

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

Les principaux résultats de mon travail ont été les suivants :

Théorie. — Une relation a été établie entre la constitution des alliages et la forme des courbes du pouvoir thermo-électrique et de sa variation. Cette relation a été vérifiée sur les alliages étudiés.

Résultats expérimentaux. — 1° Aucun composé défini n'a été trouvé dans les alliages de l'aluminium avec le zinc, l'étain et le bismuth. L'existence des composés Al^1Sn et Al Sn n'a pas été confirmée;

2° Dans les alliages de l'aluminium avec le magnésium, l'argent et le cuivre, ont été confirmés les composés Al Mg , Al Ag^3 , Al Cu^2 , Al Cu et Al Cu^3 . Trois nouveaux composés Al^2Mg^3 , Al^2Ag^3 et Al^2Cu^3 ont été trouvés. L'existence des composés Al^1Mg , Al^3Mg^4 , Al Mg^2 , Al Ag , Al^3Ag^1 , Al Ag^2 , Al^5Cu^2 , Al^9Cu^4 , Al Cu^4 n'a pas été confirmée ;

3° Dans les séries incomplètes, des alliages de l'aluminium avec le fer, le manganèse et le nickel, ont été confirmés les composés Al^3Fe , Al^3Mn et Al^3Ni . L'existence des composés Al^7Mn^2 , Al^6Ni , Al Ni^4 et Al Ni^8 n'a pas été confirmée ;

4° Dans les alliages formés par deux composés définis Al Cu^3 et Al^2Ag^3 , la présence d'une troisième phase formée aux dépens des composés définis a été constatée ;

5° L'enregistrement photographique de la résistance électrique et de la force thermo-électrique du composé Al Cu^3 , entre 0° et 900°, a montré qu'on ne pouvait constater avec certitude qu'un seul changement de structure, qui s'effectue probablement aux environs

de 580°. Le grand nombre de points critiques signalés à diverses autres températures pourrait s'expliquer par un retard dans la transformation qui est très lente et par la présence des impuretés ;

6° J'arrive à la conclusion générale que les méthodes électriques se complètent mutuellement et conduisent à des résultats satisfaisants, lorsqu'elles sont appliquées dans leur ensemble et contrôlées pour la micrographie.

Vu et approuvé :


Paris, le 16 mai 1911.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,
PAUL APPELL.

Vu et permis d'imprimer :

Paris, le 16 mai 1911.

LE VICE-RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
L. LIARD.



BIBLIOGRAPHIE (1822-1910).

La bibliographie des travaux sur les propriétés électriques des alliages ⁽¹⁾ a été divisée en trois parties : A. la résistance électrique et sa variation ; B. le pouvoir thermo-électrique et sa variation ; C. la force électromotrice de dissolution.

Dans chacune de ces parties, les travaux sont groupés dans l'ordre chronologique.

Les alliages sont indiqués par les symboles des éléments contenus, ainsi : le laiton, Cu Zn ; le bronze, Cu Sn ; le bronze d'aluminium, Al Cu ; le constantan, Cu Ni ; l'acier, C Fe ; le maillechort, Cu Ni Zn ; l'alliage de Rose, Bi Pb Sn ; l'alliage de Wood, Bi Cd Pb Sn. Les noms admis dans le commerce n'ont été conservés qu'aux alliages dont la composition est incertaine.

Les alliages sont groupés par ordre alphabétique de leurs formules ; entre parenthèses, est indiqué le nombre d'échantillons de composition différente qui a été étudié dans le travail cité.

Les titres des Mémoires que je n'ai pas pu me procurer dans l'original sont mis entre parenthèses avec l'indication où ces travaux ont été cités en extrait ou analysés.

Nous emploierons les abréviations suivantes : RS, résistance spécifique ; coeff. de temp., coefficient de température de la résistance ; f. e. m., force électro-motrice ; pouv. th. él., pouvoir thermo-électrique.

A. — RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE ET SA VARIATION.

1827. *Harris*, Philos. Trans., R. Soc., 1827, p. 18, RS. de Ag Au (3), Ag Cu (3), Cu Sn (1), Pb Sn (3), Sn Zn (2) pour l'électricité statique.
1858. *Matthiessen*, Philos. Trans., R. Soc., 148, 383, 1858 ; Pogg. Ann., 103, 428, 1858. Conductivité à 20° de Bi Sb (1), Bi Sn (1), Cd Zn (1), Pb Sn (3), Sb Zn (1), Sn Zn (1), Cu Ni Zn (1).
1859. *G. Wiedemann*, Pogg. Ann., 108, 393, 1859. Conductivité

⁽¹⁾ La bibliographie des travaux sur les propriétés électriques des métaux purs, ainsi qu'une partie de la bibliographie sur les propriétés électriques des alliages, a été indiquée dans mes Mémoires antérieurs : *Journal Chim. Phys.*, t. V, 1907, p. 70 ; *Revue de Métallurgie*, t. VII, 1910, p. 341 ; t. VIII, 1911, p. 320

- électrique et thermique; p. 405, cond. él. de Bi Sn (3), Cu Zn (4), Bi Pb Sn (1).
1860. *Matthiessen*, Phil. Trans., R. Soc., 150, 175, 1860; Pogg. Ann., 109, 526, 1860. RS. de Ag Au (2).
- Matthiessen*, Phil. Trans., R. Soc., 150, 85, 1860; Pogg. Ann., 110, 222, 1860. Influence des impuretés (Ag, As, Au, Fe, Ni, Pb, Sn, Zn) sur la RS. du Cu.
- Matthiessen*, Phil. Trans., R. Soc. 150, 161, 1860; Pogg. Ann., 110, 190, 1860. Conductivité à 15° de Ag Au (17), Ag Pb (9), Ag Cu (15), Ag Sn (11), Al Sn (1), Au Bi (18), Au Cu (13), Au Pb (6), Au Sn (14), Bi Pb (24), Bi Sn (15), Cd Pb (7), Cd Sn (7), Cd Zn (7), Fe Sn (1), Hg Sn (1), Pb Pd (1), Pb Pt (1), Pb Sb (8), Pb Sn (7), Pd Sn (1), Pt Sn (1), Sb Sn (7), Sn Zn (6).
1861. *Matthiessen*, Pogg. Ann., 112, 363, 1861; Philos. Mag. (4), 21, 107, 1861. Propose Ag Au pour la reproduction des étalons de résistance.
- W. Siemens*, Pogg. Ann., 113, 91, 1861. Polémique avec *Matthiessen*; RS. de Ag Hg (4), Hg Zn (4) de 0° à 100°.
- Matthiessen*, Pogg. Ann., 114, 310, 1861; Phil. Mag. (4), 22, 195, 1861. Polémique avec *Siemens*; RS. de Bi Hg (1), Hg Sn (9).
1862. *Matthiessen*, Brit. Ass. Rep., 1862, p. 136. Conductivité et coeff. de temp. de 10° à 100° de Ag Pt (3), Ir Pt (1), Ag Au Cu (3).
- Williamson* et *Matthiessen*, Brit. Ass. Rep., 1862, p. 136. Proposent l'alliage Ag Au pour la reproduction des unités de résistance. (Voir *Matthiessen*, 1861.)
- Matthiessen* et *Vogt*, Pogg. Ann., 116, 369, 1862; Phil. Mag. (4), 23, 171, 1862. Conductivité à 15° de Ag Hg (7), Ag Pb (6), Ag Sn (6), Au Hg (7), Bi Hg (5), Hg Pb (9), Hg Sn (9), Hg Zn (9).
- Sabine*, Phil. Mag. (4), 23, 457. 1862. Polémique avec *Matthiessen*; conductivité des métaux (Ag, Au, Bi, Pb, Sn, Zn) dans les amalgames.
1863. *Matthiessen*, Brit. Ass. Rep., 1863, p. 37. Théorie de la constitution des alliages suivant leur conductivité.
- Matthiessen*, Brit. Ass. Rep., 1863, p. 127. Conductivité et coeff. de temp. de 10° à 100° de Ag Pd (1), Au Fe (4), Cu Sn (2), Cu Zn (2), Cu Fe Zn (1).
1864. *Matthiessen* et *Vogt*, Philos. Trans., R. Soc., 154, 167, 1864. Pogg. Ann., 122, 19, 1864. Variation de la conductivité

