

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers
Auteur(s)	Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers (France)
Titre	Revue de la Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers
Adresse	Paris : [Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers], 1929-19??
Nombre de volumes	15
Cote	CNAM-BIB 8 Ky 103-C
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) -- Périodiques Génie industriel -- 20e siècle -- Périodiques
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8KY103-C
LISTE DES VOLUMES	
	20e Année. N°1. Février 1929
	20e Année. N°2. Juillet 1929
	20e Année. N°3. Octobre 1929
	20e Année. N°4. Décembre 1929
	21e Année. N°1. Avril 1930
	21e Année. N°2. Juillet 1930
	21e Année. N°3. Oct.-Nov. 1930
	21e Année. N°4. Déc. 1930-Jan. 1931
	22e Année. N°6. Mai 1931
	22e Année. N°6 bis. Novembre 1931
	23e Année. N°7. Mars 1932
	23e Année. N°8. Octobre 1932
	24e Année. N°9. Avril 1933
	24e Année. N°10. Juillet 1933
	27e Année. N°11. Juillet 1935

NOTICE DU VOLUME	
Auteur(s) volume	Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers (France)
Titre	Revue de la Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers
Volume	21e Année. N°4. Déc. 1930-Jan. 1931
Adresse	Paris : [Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers], 1930-1931
Collation	1 vol. (24 p.) ; 28 cm
Nombre de vues	28
Cote	CNAM-BIB 8 Ky 103-C (8)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) -- Périodiques Génie industriel -- 20e siècle -- Périodiques

Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	22/02/2022
Date de génération du PDF	23/09/2022
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8KY103-C.8

Note de présentation des revues des associations des élèves du Cnam

Le 7 mai 1908, les statuts de la Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers sont votés. Cette société a pour objectif d'être, d'une part, un intermédiaire entre les auditeurs et les professionnels et d'autre part, d'aider les auditeurs à combler leurs lacunes, en donnant par exemple des cours préparatoires ou en proposant un [Bulletin de la Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers](#). Celui-ci est rédigé par des professeurs du Cnam et des professionnels et propose de nombreux articles couvrant un large spectre des recherches scientifiques et techniques de l'époque.

En 1924, la Société des ingénieurs, élèves diplômés, brevetés et techniciens supérieurs du Conservatoire national des arts et métiers voit également le jour au sein du Cnam. Celle-ci s'intéresse avant tout à faire connaître les élèves diplômés et à cœur leurs intérêts professionnels. Elle propose sa propre publication, le [Bulletin trimestriel de la Société des ingénieurs, élèves diplômés, brevetés et techniciens supérieurs du Conservatoire national des arts et métiers](#) où la vie de l'association et certaines activités Cnam sont présentées ainsi que quelques travaux.

En 1928, ces deux Sociétés, ayant des objectifs semblables, décident de conjuguer leurs efforts en s'unissant pour former la nouvelle Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers. L'année suivante leurs deux publications respectives vont elles aussi fusionner et ainsi donner naissance à la [Revue de la Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers](#). Avant tout tournée vers la vie de la société la première année, elle s'étoffe dès 1930 pour mettre en avant des avancées scientifiques et techniques et les équipes de recherches du Cnam. Paraît également dans ces années-là le [Bulletin mensuel de la Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers](#), publication de quelques pages informant les auditeurs sur la vie de la Société.

L'union de ces deux sociétés ne semble pas satisfaire tout le monde puisque dès 1930 l'Union des ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers voit le jour. En 1942, l'Association des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers (crée en 1908) reprend du service en s'émancipant de la Société créée en 1928.

Après une longue période sans parution le [Bulletin de l'Union des ingénieurs et de l'Association des anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers](#) voit le jour, né de la collaboration de l'Union des ingénieurs et de l'Association des élèves et anciens élèves. Organe de liaison entre les deux Sociétés, le Cnam et les auditeurs, il informe ces derniers des manifestations et cours proposés, mais est aussi un instrument pour faire connaître les travaux des ingénieurs et anciens élèves à la communauté scientifique.

