*, 13 mai 1907. Aciers au bore. — *Revue de Métallurgie*, 1907. (*Id.*)

3. *Revue de Métallurgie*, 1905, p. 825.

4. *Ibid.*, 1906, p. 462.

5. *Ibid.*, 1906, p. 558.

6. *Ibid.*, 1907, p. 5.

7. *Ibid.*, 1905, p. 870.

8. *Quaternary Steels*, *Iron and Steel Institute*, 1906, n° 2, p. 1.

méthodes d'essais (Bruxelles 1906), m'avait demandé une étude sur le même sujet.

Alliages de cuivre. — Les alliages de cuivre m'ont préoccupé, comme ingénieur-conseil de la Société métallurgique de La Bonneville et de diverses usines de constructions mécaniques et comme directeur des laboratoires et services métallurgiques des usines de Dion-Bouton.

Après la publication du *Diagramme des alliages cuivre-étain*, par MM. Heycock et Neville, j'ai déterminé la variation de propriétés des bronzes après trempe ¹. Je reviendrai ultérieurement sur ce point.

J'ai étudié spécialement la constitution des bronzes à haute teneur en plomb ² et déterminé l'influence de différents éléments, phosphore, manganèse, aluminium sur les propriétés mécaniques des alliages cuivre étain.

Les *laitons spéciaux* ont fait l'objet d'une longue étude qui m'a mis sur la voie d'une loi générale que j'applique actuellement aux bronzes spéciaux, aux alliages de cuivre et d'aluminium, etc.

J'ai montré ³ qu'un corps ajouté à un laiton ordinaire, l'amène s'il entre en solution, à un titre fictif que l'on peut, dans certaines limites, déterminer au microscope. Entre le titre réel en cuivre A , le titre fictif A' , le coefficient d'équivalence t du corps ajouté ($t =$ la quantité de zinc que remplace 1 p. 100 de ce corps) et la quantité q de ce corps, existe la relation suivante :

$$A' = \frac{100 A}{100 + q(t-1)}$$

J'ai déterminé t pour un grand nombre de corps et j'ai montré

1. *Comptes rendus*, 30 janv. 1907. — *Revue de Métallurgie*, 1903, p. 97.
2. *Étude industrielle des Alliages métalliques*, chapitre des bronzes spéciaux, p. 552.
3. *Comptes rendus*, 7 mai 1906. — *Revue de Métallurgie*, 1905, p. 97 et 1906, p. 243.
— Compte rendu du Congrès de chimie appliquée de Rome.

tout l'intérêt industriel de cette loi, un laiton spécial ayant des propriétés mécaniques se rapprochant de l'alliage cuivre-zinc dont il a le titre fictif, mais avec une limite élastique plus élevée.

Abordant l'étude des *laitons à l'étain*¹, j'ai montré que leur inaltérabilité relative à l'eau de mer est due à la suppression de la solution β qui existe lorsqu'il n'y a pas d'étain.

Ces recherches sur les alliages de cuivre m'ont conduit à divers types industriels régulièrement exploités.

L'étude des *bronzes d'aluminium*² a été reprise en détail et m'a conduit à l'établissement d'un diagramme complexe donnant la constitution des alliages et démontrant notamment que certains d'entre eux prennent la trempe.

En outre, l'étude simultanée des propriétés mécaniques a permis d'établir le lien qui existe entre celles-ci et la constitution.

Différents autres alliages de cuivre ont attiré mon attention, notamment les *alliages cuivre-nickel*³, *cuivre-phosphore*⁴, *cuivre-chrome*⁵, *cuivre-vanadium*⁶, *cuivre-tungstène*⁷. J'en ai étudié la constitution et, lorsqu'il y avait intérêt, les propriétés.

Enfin, toutes ces études sur les alliages de cuivre m'ont conduit à comparer leur structure; j'ai montré⁸ qu'ils sont tous fragiles pour une certaine composition variable avec les alliages considérés, mais correspondant tous à un constituant analogue et occupant le même rang (la 5^e zone) par rapport au cuivre pur.

Le Comité d'organisation du Congrès de métallurgie de Liège

1. *Revue de Métallurgie*, 1906, p. 243.

2. *Comptes rendus*, 4 sept. 1905. — *Revue de Métallurgie*, 1905, p. 567.

3. *Étude industrielle des Alliages métalliques*, p. 1097.

4. *Ibid.*, p. 767.