- entre 15° et 100° de Ag Au (6), Ag Cu (6), Ag Pb (3), Ag Pd (1), Ag Pt (3), Ag Sn (2), As Cu (2), Au Cu (2), Au Fe (3), Au Sn (2), Bi Pb (4), Cd Pb (1), Cd Sn (1), Cd Zn (1), Cu Fe (1), Cu Sn (7), Cu Zn (5), Pb Sn (2), Sn Zn (1).
1873. *Benoit*, Thèse, Paris, 1873; C. R., 76, 342, 1873. RS. et variation de la résistance de 0° jusqu'aux températures élevées atteignant parfois 800°. Ag Cu (1), Al Cu (1), Cu Zn (1), Cu Ni Zn (1).
1879. *Roberts* (Austen), Phil. Mag. (5), 8, 57, 551, 1879. RS. des alliages Ag Au (17), Cu Sn (12), Pb Sn (8) par la balance d'induction.
- Lodge*, Phil. Mag. (5), 8, 554, 1879. RS. de Cu Sn (6) à 15°.
1880. *Mac Gregor et Knott*, Trans. Edinb. Soc., 29, 599, 1880. Variation de la résistance de Ag Pd (1), Ag Pt (1), Au Fe (1), Ir Pt (4) de 15° à 150°.
1881. *Taylor*, Brit. Ass. Rep., 1881, p. 431. Dépendance de la RS. et du coefficient de température de Ag Pt (6) du diamètre du fil.
- Johnson*, Chem. News, 44, 178, 1881. Influence du C et des impuretés sur la RS. des aciers (8).
1882. *Taylor*, Brit. Ass. Rep., 1882, p. 70. Coeff. de temp. de Ag Pt (2), C Fe (1), Cu Ni Zn (1). Influence du recuit.
- Weiler*, Elektrotechn. Zs., 3, 83, 157, 1882. RS. des fils télégraphiques de C Fe (3), Cu Si (1), Cu P Sn (1).
- Felten et Guillaume*, Elektrotechn. Zs., 3, 73, 164, 1882. RS. des fils télégraphiques de C Fe (6), Cu P Sn (1).
1883. *Michaels* (Diss. Berlin, 1883), Beibl. 9, 267, 1885. Influence des impuretés (Ag, Au, Bi, Cd, Cu, K, Mg, Na, Pb, Sn, Zn) sur la RS. du Hg.
1884. *Kamensky*, Phil. Mag. (5), 17, 270, 1884. RS. de Cu Sb (18).
- Leduc*, J. de Phys. (2), 3, 362, 1884. Coeff. de temp. de Bi Pb (5) de 12° à 60°.
- Righi*, J. de Phys. (2), 3, 355, 1884. Influence du Sn sur la résistance él. du Bi.
- Strouhal et Barus*, Abh. K. Bom., Gesell. d. Wiss., Mat. Nat. Kl (6), 12, 1883-4, NN 14 et 15. RS. de 0° à 100° de Ag Au (8), Ag Cu (5), Ag Pt (4), Ag Zn (2), C Fe (3).
- C. L. Weber*, Wied. Ann., 23, 447, 1884. RS. de 15° à 100° des amalgames Ag Hg (3), Bi Hg (3), Cd Hg (3), Hg Pb (3), Hg Sn (8), Hg Zn (3) avec faible teneur du métal.

- Mascart, Neville et Benoit*, J. de Phys. (2), 3, 238, 1884.
Coeff. de temp. de Ag Pt (1) et Cu Ni Zn (1).
- Emo Atti R. Inst. Veneto* (6), 2, 43, 1884. Beibl. 9, 265, 1888. RS. et coeff. de temp. de 0° à 300° de Cu P, (1) Cu Zn (1), C Fe (1), Fe Zn (1), Cu Ni Zn (1).
1885. *Bottolery*, Elektrotechn. Zs., 6, 442, 1885. RS. du platinoïd (Cu Ni W Zn) de 0° à 100°.
1886. *Rainy et Clarkson*, Proc. Edinb. Soc., 13, 686, 1886; variation de la résistance él. de Pb Sn (2) et Bi Pb Sn (1) pendant la fusion.
- C. L. Weber*, Wied. Ann., 27, 145, 1886. Résist. él. des métaux facilement fusibles. Bi Pb Sn (1), et Bi Cd Pb Sn (2) de 0° à 130°.
- Gerosa*, (Rend. Acc. Lincei, Roma (4), 2, II, 344, 1886); Beibl. II, 268, 1887. Conductivité des amalgames liquides Hg Pb, Hg Sn, Hg Zn.
1887. *Battelli*, Memor. Acc. Lincei, Roma (4), 4, 206, 1887, R. él. entre 13° et 100° de Ag Hg (4), Bi Hg (10), Cd Hg (10), Cu Hg (3), Hg Na (5), Hg Pb (10), Hg Sn (11), Hg Zn (9).
- Gerosa*, Memor. Acc. Lincei. Roma (4), 4, 118, 1887. RS. de Hg Pb (9), Hg Sn (9), Hg Zn (9), Hg Pb Sn (4), Hg Pb Zn (4), Hg Sn Zn (4), Hg Pb Sn Zn (4).
- Grimaldi*, Memor. Acc. Lincei, Roma (4), 4, 46, 1887. Résist. él. entre 0° et 200° de Na Hg (10) et K Hg (2).
- C. L. Weber*, Wied. Ann., 31, 243, 1887; RS. à 260° des amalgames fondus Bi Hg (15); Cd Hg (6), Hg Pb (8), Hg Sn (14).
1888. *Barus*, Amer. J. of Science (3), 36, 427, 1888. RS. et coeff. de temp. entre 0°, 100° et 0°, 357° pour les alliages de Pt : Ag Pt (3), Al Pt (2), Au Pt (3), Bi Pt (2), Cd Pt (1), Co Pt (5), Cr Pt (4), Cu Pt (5), Fe Pt (7), Ir Pt (3), Mn Pt (2), Mo Pt (3), Ni Pt (3), Pb Pt (2), Pd Pt (3), Pt Sb (1), Pt Sn (3), Pt Zn (2). Donne la densité des alliages, n'indique pas leur composition.
- E. v. Aubel*, Arch. phys. et nat., Genève (3), 19, 100, 1888. Influence du magnétisme sur la résist. él. de Bi Pb (4), Bi Sn (3) de 15° à 70°.
- Klemencic*, Wiener, Ber., 97, IIa, 838, 1888. Construction des étalons de résistance ; p. 851. RS. de Ag Pt (1), Ir Pt (1) et Cu Ni Zn (2).
- Ettinghausen et Nernst*, Wied., Ann., 33, 478, 1888. RS. de Bi Sn (4) dans un champ magnétique.