Julie Sautel
Direction des bibliothèques et de la documentation, Cnam

21^e ANNÉE

REVUE N° 4
(Nouvelle Série)

8^e Ky 103 - C
8^e Ky 103
DÉC. 30-JANV. 31

17g
17g

ANCIENS ÉLÈVES ET INGÉNIEURS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS



La Revue C. A. M. est
heureuse d'offrir à
tous ses Lecteurs et
Amis, ses meilleurs
vœux pour l'année

1931

REVUE DE LA SOCIETE DES
ANCIENS ÉLÈVES & INGÉNIEURS
 DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SIÈGE SOCIAL :
 Au Conservatoire National
 des Arts et Métiers

DÉC. 30-JANV. 31

RÉDACTION & PUBLICITÉ
 37, Avenue de la Gare
 SAINT-OUEN

Sommaire :

Revue Technique.

Les grandes étapes de la Science Électrique (J. Lemoine)	1
Qu'est-ce que l'organisation scientifique du travail (L. Dauty, Lafrance).....	7
Les Essais de Densité appliqués aux contrôles de fabrication des alliages d'aluminium (R. Eck)	11
Grandeur incommensurable (Ed. Sauvage)	19

Echos du Conservatoire.

Conférences publiques du Dimanche avec projections et vues cinématographiques	21
Visites-Conférences du Dimanche dans le Musée industriel	21
Modifications	21
Nouvel Ingénieur: C. A. M.....	21
Bibliographie	23

Les grandes étapes de la Science électrique

L'électron négatif, atome d'électricité

Première leçon de l'année 1930-1931

J. LEMOINE

Professeur de Physique industrielle
 au Conservatoire

Avertissement : une seule électricité

Les modes de production de l'électricité sont innombrables :

Elle existe sur terre et dans l'atmosphère ; elle peut être développée par le frottement et l'influence ; elle circule dans tous les circuits soumis à la force électromotrice des piles, des accumulateurs, des machines d'induction à courant continu et alternatif. Nous la retrouvons dans les dispositifs qui produisent les rayons cathodiques, les rayons X, les ondes de la Télégraphie sans fil ; le radium a aussi des radiations électriques. La cellule photoélectrique, plus récente encore, sait faire de l'électricité.

Tous ces phénomènes ne sont que des aspects distincts, des manifestations différentes d'une substance unique obéissant toujours aux mêmes lois quelle que soit son origine. Il est essentiel, en présence de cette diversité des apparences, de savoir reconnaître toujours l'unité de la substance et l'unité de ce grand chapitre de la Physique.

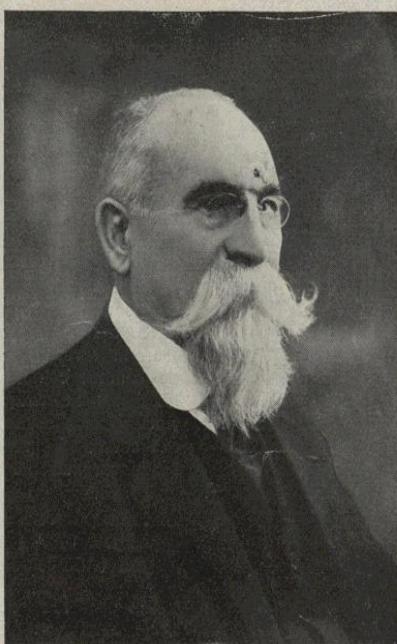
L'ordre historique des découvertes, que l'on pourrait suivre pour cette étude, n'est pas sans avantages, mais il accuse beaucoup les différences, et n'arrive

que trop lentement à faire comprendre notre conception actuelle de l'électricité. Nous ne voulons donc pas nous astreindre à le respecter, mais afin d'acquérir l'état d'esprit convenable et de prendre une vue d'ensemble, qui permette d'établir la position de la question, nous rappellerons assez rapidement la succession des événements qui, dans l'histoire de l'électricité, nous ont amené à l'époque actuelle.

Première période. Électricité atmosphérique. Franklin (1770).

Pour faciliter l'exposé, nous distinguerons sept périodes successives, et la première, celle de l'électricité atmosphérique, débute nécessairement avec l'origine du monde.