5. *Ibid.*, p. 773.

6. *Ibid.*, p. 770.

7. *Ibid.*, p. 776.

8. *Comptes rendus*, 1907, 22 avril. — *Revue de Métallurgie*, 1907.

m'a fait l'honneur de me demander le rapport sur les alliages de cuivre.

Autres alliages. — Mes occupations industrielles m'ont conduit à rechercher les causes de non réussite dans l'emploi de certains antifrictions, alors que leur composition chimique indiquait de bons alliages.

J'ai pu montrer¹ qu'une différence notable existait dans les deux constitutions : dans les alliages ayant donné de mauvais résultats, la température de coulée était trop élevée et la vitesse de refroidissement était trop grande : les cristaux durs (combinaisons Sb Sn, Cu³ Sn, etc.) ne pouvaient se former.

Les alliages d'aluminium ont fait l'objet de ma thèse de doctorat soutenue le 21 mai 1902 en Sorbonne. J'ai appliqué à leur préparation la méthode aluminothermique et j'ai pu, par voie chimique, extraire plusieurs combinaisons, dont l'existence doit être contrôlée par les méthodes physicochimiques ; nous reprenons actuellement ce travail. Enfin, quelques recherches ont été faites sur des alliages que n'utilise pas encore l'industrie ; c'est ainsi que nous avons tracé le diagramme très complexe des alliages nickel-étain² dont certains présentent des points de transformation.

Fabrication des Alliages.

J'ai dû m'occuper spécialement de fonderie, aussi bien d'aciers que de bronzes, laitons, antifrictions dans les diverses usines dont je suis conseil.

J'ai été ainsi appelé à étudier la fabrication de laitons spéciaux et

1. *Étude industrielle des Alliages métalliques*. Album de micrographie. — *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*. Mémoires sur les traitements thermiques, p. 570, 1906.
2. *Comptes rendus*, 8 avril 1907. — *Revue de Métallurgie*, 1907, p. 535.

de bronzes spéciaux dévalant des recherches que j'ai exposées plus haut.

L'étude que j'ai faite sur les aciers spéciaux m'a conduit à divers types industriels, dont un acier au nickel ¹ qui, par simple cémentation, prend la dureté superficielle qu'acquiert un acier ordinaire par cémentation suivie de trempe.

Cet acier est utilisé couramment dans diverses fabrications, pièces d'automobiles, calibres, etc.

1. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*. Mémoire sur la cémentation, 1904, t. I, p. 174.

TRAVAIL DES MÉTAUX

a) *Traitements thermiques.*

Une étude que j'ai publiée dans le *Génie civil*¹, décrit les diverses machines à mouler, compare les différents types et en donne leur utilisation.

Un autre mémoire², présenté à la Société des Ingénieurs civils de France, traite l'importance de la généralisation de la notion de trempe et en montre toute l'importance industrielle pour les alliages de cuivre et certains autres produits métallurgiques industriels.

D'autre part, j'ai publié les résultats que j'ai obtenus sur les bronzes trempés³; l'amélioration constatée se caractérise sur tous les types par une augmentation considérable des allongements.

Mes recherches sur les aciers spéciaux m'ont mis sur la voie des transformations si importantes qui se produisent par trempe dans certains aciers à fer γ : ceux-ci donnent de la martensite, d'où diminution très sensible de la résistance au choc⁴.

b) *Traitements chimiques.*

La cémentation des aciers ordinaires et des aciers spéciaux a fait l'objet d'une étude détaillée⁵ présentée à l'Académie des

1. *Génie civil*, t. XLIX, nos 2, 3 et 4.

2. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, 1906, t. II, p. 570.

3. *Comptes rendus*, 30 janvier 1905. Trempe des bronzes.

4. *Comptes rendus*, 23 fév. 1903. — *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1903, t. I, p. 658 et t. II, p. 208. — *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*. Mémoire sur les traitements thermiques, 1906, t. II, p. 570.

5. *Comptes rendus*, 2 juin 1903, 20 juin 1904. — *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, 1904, t. I, p. 174.

sciences et à la Société des Ingénieurs civils de France. J'y ai analysé l'influence des différents facteurs, temps, température, acier, ciment, sur le résultat final. Ce travail m'a valu en 1906 le prix Nozo de la Société des Ingénieurs civils. Comme faits particulièrement intéressants, j'ai montré que les éléments qui entrent en solution dans le fer (nickel, silicium, aluminium) retardent la cémentation, tandis que ceux qui forment des carbures doubles (manganèse, chrome, tungstène) l'activent.