- Gladstone et Hébert*, Brit. Ass. Rep. 1888, p. 347. Essayent d'électrolyser le Bi Pb Sn liquide.
- C. L. Weber*, Wied. Ann., 34, 576, 1888. Variation de la résist. él. de Bi Sn (10) et Pb Sn (8) de 0° à 230° englobant le point de fusion.
1889. *Feussner et Lindeck*, Zs., f. Instrumentenkunde, 9, 232, 1889, RS. et coeff. de temp. de 0° à 100° de Cu Ni (3), Cu Mn Ni (1), Cu Ni Zn (3) et Cu Fe Ni Zn (1).
- Blood*, Thèse, 1889. (Voir *Nichols*, 1890.)
- Hopkinson*, Proc. Roy. Soc., 47, 138, 1889-90. RS. de Fe Ni (1) de 700° à — 80° en graphique. Influence de la transformation de la variété non magnétique en variété magnétique.
1890. *H. Le Chatelier*, C. R., 110, 283, 1890. Variation de la RS. entre 0° et 1100° (en graphique) des aciers (2), de Fe Ni (1), Fe Mn (1), Fe Si (1), Pt Rh (1).
- H. Le Chatelier*, C. R., 111, 454, 1890; J. de Phys (2), 10, 369, 1891. Variation de la RS. de 0° jusqu'aux hautes températures atteignant parfois 1100°. Formules pour Cu Ni (1), Cu Sn (1), Pt Rh (1); en graphique Al Cu (1), Cu Ni (1), Cu Sn (1), Cu Zn (1), Fe Ni (4), Au Fe Ni (1), Cu Ni Zn (2).
- Nichols et Blood*, Amer. J. of Science (4), 33, 471, 1890. RS. et coeff. de temp. de 20° à 100° de Cu Fe Mn (12) et Cu Fe Mn Ni (2).
1891. *H. Le Chatelier*, C. R., 112, 40, 1891. Influence de la trompe sur la RS. des aciers (4).
- Cattaneo*, Atti, Acc. Torino, 27, 691, 1891-92. Variation de la résistance de Bi Pb Sn (2) et Bi Cd Pb Sn (2) à l'état liquide de 250° à 350°.
- Vincentini*, Rend. Acc. Lincei, Roma (4), 7, I, 258, 1891. Variation de la RS. de Hg Sn (8) pendant la fusion de 100° à 280°.
- Vincentini et Cattaneo*, Rend. Acc. Lincei, Roma (4), 7, II, 95, 1891. Variation de la RS. de Bi Hg (6) pendant la fusion de 100° à 290°.
- Feussner*, Abh. d. Phys. Gesell., Berlin, 10, 109, 1891. RS. et coeff. de temp. de 0° à 100° de Cu Ni (13).
- Abler, Haas et Angerstein*, Elektrotechn. Zs. 12, 250, 1891, RS. de Cu Mn Ni (3) de 0° à 100°.
1892. *Dewar et Fleming*, Phil. Mag. (5), 34, 326, 1892. Variation de la RS. entre + 100° et — 183° de Ag Pd (1), Ag Pt (1),

- Ir Pt (1), Pt Rh (1), Cu Sn P (1), Cu Ni Zn (1), Cu Ni W Zn (1).
Feussner, Elektrotechn. Zs., 13, 99, 1892. RS. et coeff. de temp. entre 0° et 100° de Cu Ni (12) et Cu Mn (7).
Hampe, Chemiker Zng., 16, 726, 1892. Influence de As, Sb et Si sur la résistance électrique et mécanique du Cu.
Milthaler, Wied. Ann., 46, 297, 1892. Diminution du coeff. de temp. de Cu Mn Ni (1) par le recuit.
Vincentini et *Callaneo*, Rend. Acc. Lincei, Roma (5), 1, 1, 343, 383, 419, 1892. RS. et coeff. de temp. des alliages liquides jusqu'à 350° : Bi Hg (6), Bi Sn (11), Cd Hg (3), Cd Zn (2), Hg Pb (7), Hg Sn (8), Hg Zn (4), Pb Sb (2), Pb Sn (11), Sn Zn (2).
Englisch, Wied. Ann., 43, 591, 1892. RS. de Bi Hg Pb (1) de 0° à 214°.
1893. *Ostwald*, Zs. f. phys., chem., 11, 515, 1893. Théorie thermo-électrique de la résistance él.
- Dewar* et *Fleming*, Phil. Mag. (5), 36, 271, 1893. RS. entre + 100° et — 183° de Ag Al (1), Ag Au (1), Ag Pt (1), Al Cu (1), Al Ti (1), Fe Mn (1), Fe Ni (1), Ir Pt (1), Pt Rh (1), Al Cu Ni (1), Cu Ni Zn (1), Cu Ni W Zn (1), Co Cu Fe Ni Zn (1).
- Deltmar*, Elektrotechn. Zs., 14, 710, 1893. RS. et coeff. de temp. de 15° à 75° de la kruppine (1).
1894. *Haas*, Wied. Ann., 32, 673, 1894. RS. et coeff. de temp. de 0° à 100° de Cu Zn (28) jusqu'à 50 pour 100 de Zn.
Weichert, Wied. Ann., 32, 67, 1894. Sur le recuit de Cu Mn Ni (1).
H. Le Chatelier, C. R., 119, 272, 1894; RS. de Fe Mn (1) de 0° à 1000°.
1895. *Osmond*, Rapports de la Commission des méthodes d'essais des matériaux de construction. Paris, 1895. T. II, p. 53. Résumé des travaux sur l'influence du C et des impuretés sur la RS. des aciers.
H. Le Chatelier, Bull. Soc. Encour. (4), 10, 384, 1895; Revue générale des Sciences, 6, 529, 1895. Relation entre la conductivité des alliages et leur constitution.
E. v. Aubel, J. de Phys. (3), 4, 72, 1895. RS. et coeff. de temp. de 18° à 150° de la « kruppine » et de la « nickeline ».
E. v. Aubel et *Paillot*, J. de Phys. (3), 4, 522, 1895. Conductivité électrique et thermique, p. 528; cond. él. de Al Cu (1), Cu Ni (1), et Fe Ni (1), à 0° et à 15°.