Le sol est électrisé, et l'atmosphère est un *champ électrique*, un espace dans lequel s'exercent des *forces électriques*. L'homme a tout de suite observé les nuages orageux électrisés, les éclairs, la foudre, le tonnerre, les aurores polaires. Franklin, l'inventeur du paratonnerre, qui allait puiser avec un cerf-volant, l'électricité des nuages, peut être considéré comme ayant fait, l'un des premiers, une étude scientifique de l'électricité atmosphérique. Cependant l'explication de ces phé-



nomènes complexes, encore difficile et incertaine à l'heure actuelle, n'a guère aidé à percer le grand mystère de l'électricité.

Deuxième période. Electricité statique des corps frottés. Le champ électrique. Coulomb (1790).

On a réussi à produire l'électricité artificiellement par le frottement, puis par l'influence, d'où les machines électrostatiques à frottement et influence. On a vite reconnu l'existence de deux espèces d'électricité :

L'électricité positive, par exemple celle du verre frotté avec le drap ;

L'électricité négative, par exemple celle de la résine frottée avec une peau de chat.

On a convenu d'appeler positive l'électricité du verre et négative celle de la résine, mais on aurait pu, tout aussi bien, intervertir ces deux signes.

Les électricités de même nom, c'est-à-dire positives toutes deux ou négatives toutes deux, se repoussent. Les électricités de noms contraires, c'est-à-dire l'une positive et l'autre négative, s'attirent.

L'électrisation par influence consiste dans l'électrisation d'un métal placé dans le voisinage d'un corps électrisé. L'une des extrémités prend une charge positive et l'autre prend une charge négative égale.

Coulomb (1790), par des mesures à la balance de torsion, a établi que la force, attractive ou répulsive, qui s'exerce entre deux corps électrisés, varie en raison inverse du carré de leur distance. Elle devient 4, 9, 16 fois plus petite quand la distance devient 2, 3, 4 fois plus grande.

Sur ces données, principalement sur celle d'une force qui varie en raison inverse du carré de la distance, les savants ont édifié une science électrique, c'est-à-dire une grande théorie mathématique qui détermine les quantités d'électricité, les forces, le travail des forces ou potentiel, les conditions de l'équilibre, en un mot, le champ électrique. Cette science cependant n'a pas intéressé l'industrie parce qu'elle ne lui procurait pas les moyens de produire un travail considérable. Il n'y avait pas d'industrie électrique au commencement du XIX^e siècle.

Quelle conception mécanique à cette époque de Coulomb a-t-on de la nature de l'électricité? On la considère comme constituée par un fluide impénétrable positif et un fluide impénétrable négatif. Ces deux fluides restent immobiles sur le verre, la résine, l'ambre... que nous qualifions d'isolants. Ils s'étaient sur la surface des conducteurs, les métaux, l'eau, le corps humain, le sol... La notion de ces fluides, que l'on est forcé de qualifier d'impondérables, reste très vague et très abstraite.

Troisième période. Le courant de la pile. — Volta (1800)

En 1800, Volta découvre la pile et le courant électrique à travers les métaux et les composés chimiques. Ce courant électrique se manifeste tout d'abord par des phénomènes électrolytiques et des phénomènes calorifiques. Il décompose les acides, les bases, les sels, et échauffe tous les conducteurs qu'il traverse. Les principes de l'industrie électrochimique d'une part, de l'éclairage et du chauffage électrique d'autre part, sont établis.

Ces phénomènes nouveaux sont des effets de cette même électricité qui était statique précédemment, qui est mobile, c'est-à-dire dynamique maintenant. De même

l'eau du lac (statique) et celle du torrent (dynamique), sont d'une même substance, mais se manifestent différemment, de sorte qu'il existe une Hydrostatique et une Hydrodynamique. Il existe parallèlement, une Electrostatique et une Electrodynamique.

Une pile ouverte à un pôle positif, c'est-à-dire chargé de l'électricité du verre, et un pôle négatif, c'est-à-dire chargé de l'électricité de la résine. Si l'on ferme le circuit, c'est-à-dire si l'on réunit les deux pôles par un fil conducteur, il se produit un courant électrique, dû à une circulation d'électricité positive dans un certain sens, ou à une circulation d'électricité négative en sens contraire. Il y a trente ans, nous ne savions pas encore à laquelle de ces deux hypothèses nous rallier. Un choix définitif n'apparaît d'ailleurs pas comme indispensable puisque c'est arbitrairement que nous disons que le courant va du pôle + ou pôle cuivre au pôle — ou pôle zinc dans le circuit extérieur de la pile.