En outre, les aciers à fer γ se cémentent dès la température ordinaire.

J'ai eu, de plus, à créer, aux usines de Dion-Bouton, un atelier de préparation de dépôts obtenus par électrolyse, nickelage, laitonnage, etc.

c) Traitements mécaniques.

Le laminage et le martelage des aciers ordinaires, des aciers spéciaux, des bronzes, des laitons, dont je suis appelé à m'occuper quotidiennement, m'ont conduit à chercher des lois générales sur la malléabilité des produits métallurgiques. Je viens d'énoncer ces lois dans une note présentée à l'Académie des Sciences¹. Le mémoire qui décrira en détail tous les essais effectués sera publié incessamment dans la *Revue générale des Sciences*.

J'ai montré le lien étroit qui existe entre la constitution des alliages et leur malléabilité et que les recherches industrielles en vue d'obtenir des alliages malléables ne doivent être faites que dans les parties extrêmes du diagramme, à moins que l'on ne soit en présence d'une forme très simple (pas de point de transition, pas de maximum dans le liquidus). J'avais été conduit au préalable à étudier le cas des alliages de cuivre au même point de vue.

1. *Comptes rendus*, 10 juin 1907.

En outre, la même étude m'a servi à montrer que deux métaux isomorphes sont tous les deux malléables ou non malléables : le seul exemple que j'aie pu trouver ne répondant pas à cette loi, est donné par les alliages fer-manganèse, mais le manganèse contient toujours des impuretés en quantités importantes.

Outre les traitements courants de la métallurgie j'ai dû me préoccuper de la question soudure et de celle de coupage par l'oxygène.

J'ai décrit dans le *Génie civil*¹ les résultats obtenus par la soudure aluminothermique. Dans la même revue, j'ai montré que le coupage à l'oxygène d'une importante tôle n'avait pas altéré les qualités du métal et que, sur le bord seul, la perlite était devenue grossière.

Enfin le travail aux machines-outils, qui rentre dans mes occupations journalières, m'a conduit à étudier l'utilisation des aciers à outils et surtout des aciers à coupe rapide. Les recherches faites ont été publiées dans la *Revue de Métallurgie*² et le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*.³

1. *Génie civil*, t. XXXVII, n° 25.

2. *Revue de Métallurgie*, 1907, p. 5.

3. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, 1905. Tome I, p. 919.

RÉSUMÉ

En résumé, mes recherches, qui ont été continuellement guidées par les besoins des industries auxquelles je suis attaché, ont toutes trait à la métallurgie et peuvent se classer comme suit :

1° Préparation des métaux (*1^{re} année du cours*). Électrosidérurgie, aluminothermie, métallurgie du cuivre et de ses alliages, fabrication des aciers ordinaires et spéciaux, préparation des métaux dits réfractaires.

2° Propriétés des métaux ; alliages (*2^e année du cours*). Essais mécaniques, construction de laboratoire, métallographie, création d'un appareil spécial de micrographie, constitution et propriétés des aciers spéciaux, des bronzes, des laitons ordinaires et spéciaux, des bronzes d'aluminium, etc., etc.

3° Travail des métaux (*3^e année du cours*). Trempe d'acier spéciaux, des bronzes, des bronzes d'aluminium, etc., cémentation des aciers ordinaires et spéciaux, laminage, martelage, étirage des différents alliages, traitement et utilisation des aciers à outils à coupe-rapide.

En outre mes ~~occupations~~ occupations industrielles me conduisent à m'occuper constamment :

1° De la fabrication et des traitements des produits sidérurgiques ordinaires et spéciaux, comme ingénieur-conseil des Hauts-Fourneaux et Forges d'Allevard.

2° De la fabrication et des traitements du cuivre et de ses alliages, comme ingénieur-conseil de la Société Métallurgique de La Bonneville.

3° De la fonderie de bronze, laiton, aluminium, plomb, etc., comme Directeur des laboratoires et des services métallurgiques des usines de Dion-Bouton, à Puteaux.

4° Du travail, des essais et de l'emploi des différents matériaux métallurgiques dans les divers usines de constructions mécaniques dont je suis conseil (de Dion-Bouton, Sautter-Harlé, Société Française de Constructions Mécaniques).