- Feussner et Lindeck*, Wiss. Abh. d. phys.-techn. Reichsanst. 2, 501, 1895. RS. et coeff. de temp. de 0° à 100° de Cu Ni (15), et Cu Mn (8). Avantages de Cu Mn Ni (1) pour la construction des étalons de résistance.
1896. *Rayleigh*, Nat. (angl.), 54, 154, 1896. Théorie thermo-électrique de la résistance électrique.
- Ihle* (Jahresberichte d. Kl. Gymn. Dresden-Neustadt, 22, 3, 1896), Landolt-Bernstein's Tabellen, Berlin, 1905, p. 716. Cond. de 20° à 100° de Cu Zn (2).
1897. *Guillaume*. C. R., 125, 235, 1897. Variation de la résist. él. du Fe Ni (6) de 20° à 150°.
- Liebenow*, Zs. f. Elektrochemie, 4, 201, 217, 458, 1897-98. Théorie thermo-électrique de la résistance des métaux et des alliages.
1898. *H. Le Chatelier*, C. R., 126, 1709, 1782, 1898. Influence de la trempe et des impuretés (C, Cr, Mn, Mo, Ni, Si, W) sur la RS. des aciers.
1899. *Grosmann*, Phys. Rew., 9, 20, 1899. RS. de Hg Pb (5) de 30° à 80°.
- Willows*, Phil. Mag. (5), 48, 433, 1899. Variation de la RS. Cd Hg (1), Hg Sn (3), Hg Zn (6) de 15° à 100°.
- H. Weber*, Wied. Ann., 68, 705, 1899. RS. de Cu Zn (11) à 15° et de Hg Sn (8), à 15° et 275°.
1900. *Barrell, Brown et Hadfield*, Sc. Trans. R. Dublin Soc., 7, 67, 1900, J. Inst. Electr. Eng., 31, 674, 1902. Brit. Ass. Rep., 1900, p. 856 (résumé). RS. et propriétés magnétiques des alliages du fer : Al Fe (3), C Fe (13), Cr Fe (3), Cu Fe (4), Fe Mn (18), Fe Ni (12), Fe Si (2), Fe W (4), Al Cr Fe (4), Al Cu Fe (1), Al Fe Si (1), Cr Cu Fe (1), Cr Fe Mn (4), Cr Fe Ni (6), Cr Fe Si (3), Cr Fe W (1), Cu Fe Mn (2), Cu Fe Ni (1), Fe Mn Ni (9), Fe Mn Si (2), Fe Mn W (4), Fe Ni Si (5), Co Fe Mn Si (2), Cr Cu Fe Mn (1), Cr Cu Fe W (1), Cr Fe Mn Si (1), Cu Fe Mn Ni (1), Al Fe Ni Si (1). Pour quelques alliages le coeff. de temp. de 0° à 150°.
- Larsen*, Ann. d. Phys. (4), 1, 123, 1900. RS. à 20° de Bi Hg (15), Cd Hg (40), Hg Pb (14), Hg Sn (9), Hg Zn (33). Pour quelques amalgames la variation de la résistance de 20° à 70°.
- Rietzsch*, Ann. d. Phys. (4), 3, 403, 1900. Cond. électrique et thermique; p. 420. cond. él. de As Cu (5) et Cu P (6).
- B.

- Chevalier*, C. R., 130, 120, 1612, 1900; J. de phys. (4), 1, 157, 1902. Influence du recuit sur la RS. de Ag Pt (1).
- Jaeger et Disselhorst*, Wiss. Abh. d. phys.-techn. Reichsanst. 3, 269, 1900; Beibl., 23, 20, 1901. Conductivité électrique et thermique, p. 355. RS. de C Fe (1), Cu Ni (1), Cu Mn Ni (1) Cu Ni Sn Zn (1) de 0° à 100°.
- Gruneisen*, Ann. d. Phys. (4), 3, 43, 1900. Conductivité él. et thermique; p. 71 conductivité él. de 10° à 40° de As Cu (2), Cu Ni (1) et des aciers (4).
1901. *H. Le Chatelier*. Contribution à l'étude des alliages, Paris 1901. Expériences publiées en 1890 et 1898.
- Reichardt*, Ann. d. Phys. (4), 6, 832, 1901. RS. et coeff. de temp. de 0° à 100° de Co Cu (15).
1902. *Barrett*, Proc. R., Soc., 69, 480, 1902. Augmentation de la RS, du Fe par la combinaison avec Al, C, Cu, Cr, Mn, Ni, Si, W.
- Schulze*, Ann. d. Phys. (4), 9, 555, 1902. Conductivité électrique et thermique des alliages; p. 586. RS. de Bi Pb (11), Bi Sn (10), Sn Zn (8).
- Benedicks*, Zs. phys. Chem., 40, 545, 1902. Influence des impuretés (Al, C, Mn, Si sur la RS. du fer.
- 1903, *Boudouard*, Bull. Soc. Encour., 1903, p. 1. Variation de la RS. de C Fe (8), Cr Fe (3), Fe Mn (2), Fe Ni (3), Fe W (3) de 0° à 1200°.
1904. *Roozeboom*, Die heterogenen Gleichgewichte, 1904, p. 186. Relation entre la conductivité et la structure des alliages.
- Sturm* (Diss. Rostock 1904), Beibl., 29, 143, 1905; Zs. anorg. Chem., 51, 412, 1906. RS. et coeff. de temp. de 0° à 100° de Al Zn (26).
1906. *Guertler*, Zs. anorg. Chem., 51, 397, 1906. Relation entre la conductivité et la structure des alliages.
- Thompson et Miller*, J. Amer. Chem. Soc., 28, 1115, 1906. Sur les alliages Ag Pt; p. 1122. RS. de Ag Pt (4).
- Fournel*, C. R. 143, 46, 287, 1906. Variation de la RS. des aciers (5) de 0° à 1000°.
- Osmond*, Revue de Métall. 3, 551, 1906. Remarques sur les recherches de M. Fournel (1906).
- Willows*, Phil. Mag. (6), 12, 604, 1906; Phys. Zs., 8, 173, 1907. Vérification expérimentale de la théorie de M. Liebenow (1897).
1907. *Guertler*, Zs. anorg. Chem., 54, 58, 1907. Relations entre le coefficient de température et la structure des alliages.