Aujourd'hui, nous savons que tout se réduit à une circulation d'électricité négative allant du pôle — au pôle + dans le circuit extérieur.

Quatrième période. Le champ magnétique du courant électrique. Ampère (1820)

Une nouvelle propriété du courant, la propriété magnétique, est établie par Ørsted qui découvre en 1820 que les courants dévient les aimants. Ampère explique immédiatement l'expérience, poursuit ses conséquences, et établit les premières lois qui définissent qualitativement et quantitativement le champ magnétique des courants.

Avec Coulomb, nous avions acquis le champ électrique, avec Ampère nous apercevons le champ magnétique. Sans la connaissance simultanée de ces deux champs, nous ne saurions pas expliquer à la fois les condensateurs, les machines électriques des usines, les propriétés électriques des tubes à gaz raréfisés et des tubes à vide, les ondes de la T. S. F., le radium...

Cinquième période. Les courants d'induction. Faraday (1830).

En 1830, le physicien anglais Faraday découvre les courants d'induction qui prennent naissance dans les conducteurs traversés par un flux magnétique qui varie. Si les courants peuvent produire des flux magnétiques, réciproquement les flux magnétiques peuvent servir à produire des courants. L'induction, après le frottement, l'influence, la pile, est une nouvelle méthode de production des courants électriques. De plus, elle permet de développer des puissances que l'on ne pouvait atteindre jusqu'alors par les phénomènes électriques. Des centaines et des milliers de kilowatts peuvent être enfermés dans ce courant, de sorte que l'industrie, qui recherche toujours le travail, se trouve attirée vers lui. Les génératrices de courant continu et alternatif, l'éclairage électrique, les moteurs électriques, le transport d'énergie à une distance quelconque, sont des conséquences de la découverte des courants d'induction. Faraday est ainsi le père de l'industrie actuelle.

Sixième période. Les rayonnements d'origine électrique. Hertz (1890). Branly (1890). Röntgen (1895). Becquerel (1896). Curie (1898).

On peut faire débuter cette période avant la fin du siècle dernier, et la placer sous les noms de Hertz, Branly, Röntgen, Becquerel, Curie. L'électricité n'appa-

raît plus alors comme un grand réservoir d'énergie, mais se manifeste par des phénomènes assez inattendus de rayonnement.

Hertz (1890) découvre les courants de haute fréquence qui ont la propriété d'émettre un rayonnement à la fois électrique et magnétique, se transmettent avec une vitesse qui est précisément celle de la lumière.

Bransly (1890) trouve un dispositif qui permet de percevoir les phénomènes d'induction qui révèlent le passage des ondes ainsi rayonnées, et son expérience sera le point de départ de la T. S. F.

Les rayons cathodiques du tube à gaz raréfiés, donnent naissance aux *rayons de Röntgen* (1895), nommés aussi *rayons X* parce que leur nature apparaissait au premier jour comme très mystérieuse. Nous savons aujourd'hui que les rayons X ne sont que les rayons d'une lumière invisible de très faible longueur d'onde.

Tout de suite après, en 1896, Becquerel découvre le rayonnement de l'*uranium*, ce qui conduit en 1897 M. et Mme Curie au radium, un million de fois plus puissant. Le rayonnement très complexe des corps radio-actifs est une émission spontanée, d'origine atomique, de lumière et d'électricité à la fois. Elle va contribuer à nous révéler la nature électrique de l'atome.

Septième période. — La physique de l'électron (1900 à 1930). Perrin (1901). Bohr (1913). Rutherford (1919). L. de Broglie (1924).

Les découvertes si rapides des dernières années du XIX^e siècle ont fourni un nouvel aliment à l'imagination des physiciens et les ont conduits à une nouvelle façon d'envisager l'électricité. Une fièvre de travail s'est emparée des expérimentateurs des laboratoires en même temps que des théoriciens, et cela dans tous les pays de recherche et de pensée scientifique. Il a fallu occuper et organiser toutes les régions nouvelles conquises par les chercheurs précédents et faire une synthèse du tout. Il est fort difficile de choisir, puisque nous sommes encore au milieu de la bataille, les noms de ceux qui méritent des citations. Je distinguerai quatre noms : Perrin, un français ; Bohr, un danois ; Rutherford, un anglais ; L. de Broglie, un français, et je choisis pour chacun d'eux un point marquant de son œuvre :

Perrin a démontré expérimentalement que la charge de l'électron des tubes à rayons cathodiques est négative.