- Guertler*, Zs. f. Elektrochemie, 13, 441, 1907. Critique de la théorie de M. Liebenow (1897).
- Kurnakow et Zemczuzny*, Zs. anorg. Chem., 34, 149, 1907. Relation entre la conductivité et la structure des alliages.
- Schenck*, Phys. Zs., 8, 239, 1907. Théorie de la résistance électrique.
- Skapy*, Zs. phys. Chem., 58, 560, 1907. RS, des amalgames Bi Hg (4), Cd Hg (13), Hg Pb (12), Hg Sn (9), Hg Zn (13).
1908. *Stepanow*, Zs. anorg. Chem., 60, 210, 1908. RS. et coeff. de temp. de 25° à 100° de Mg Pb (25).
- Lederer*, Wiener Ber., 117, IIa, 311, 1908. Vérification expérimentale de la théorie de M. Liebenow (1897).
- Guertler*, Jahrb. d. Radioakt., 3, 17, 1908. Résumé des travaux sur la relation entre la structure des alliages et leur conductivité électrique.
- Guertler*, Phys. Zs., 9, 29, 404, 1908. Théorie et polémique avec M. Rudolfi.
- Rudolfi*, Phys. Zs., 9, 198, 607, 1908. Polémique avec M. Guertler.
- Kurnakow et Zemczuzny*, Jahrb. d. Radioakt., 3, 374, 1908. Polémique avec M. Guertler.
- Kamerlingh Onnes et Clay*, Comm. Phys. Lab. Leiden 107 (1908). RS et sa variation de 0° à 261° de Ag Au (7).
- Maurer*, Revue de Métall. 3, 726, 1908. Influence de la trempe et du recuit sur la RS. des aciers (7).
1909. *Portevin*, Revue de Métall. 6, 1304, 1909. R. S. de Al C Fe (12), BC Fe (5), C Cr Fe (24), C Fe Mo (7), C Fe Ni (26), C Fe Ta (4), C Fe Ti (10), C Fe V (15), C Fe W (17) à l'état trempé et recuit.
- Pêcheux*, C. R., 148, 1041, 1909. RS. et coeff. de temp. de 15° à 350° de Al Cu (6).
- Pêcheux*, C. R., 149, 1062, 1909. RS. et coeff. de temp. des aciers (4).
- Pêcheux*, Rev. générale des Sciences, 20, 777, 1909. RS et coeff. de temp. de Cu Ni (4), Fe Ni (1) et Cu Ni Zn (4).
- Broniewski*, C. R., 149, 853, 1909. RS. et coeff. de temp. de 0° à 100° de Al Cu (20).
- Benedicks*, Zs. anorg. Chem., 61, 181, 1909. La conductivité des solutions solides.
- Kurnakow et Zemczuzny*, Zs. anorg. Chem., 64, 149, 1909. RS et coeff. de temp. de 25° à 100° de In Pb (9) et Pb Tl (18).

- Hardebeck* (Diss. Aachen, 1909). Ann. d. Phys. (4), 32, 284, 1910. Conductivité électrique et thermique de Ag Sn (1), Ag Tl (2), Cd Hg (2), Cu Ni (2), Cu Sn (1), Cu Zn (2).
- Pouchine et Marimenko*, J. soc. phys. chim. russe, 41, 500, 1909. RS et coeff. de temp. de 25° à 100° de Ag Zn (35).
- Brant*, Phys. Rev., 29, 485, 1909. Variation de la RS. des aciers par le recuit spontané avec le temps.
- Barus*, Phys. Rev., 29, 516, 1909. Rappelle ses anciennes expériences sur la variation de la RS. des aciers avec le recuit.
- Rieke*, Zs. f. Elektrochemie, 15, 473, 1909. Théorie.
- Schenck*, Zs. f. Elektrochemie, 15, 648, 1909. Théorie.
- Lichtenecker*, Phys. Zs., 10, 1005, 1909. Théorie.
- Guertler*, Jahrb. d. Radioakt., 1, 127, 1909. Polémique avec MM. Kurnakow et Zemczuzny.
- Barrée*, C. R., 149, 678, 1909; Rev. de Métall., 7, 16, 1901. Variation de la résist. él. du composé Al Cu₃ de 18° à 900°.
1910. *Haken*, Ann. d. Phys. (4), 32, 291, 1910. RS. à 18° de Ag Sb (19) Bi Sb (15), Bi Te (23), Sb Te (25), Se Te (9), Sn Te (19).
- Kurnakow*, *Pouchine et Senkowski*, Zs. anorg. Chem., 68, 123, 1910. RS. et coeff. de temp. de 25° à 100° de Ag Cu (14).
- Geibel*, Zs. anorg. Chem., 69, 38, 1910. RS. et coeff. de temp. de 0° à 260° de Au Pd (9).
- Broniewski*, C. R., 150, 1754, 1910. Courbes de conductivité et du coeff. de temp. de 0° à 100° de Ag Al.
- Brooks*, Phys. Zs., 11, 471, 1910. Vérification expérimentale de la théorie de M. Liebenow (1897).
- Guertler*, Phys. Zs., 11, 476, 1910. Polémique avec M. Rudolff.

B. — POUVOIR THERMO-ÉLECTRIQUE ET SA VARIATION.

1822. *Seebeck*, Abh. Akad. Berlin, 1822-23, p.265; Pogg. Ann. 6, 1, 133, 263, 1826, Découverte des phénomènes th.-él. et expériences fondamentales. Série th. él. de Ag Cu (2), Bi Hg (1), Bi Cu (3), Bi Pb (3), Bi Sb (3), Bi Sn (3), Bi Zn (2), C Fe (12), Cu Ni (4), Cu Sb (3), Cu Sn (2), Cu Zn (2), Pb Sb (3), Sb Sn (3), Sb Zn (3), Cu Ni Zn (4), Pd Pt Rh (1), Bi Cd Pb Sn (1). Quelques uns des alliages à l'état solide et liquide.

1823. *Cumming*, Trans. Cambridge Soc., 2, 47, 1823. Série th.-él. de Bi Sn (1), Bi Zn (1), Ir Os (1) Fe Ni (1), Ni Pd (1), Ni Pt (1), Pb Zn (1), Sb Sn (1), Sb Zn (1), Bi Pb Sn (1), Cu Sn Zn (1). F. é. m. de 15° à 140° des couples formés par Ag, Bi, Cu, Sb, Ag Cu (1), Bi Sb (1). Découvre l'inversion des courants.
1844. *Hankel*, Pogg. Ann., 62, 197, 1844: Série th.-él. et son changement avec l'élévation de la température, Ag Cu (1) As Ni (1), Cu Zn (1), Cu Ni Zn (1).
1851. *Rollmann*, Pogg. Ann., 83, 77, 1851; 84, 275, 1851; 89, 90 1853. Position des alliages dans la série th.-él. et son changement avec l'élévation de la température. — Bi Pb (13), Bi Sb (11), Bi Sn (16), Bi Zn (9), Hg Zn (5), Pb Sb (14), Pb Sn (9), Pb Zn (3), Sb Sn (8), Sb Zn (8), Sn Zn (11).
- Frantz*, Pogg. Ann., 83, 374, 1851; 85, 388, 1852. Influence de l'état physique des métaux sur leur position dans la série th.-él. entre 0° et 300°. — C Fe (1), Cu Zn (1), Cu Ni Zn (1).
1858. *Matthiessen*, Pogg. Ann., 103, 412, 1858. F. é. m. de 0° à 30° par rapport à l'Ag de Bi Sb (1), Bi Sn (1), Sb Zn (1), Cu Ni Zn (1). La f. é. m. est rapportée à celle d'un couple Ag-Cu.
1859. *Joule*, Phil. Trans., 149, 91, 1895, F. é. m. de CFe (5), Bi Sb (4) rapportée au Bi et mesurée par un couple Bi-Sb.
1866. *E. Becquerel*, Ann. chim. et phys. (4), 8, 389, 1866, F. é. m. de 0° à 100° par rapport au Cu de As Bi (1), Bi Cu (1), Bi Pb (1), Bi Sb (5), Bi Se (1), Bi Sn (1), Bi Te (1), Bi Zn (1), Cd Sb (4), Fe Sb (1), Mg Sb (1), Pb Sb (1), Sb Te (1), Sb Zn (6), Bi Cd Sb (1), Bi Sb Zn (1), Cd Sb Zn (2), Cu Ni Zn (1), Fe Sb Zn (2), Sb Sn Zn (1), Cd Pb Sb Zn (1). La f. é. m. est rapportée à un élément Daniel.
1867. *Le Roux*, Ann. chim. et phys. (4), 10, 201, 1867. Couples monométalliques; mesure de l'effet Peltier et de l'effet Thomson; p. 281 la f. é. m. de Bi Sb (1), Cd Sb (1), Cu Ni Zn (1) de 0° à 25° par rapport au Cu.
1872. *Tait*, Trans. Edinb. Soc., 27, 125, 1872-73; Pogg. Ann., 152, 427, 443, 1874. Introduit la notion du pouvoir th.-él. dont il donne le graphique pour CFe (1) et Ir Pt (3), par rapport au Pb de 0° à 400°.
1873. *Sundel*, Pogg. Ann., 149, 144, 1873; Compare le pouvoir th.-él. avec la f. é. m. de contact; p. 166 la f. é. m. (th.-

- él.) entre 8° et 18° par rapport au Cu de Bi Sb (2), Bi Sn (4), Cu Ni Zn (1).
1877. *Knoll et Mac Gregor*, Trans. Edinb. Soc., 28, 321, 1877-78.
Représentation graphique du pouvoir th.-él. de Ag Pd (2), Ag Pt (1), Au Fe (1), Ir-Pt (4), Mg Tl (1) par rapport au Pb.
- Naccari et Bellati* (L'Elettricista I, 329, 362, 1877) Beibl., 2, 102, 1878. F. é. m. de 300° à 500° par rapport au Cu Ni Zn de Pb Sb (5), Pb Sn (5).
1879. *Barus*, Phil. Mag, (5), 8, 341, 1879; W. A., 7, 383, 1879.
Relation entre la RS. et le pouvoir th.-él. des aciers; p. 394, f. é. m. de C Fe (12) de 0° à 80°.
1880. *Strouhal et Barus*, W. A., 11, 930, 1880. Influence de la trempe sur les propriétés th.-él. des aciers.
1883. *Strouhal et Barus*, Abh. K. Bom. Gesell. d. Wiss. (6), 12, 1883-84. Mat.- Nat., Kl. NN 14 et 15. Relation entre la RS. et le pouvoir th.-él. de Ag Au (8), Ag Cu (5), Ag Pt (4), Ag Zn (2), CFe (3) de 0° à 100°.
1884. *C. L. Weber*, W. A., 23, 447, 1884. F. é. m. des amalgames de 15° à 100° par rapport au Cu. — Ag Hg (3), Bi Hg (3) Cd Hg (3), Hg Pb (3), Hg Sn (7), Hg Zn (3).
1885. *Battelli*, Mem. Acc. Torino (2), 36, 487, 1885. Pouvoir th.-él. de 0° à 150° par rapport au Pb du Bi Sb (11), Cd Sb (6), Cd Sn (12), Pb Sb (5), Pb Sn (10), Sb Sn (2).
Braun, Berl. Ber., 1885, p. 289, th.-él. de Bi Hg Pb (1).
Wroblewski, Ber. Wiener Akad. Mat. Nat. Kl., 91, 2^e Abt. 686, 1885. Emploie, pour la mesure des basses températures un couple Ag-Cu Ni Zn calibré entre + 100° et — 130°.
1886. *Le Chatelier*, C. R., 102, 819, 1886. F. é. m. de Cu Pt (1). Ir Pt (2), Pt Rh (1) de 0° à 1500° par rapport au Pt.
Battelli, Atti Inst. Veneto (6), 5, 1137, 1886-87; f. é. m. par rapport au Pb de 0° à 100° de Ag Bi (3), Ag Sn (2), Al Cu (3), Al Zn (3), Bi Cd (5), Bi Cu (4), Bi Pb (6), Bi Sn (7), Cd Zn (5), Cu Ni (4), Cu Sb (4), Cu Sn (6), Cu Zn (4), Fe Zn (4).
1887. *Le Chatelier*, J. de phys. (2), 6, 23, 1887, propose la mesure des hautes températures par un couple Pt-PtRh; calibrage de ce couple entre 100° et 1700°.
1888. *Ettinghausen et Nernst*, Wied. Ann., 33, 474, 1888. F. é. m. de Bi Sn (4) dans un champ magnétique de 0° à 20° par rapport au Cu.

- Klemencic*, Sitzber. Wiener Akad., 97, II a, 838, 1888.
F. é. m. de Ag Pt (1), Ir Pt (1), Cu Ni Zn (1) de 0° à 100° par rapport au Cu.
1889. *Bottomley* et *Tanakadaté*, Phil. Mag. (5), 28, 163, 1889.
F. é. m. du platinoïd (Cu Ni W Zn) entre 0° et 250° par rapport au Al, Cu, Fe et Pt.
1891. *Chassagny* et *Abraham*, C. R., 112, 1198, 1891. F. é. m. de Pt Rh (1), par rapport au Fe de 0° à 100°.
- Bachmetieff*, J. soc. ph.-chim. russe, 23, 370, 1891. F. é. m. de Bi Hg (10), Cd Hg (9), Cu Hg (2), Hg Mg (3) Hg Na (3), Hg Pb (5), Hg Sn (3), Hg Tl (6), Hg Zn (2) de 0° à 50° par rapport au Cu.
1892. *Barus*, Phil.-Mag. (5), 34, 15, 376, 1892. Calibrage d'un couple Pt-Pt Ir jusqu'à 1000° et sa comparaison avec un couple Pt-Pt Rh jusqu'à 1700°.
- Englisch*, Wied. Ann., 43, 591, 1892. Relation entre la résistance él. et le pouvoir th.-él. de Bi Hg Pb (1) par rapport au Hg de 0° à 214°.
- Holborn* et *Wien*, Wied. Ann., 47, 107, 1892. F. é. m. de Pt Rh (6) par rapport au Pt de 0° à 1500°.
1893. *Englisch*, Wied. Ann., 50, 88, 1893. F. é. m. de 15° à 180° par rapport au Pb de Ag Hg (1), Bi Hg (3), Bi Pb (1), Cd Hg (1), Cd Pb (1), Cu Hg (1), Cu Ni (12), Hg K (1), Hg Li (1), Hg Na (1), Hg Pb (13), Hg Sb (1), Hg Sn (1), Hg Tl (9), Hg Zn (1), Pb Sb (1), Pb Sn (1) Pb Tl (1), Pb Zn (1).
- Klemencic* et *Czermak*, Wied. Ann., 50, 175, 1893. Utilisent les couples Pt-Cu Ni et Fe-Cu Ni.
- Fuschs* (Über das thermoelektrische Verhalten einiger Ni Cu Legierungen), Graz, 1893.
1894. *Hutchins*, Amer. J. of Science (3), 48, 226, 1894. F. é. m. par rapport au Pb de Bi Cd (8), Bi Sb (10), Bi Sn (10) Sb Sn (10) de 17° à 40°.
- Kleiner*, Arch. sciences nat. (Genève), 22, 280, 1894. Propose le couple Fe-Cu Ni pour la mesure des températures.
- Noll*, Wied. Ann., 53, 874, 1894. Pou. th.-él. par rapport au Cu et Hg de Cu Zn (1), Cu Ni Zn (1) de 0° à 200°.
- Peirce*, Amer. J. of science (3), 48, 302, 1894. F. é. m. de la manganine (Cu Mn Ni) et du patinoïd (Cu Ni W Zn) par rapport au Cu et Hg entre 0° et 100°.
1895. *Devvar* et *Fleming*, Phil. Mag. (5), 49, 95, 1895. F. é. m. par rapport au Pb de C Fe (1), Fe Mn (2), Cu Mn Ni (1),