Bohr a imaginé le modèle d'atome que j'expliquerai dans un moment.

Rutherford a montré expérimentalement les propriétés de l'atome des corps radioactifs et il en a donné l'explication théorique.

L. de Broglie a créé une mécanique dite ondulatoire qui conduit en particulier à une connaissance plus approfondie de l'électron.

Parmi les dispositifs récents étudiés dans cette dernière période, on peut donner comme exemple la cellule électrique, curieuse machine électrique puisqu'il suffit de lui envoyer un rayon lumineux pour provoquer une émission d'électricité. Elle a vivement intéressé les théoriciens (Planck, Einstein), les chercheurs des laboratoires, et aussi ceux qui font de la science appliquée. Le phonographe, le cinéma sonore, l'appareil qui transmet les images par T. S. F. fonctionnent avec la cellule photoélectrique.

Les difficultés de l'étude de l'électricité.

Cet historique rapide vous fait certainement comprendre le caractère particulier de l'électricité.

L'électricité existe comme science depuis un siècle environ.

L'électricité existe comme technique industrielle depuis cinquante ans.

L'électricité évolue et s'enrichit chaque jour, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue technique avec une rapidité telle que des apports nouveaux et des changements importants sont inévitables d'une année à l'autre. Il en résulte une grande difficulté pour son étude.

Les gens sages et prudents disent aujourd'hui : nous n'achetons pas encore d'appareil récepteur de T. S. F. cette année parce que la T. S. F. évalue avec une telle rapidité que l'appareil actuel sera très vite démodé. L'année prochaine nous apportera des installations qui recouvriront beaucoup mieux tous les postes et toutes les longueurs d'ondes.

On peut en dire tout autant pour l'étude de l'électricité. Les gens sages et prudents ne veulent pas étudier l'électricité en 1930 parce qu'ils savent que cette étude ne sera plus parfaitement au point l'an prochain. C'est exact et ils ont raison, s'ils ne veulent pas courir un risque.

Mais vous êtes parmi ceux qui, laissant de côté la sagesse et la prudence, ne voulez pas attendre et préferez courir le risque. Nous allons donc le courir ensemble, c'est-à-dire que je vais m'efforcer de traduire exactement pour vous la pensée actuelle du physicien au sujet de l'électricité, de sa nature et de ses lois.

Première notion de l'atome électrisé. L'électron négatif, atome d'électricité.

L'atome des chimistes. — Les chimistes, depuis de longues années déjà, ont démontré que la matière était formée de grains qu'ils ont nommés *atomes* parce qu'ils les crovaient inséparables. Cette conception de l'atome leur est indispensable pour expliquer la loi des proportions définies, la loi des proportions multiples, la loi des équivalents. Tout composé renferme un nombre entier d'atomes de chacun de ses éléments constitutifs. Ainsi la molécule d'acide chlorhydrique ClH contient un atome de chlore Cl et un atome d'hydrogène H ; celle de l'eau OH₂ contient un atome d'oxygène O et deux atomes d'hydrogène H. Si l'on prend pour unité le poids de l'atome d'hydrogène, on trouvera les masses atomiques relatives des divers éléments en analysant leurs composés, et on établira le tableau suivant :

En supposant que l'unité correspondant à ces valeurs soit le gramme, on dira que ces nombres représentent les atomes-grammes des divers éléments.

Cet atome a suffi aux chimistes pour expliquer leur science, et il leur est indifférent de ne pas connaître la valeur réelle du poids atomique.