- Cu Mn Ni (1), Cu Ni Zn (1), Cu Ni W Zn (1) de + 100° à — 190°.
- Holborn et Wien*, Wied. Ann., 56, 360, 1895. Emploi (p. 375) le couple Pt Rh-Pt Rh entre 0° et 1800°.
- Van Aubel et Paillot*, Arch. sciences phys. et nat. (Genève) (3), 33, 148, 1895, F. é. m. de Cu Ni (1) et Cu Ni Mn (1) par rapport au Fe de 15° à 100°.
1896. *Holborn et Wien*, Wied. Ann., 59, 222, 1896. Calibrage d'un couple Fe Cu Ni entre 0° et — 190°.
1897. *Bachmetieff*, J. soc. ph.-chim. russe (en russe), 29, 108, 1897. Phénomène de hystérésis dans les couples formés par le Cu avec Cu Zn (1), Cu Ni Zn (1), de 10° à 75°.
1898. *Rubens*, ZS f. Instrumentenkunde, 18, 65, 1898. Construction d'une pile th.-él. sensible avec les couples Cu-Cu Ni.
- Rosing*, J. soc. ph.-chim. russe (en russe), 30, 151, 1898. Couples produits entre 50° et 250° par deux fils du même métal différemment chauffés. Ir Pt (3), Cu Ni Zn (1).
- Stansfield*, Phil. Mag. (5), 46, 59, 1898. F. é. m. de Pt Ir (1), Pt Rh (2), Pt Ir Rh (1) par rapport au Pt de 0° à 1100°.
1899. *Holborn et Day*, Berl. Ber., 1899, p. 671. F. é. m. de Pd Pt (2), Pt Ru (1) par rapport au Pt de + 1000° à — 185°.
- Spadavecchia* (N. Cim. (4), 9, 432, 1899; (4), 10, 161, 1899). Beibl., 23, 664; influence du magnétisme sur la th.-él. de Bi Sn.
1900. *Steinmann*, C. R., 130, 1300, 1900. F. é. m. par rapport au Pb de Al Cu (3), Cu Sn (5), Cu Zn (5) Fe Ni (10), Ir Pt (4), Cu Ni Zn (4) de 0° à 100° et Cu Zn (5) de 0° à 260°.
- Holborn et Day*, Ann. d. Phys. (4), 2, 505, 1900. F. é. m. de Ir Pt (1), Pt Rh (1) par rapport au Pt de 0° à 1500°.
- Jaeger et Disselhorst*, Wiss. Abh. d. phys.-tech. Reichsanst., 3, 269, 1900; Beibl., 23, 20, 1901. Pou. th.-él. à 18° et 100° par rapport au Cu de C Fe (1), Cu Ni (1), Cu Mn Ni (1).
- Bellac*, C. R., 131, 336, 1900; Thèse, Paris, 1903. Pou. th.-él. des aciers (2) par rapport au Pt de 20° à 1200°.
- Barrett*, Phil. Mag. (5), 49, 309, 1900; Sc. Trans. Dublin Soc. (2), 7, 127, 1900, F. é. m. de Fe Ni Mn par rapport au Fe de 0° à 1000°.
1901. *Reichardt*, Ann. d. Phys. (4), 6, 832, 1901. F. é. m. de Co Cu (15) par rapport au Cu de 0° à 100°. Variation de la f. é. m. de Co Cu (2), Cu Ni (1) de 9° à 250°.

1902. *Belloc*, C. R., 134, 305, 1902, F. é. m. de Fe Ni (8) par rapport au Pt à hautes températures. Influence du C sur le pouvoir th.-él. du Fe.
1903. *Hiel*, Z. f. Elektrochem., 9, 91, 1903, F. é. m. de 0° à 230° par rapport au Cu Ni, de Al Mg (1), Bi Fe (1), Ni Sb (1), Sb Ti (1), Sb Zn (15).
1904. *Pêcheux*, C. R., 139, 1202, 1904. F. é. m. par rapport au Cu de Al Bi (4), Al Pb (3), Al Sn (4), de 0° à 180° et de Al Mg (5), Al Sb (4), Al Zn (9) de 0° à 380°.
Boudouard, Revue de Métall. 1, 80, 1904. Variation de la f. é. m. de C Fe Ni (18) de 0° à 1200° par rapport au Pt.
1905. *Toutourine*, J. soc. phys.-chim. russe., 31, 1286, 1905; Bull. soc. Chim., 4, 96, 1908. Conclusions d'une étude des propriétés th.-él. des alliages.
1906. *Kamerlingh Onnes et Cromelin*, Comm. phys. lab. Leiden N 95 (1906). Calibrage d'un couple Fe-Cu Ni de 0° à -259°.
1909. *Pouchine et Marimenko*, J. soc. phys.-chim. russe 41, 500 1909. F. é. m. de Ag Zn (3) par rapport à l'Ag de 25° à 125°.
Pêcheux, C. R., 148, 1041, 1909, pouv. th.-él. de Al Cu (6) de 15° à 800° par rapport au Cu.
Broniewski, C. R., 149, 853, 1909, pouv. th.-él. à 0° de Al Cu (20) par rapport au Cu.
Pêcheux, C. R., 149, 1062, 1909; pouv. th.-él. des aciers (4) de 0° à 800° par rapport au Cu.
Pêcheux, Rev. gén. des Sciences, 20, 777, 1909, F. é. m. par rapport au Cu de 0° à 900° de Cu Ni (4), Fe Ni (1) et Cu Ni Zn (4).
Haring, Ann. d. Phys. (41, 28, 371, 1909. Influence de la pression sur la f. é. m. de K Na (1) par rapport au Pt de 0° à 150°.
1910. *Haken*, Ann. d. Phys. (4), 32, 291, 1910. Pouv. th. él. à 18° de Ag Sb (19), Bi Sb (15), Bi Te (23), Sb Te (25), Se Te (9), Sn Te (19) et théorie.
Broniewski, Revue de Métall. 7, 341, 1910. Relation entre le pouv. th.-él., sa variation et la structure de l'alliage.
Broniewski, C. R. 150. 1754, 1910. Courbe du pouvoir th.-él. et de sa variation par rapport au Pb pour Ag Al.
Rudolfi, Zs, anorg. Chem. 67, 65, 1910. F. é. m. de 0° à 150° par rapport au Cu et au Ni de Ag Cu (6), Au Cu (6), Cd Bi (6), Cd Sn (5), Cd Zn (5), Pb Sb (6), Pb Sn (6), Sn Zn (6).