L'atome des physiciens. — Les physiciens sont intervenus, Jean Perrin principalement, pour mettre autrement en évidence la réalité des atomes. Ils ont pu établir, par des mesures très variées et très certaines, qu'un atome-gramme contient 6×10^{23} atomes réels. Ainsi le

1 gr.	
poids de l'atome d'hydrogène est	6×10^{23}
16 gr.	
est celui de l'atome d'oxygène	6×10^{23}

L'atome des corps radioactifs. L'atome de toutes les substances. — D'autre part, les physiciens ont assisté, avec les atomes des corps radioactifs, à une émission de lumière invisible (rayons γ), de particules positives (rayons α), de particules négatives (rayons β), à une production d'énergie calorifique et à une modification de substance puisque l'uranium devient du radium, puis du plomb. L'atome des chimistes, même non radioactif, n'a plus suffi aux physiciens. Ils ont été conduits à l'analyser et ont trouvé en lui un édifice fort compliqué, contenant de l'électricité positive, de l'électricité négative, des champs de force électriques et magnétiques. Leur attention a été attirée sur les relations étroites de la matière et de l'électricité à tel point que la question suivante est posée aujourd'hui : Y a-t-il dans la matière autre chose que de l'électricité ? Nous pensons que non, mais nous continuerons provisoirement à parler comme si la matière neutre existait toujours.

Imaginons, pour un instant seulement, qu'il puisse exister un atome qui serait neutre. Il ne peut être neutre que par compensation parce qu'il possède en chaque point des charges positives et négatives égales et qui se neutralisent.

Dans la réalité, un pareil atome n'existe jamais. De son noyau il laisse échapper des grains d'électricité négative tous identiques entre eux, quelle que soit la nature de l'atome et ces grains, véritables atomes de l'électricité, sont dits les électrons. L'atome d'hydrogène en laisse partir 1, celui de l'hélium 2, du lithium 3, du glucinium 4, de l'oxygène 8, du cuivre 29, du radium 88, de l'uranium 92 :

Atomes	H	He	Li	Gl...O...Cu...Ra...	Ur
Poids atomiq.	1	4	7	9...16...63...226...238	
Nb ^o des électr.	1	2	3	4...8...29...	88...92

et on remarquera, en passant, que la dernière ligne est la suite des nombres entiers, de 1 à 92. Les physiciens savent donc compter le nombre des électrons libérés que contiennent les divers atomes.

L'atome se trouve ainsi dissocié en un noyau qui reste positif et des électrons qui se tiennent à certaines distances et sont négatifs. L'ensemble, au total, comme somme algébrique, serait neutre, et s'il a longtemps paru neutre, c'est qu'on n'était pas allé le regarder de très près, à la lumière des découvertes récentes.

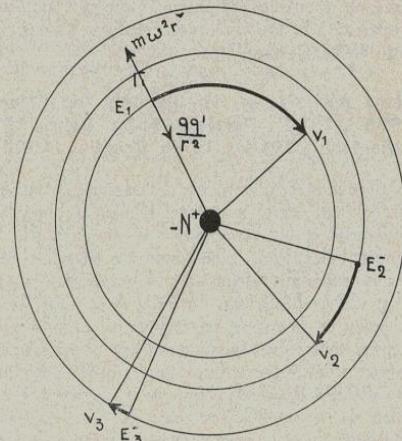
Voilà donc l'atome formé d'un noyau enveloppé de grains électroniques — placés à certaines distances. Nous sommes surpris tout d'abord qu'un pareil système puisse être en équilibre stable. Les noyaux attirent les électrons — et ceux-ci devraient retomber sur le noyau et reconstruire l'atome neutre. Voilà pour notre conception une difficulté.

C'est de la même façon que Newton dut réfléchir pendant de longues années pour arriver à comprendre que la Lune ne tombe pas comme les pommes sur la Terre qui l'attire, à comprendre aussi que les planètes ne tombent pas sur le Soleil. Nous savons quelle solution brillante Newton a donné à ce problème, et l'explication sera la même pour l'électron que pour la Lune et les planètes.

Si l'électron ne tombe pas, c'est qu'il tourne en décrivant autour du noyau N une circonference (ou une ellipse). La force centrifuge (mv^2/r), qui tend à l'écart⁹⁹ ter du noyau, est juste égale à l'attraction électrique — r^2

et il se produit un équilibre dynamique dont nous saurons écrire la condition mathématique. Ces équilibres de l'électron sont évidemment possibles pour plusieurs valeurs de la distance de l'électron au noyau.

De même que le Soleil est entouré de plusieurs planètes qui tournent autour de lui, de même l'atome est comme un système solaire dont le Soleil est le noyau, tandis que les planètes constituent les électrons. Si les rayons des trajectoires circulaires des électrons E_1 , E_2 , E_3 , vont en croissant, les vitesses v_1 , v_2 , v_3 , vont en décroissant, et il serait facile de retrouver la loi de Képler, à savoir que les *carrés des durées des révolutions sont proportionnels aux cubes des rayons des circonférences*.



Les électrons E_1 , E_2 , E_3 , placés à des distances croissantes, tournent avec des vitesses v_1 , v_2 , v_3 , décroissantes.

Faire le compte des électrons de chaque atome, déterminer leurs distances au noyau, les grouper suivant leurs trajectoires, ce sont là des questions plus délicates qu'il a fallu aussi résoudre.

Nous pouvons donner quelques résultats numériques sur l'atome, le noyau, l'électron, les distances :

La masse de l'électron est 1.850 fois plus faible que celle de l'atome d'hydrogène :

$$\frac{\text{masse de l'électron}}{\text{masse de l'atome d'hydrogène}} = \frac{1 \text{ gramme}}{1850 \times 6 \times 10^{23}}$$

La différence entre la masse d'un atome quelconque et celle de son noyau est donc presque négligeable.

La charge électrique de l'électron, l'atome d'électricité par conséquent, a été mesurée; elle est égale à 1.56×10^{-19} coulomb, le coulomb étant l'unité de quantité d'électricité qui sera définie plus loin à partir de l'électrolyse. Nous saurons par exemple calculer que le nombre des électrons qui traversent en une seconde le filament de cette lampe (110 volts, 172 watts) est égal à 10^{19} .

Le rayon de la sphère dans laquelle on peut imaginer comme enfermés le noyau et les électrons d'un atome est, comme ordre de grandeur, égal à 10^{-8} cm. On calcule facilement qu'un certain électron fait environ 10-15 tours par seconde, ce qui représente une vitesse linéaire de l'ordre de grandeur de 1.000 kilomètres par seconde.

Le noyau, que nous supposerons sphérique, est très petit. Son rayon est 10.000 fois plus petit que celui de l'ensemble de l'atome.

Si les électrons de tous les atomes sont identiques, les atomes des différentes substances se distinguent par la masse de leurs noyaux et par le nombre de leurs électrons. Prenons par exemple l'atome d'uranium :

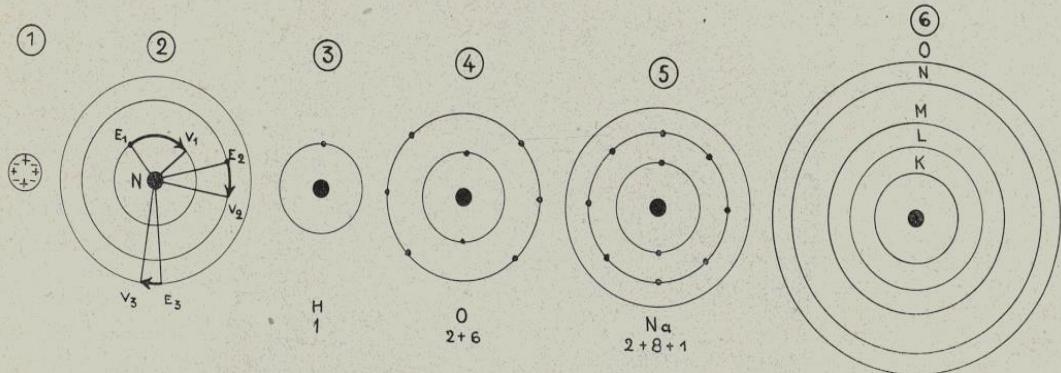
$$\begin{aligned} \text{Masse totale} &= 238 \times \text{masse de l'atome d'hydrogène} ; \\ \text{Charge des électrons} &= -92 \times 1.56 \times 10^{-19} . \\ \text{Charge du noyau} &= +92 \times 1.56 \times 10^{-19} . \end{aligned}$$

Sa charge électrique totale est algébriquement nulle, mais cette algèbre ne nous suffit pas.