Geibel, Zs. anorg. Chem. 69, 38, 1910. F. é. m. par rapport au Pt de 0° 1000° de Au Pd (9).

Bernoulli, Ann. d. Phys. (4), 33, 690, 1910. F. é. m. de 18° à 80° par rapport à l'Ag de Ag Sn (1), Ag Tl (2), Cd Hg (3), Cu Ni (2), Cu Sn (1) et Cu Zn (2).

C. — FORCE ÉLECTROMOTRICE DE DISSOLUTION.

1888. *Laurie*, J. Chem. Soc. 53, 104, 1888. Relation entre la f. é. m. de dissolution et la constitution des alliages Cu Sn (12) et Cu Zn (32).

1889. *Laurie*, J. Chem. Soc. 53, 677, 1889. F. é. m. de dissolution de Cd Pb (1), Cd Sn (1), Pb Sn (4), Pb Zn (1), Sn Zn (4).

1894. *Laurie*, Chem. News 69, 310, 1894; Proc. Chem. Soc., 10, 144, 1894, F. é. m. de dissolution de Cu Zn (1), Pb Sb (4), Cu Sn Zn (1), Irrégularité de la f. é. m. dans les alliages Pb Sb.

Laurie, J. Chem. Soc. 63, 1034, 1894. F. é. m. de dissolution de Ag Au (1), Ag Bi (1), Ag Pb (3), Au Bi (1), Au Pb (3), Au Sn (7), Bi Pb (1), Bi Sn (2), Bi Zn (1), Cd Pb (1), Cd Zn (1), Pb Sb (4), Sb Sn (1).

1895. II. *Le Chatelier*, Bull. Soc. Encour., (4), 10, 192, 1895. Constitution des alliages suivant les expériences de Laurie.
Ostwald, Z. phys. Chem., 16, 749, 1895. Résumé et critique des expériences de Laurie.

1897. *Nernst*, Z. phys. Chem., 22, 539, 1897. Théorie de la f. é. m. de dissolution.

1898. *Herchkowitch*, Z. phys. Chem., 27, 123, 1898, F. é. m. de dissolution de Ag Cu (9), Ag Sn (10), Ag Zn (10), Bi Cd (7), Bi Zn (10), Cd Pb (7), Cd Sn (15), Cu Sn (10), Cu Zn (10), Sb Zn (13), Sn Zn (9).

1902. *Bijl*, Z. phys. Chem., 41, 641, 1902. F. é. m. de dissolution de Cd Hg (31).

Haber et Sack, Z. f. Elektrochemie, 8 245, 1902. F. é. m. de dissolution de Hg Na (24), Na Pb (3), Na Sn (10).

Pouchine, J. soc. phys. chim. Russe, 34, 856, 1902. F. é. m. de dissolution de Bi Hg (8), Cd Hg (13), Hg Pb (18), Hg Sn (8), Hg Zn (13).

1903. *Stephard*, J. phys. Chem., 7, 15, 1903. F. é. m. de diss. de Bi Pb (9) et Bi Sn (8).

Reinders, Zs. phys. Chem., 42, 225, 1903. Théorie de la f. é. m. de diss. au point de vue de la règle des phases.

1904. *Bajkow*, J. Soc. phys. chim. Russe, 36, 135, 1904. F. é. m. de diss. de Cu Sb (6).
1906. *Reinders*, Zs. phys. Chem. 34, 609, 1906. F. é. m. de diss. de Ag Hg (30).
1907. *Pouchine*, J. soc. phys. chim. Russe, 39, 13, 153, 528, 869, 1907; ZS. anorg. Chem. 56, 1, 1908 (Résumé). F. é. m. de diss. de Ag Al (15), Ag Pb (6), Ag Sb (19), Ag Se (9), Ag Sn (14), Ag Te (7), Ag Zn (27), Al Cu (15), As Pb (6), As Sn (17), Au Sn (12), Au Zn (24), Bi Pb (10), Bi Sb (9), Bi Sn (7), Cd Cu (22), Cd Zn (7), Co Sn (14), Cu Sn (9), Cu Pb (6), Cu Sn (20), Cu Te (11), Cu Zn (36), Fe Sn (19), Ni Sb (19), Ni Sn (17), Pb Sb (15), Pb Sn (14), Pb Te (9), Sb Sn (26), Sb Zn (20), Sn Mn (22), Sn Te (6).
1909. *Pouchine et Lachtchenko*, Zs. anorg. Chem., 62, 34, 1909. F. é. m. de diss. de Pb Pt (13).
- Pouchine et Pachski*, Zs. anorg. Chem., 62, 360, 1909. F. é. m. de diss. de Pb Pd (8).
- Broniewski*, C. R., 149, 853, 1909, F. é. m. de diss. de Al Cu (20).
1910. *Vigouroux*, C. R., 149, 1378, 1909, Bull. Soc. chim. (4), 7, 191, 1910. F. é. m. de diss. de Cu Ni (7),
- Ducelliez*, C. R., 150, 98, 1910, Bull. Soc. Chim., (4), 7, 196, 1910. F. é. m. de diss. de Bi Co (7), Co Cu (12), Co Pb (8), Co Sb (15), Co Sn (12).
- Broniewski*, C. R. 150, 1754, 1910. Courbe de la f. é. m. de diss. de Ag Al.



nr. 3133



TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
INTRODUCTION.	1
I. <i>Historique et théorie.</i>	9
Conductivité électrique.....	9
Coefficient de température de la résistance.....	18
Pouvoir thermo-électrique et sa variation.....	25
Force électromotrice de dissolution.....	35
II. <i>Préparation des échantillons et mesures.</i>	43
III. <i>Alliages ne formant pas de composés définis.</i>	49
Aluminium-zinc.....	49
Aluminium-étain.....	56
Aluminium-bismuth.....	62
IV. <i>Alliages formant des composés définis.</i>	69
Aluminium-magnésium.....	69
Aluminium-argent.....	76
Aluminium-cuivre.....	82
Alliage du composé AlCu^3 avec le composé Al^3Ag^3	91
V. <i>Alliages avec les métaux du groupe du fer (séries incom-</i> <i>plètes)</i>	96
Aluminium-fer.....	96
Aluminium-manganèse.....	99
Aluminium-nickel.....	103
VI. <i>Points critiques du composé AlCu^3.</i>	109
<i>Résumé général.</i>	121
SUPPLÉMENT. — <i>Bibliographie des travaux sur les propriétés</i> <i>électriques des alliages.</i>	123
A. Résistance électrique et sa variation.....	123
B. Pouvoir thermo-électrique et sa variation.. ..	132
C. Force électromotrice de dissolution.....	138

SECONDE THÈSE.

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTE.

Enregistrement automatique des dilatations des métaux.

Vu et approuvé :

Paris, le 16 mai 1911.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,

PAUL APPELL.

Vu et permis d'imprimer :

Paris, le 16 mai 1911.

LE VICE-RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,

L. LIARD.