Voilà, dans ses grandes lignes, notre conception actuelle de l'atome, et elle peut sembler à première vue

n'être qu'un rêve des physiciens. Rêve sans doute, mais rêve solide puisqu'il ne s'évanouit pas quand on vient le superposer à la réalité. Il nous expliquera le courant, la résistance des conducteurs, l'électrolyse, la radioactivité, la cellule photoélectrique, l'aimantation, Il rendra compte du rayonnement des gaz lumineux et de leurs spectres, qualitativement et quantitativement. Les chimistes, auxquels il est apparu tout d'abord comme superflu y trouveront des explications de la valence, de la combinaison, de la classification périodique des éléments, des isotopes, de la catalyse. Bref l'atome de Bohr a réalisé une des synthèses les plus brillantes de la science moderne. On comprend que les découvertes expérimentales successives relatives à l'électricité et les théories imaginées pour les interpréter auraient pu nous amener insensiblement à cette conception de l'architecture de l'atome. Mais pour profiter de la possibilité d'un enseignement plus facile, plus rapide, plus direct, moins abstrait, nous préférerons poser *a priori* cette théorie de l'atome électrisé et vérifier dans la suite qu'elle suffit à l'interprétation des phénomènes que nous rencontrons.

Jules LEMOINE.



- (1) Un atome qui serait neutre par compensation.
- (2) Les vitesses v_1 , v_2 , v_3 des électrons E_1 , E_2 , E_3 , vont en décroissant.
- (3) L'atome d'hydrogène.
- (4) L'atome d'oxygène.
- (5) L'atome de sodium.
- (6) Les niveaux K, L, M, N, . . . des électrons de plus en plus écartés.





1^{re} ROYALE ASTURIENNE DES MINES

1, Rue du Cirque, PARIS

Tel. : Elysées 51-37 et 38, 51-60 — Inter 33

Dépositaire de "LA DÉCORATION MÉTALLIQUE"

WILL

Qu'est-ce que l'organisation scientifique du travail ? ⁽¹⁾

par **M. Louis DANTY-LAFRANCE**

Professeur au Conservatoire National
des Arts et Métiers
Maître de Conférences à l'École Centrale
des Arts et Manufactures



Dans cette séance inaugurale, qui s'adresse à un exceptionnel auditoire, je ne puis songer à entamer directement les leçons que je dois professer. Mais je puis essayer de donner un aperçu des matières que je compte exposer, et de l'esprit dans lequel j'ai l'intention de développer cet enseignement.

C'est de l'organisation scientifique du travail qu'il me faut traiter en cette chaire.

L'organisation du travail. Voilà bien des années qu'on en parle, qu'on en écrit, qu'on en discute.

Des doctrines s'élaborent, des systèmes s'affrontent, des disciples se combattent, des congrès se réunissent. De quoi, au juste, s'agit-il ?

Je n'en chercherai pas une définition précise. Je ne m'efforcerai pas, dès le premier contact avec mon auditoire, à enfermer dans une étroite formule, une science immense comme le monde du travail, diverse comme l'inférie variété des industries, des métiers, des formes du labeur humain !

Mais je prendrai une humble tâche parmi les plus humbles accomplies par l'ouvrier manuel, une des plus anciennes aussi : celle à laquelle travaillait, en les hypogées d'Egypte, l'esclave du pharaon, celle qui est de tous les âges, de toutes les nations : la simple besogne du maçon qui élève un mur en briques.

Je vous convie à regarder travailler cet ouvrier. Il est à pied d'œuvre, au pied du mur. Derrière lui, est dressée l'auge pleine de mortier, et en vrac, en tas, des briques.

(1) Leçon d'ouverture de la chaire d'organisation scientifique du travail au Conservatoire national des Arts et Métiers faite le 7 janvier 1930.

Suivant le rythme qu'il tient d'une parfaite accoutumance du corps de métier, il accomplit avec dextérité les opérations telles qu'il les a apprises jadis, lui apprenti, d'un compagnon habile.

Il va vers le tas de briques disposé non loin du mur, se baisse, choisit une brique de la main gauche, se relève, fait sauter la brique dans sa main pour la placer sur le champ et en disposer comme il faut le parement le plus beau ; va vers l'auge, se baisse, de sa truelle prend du mortier, l'étale sur la brique, se relève, va vers le mur, place la brique et l'assoit en frappant quelques coups ; retourne vers l'auge, se baisse, reprend du mortier, se relève, va vers le mur ; étend le mortier vers le mur, ramasse le mortier en excès, etc.

Voilà le travail en sa simplicité ancestrale, et cependant, nous l'avons décomposé en une quinzaine de mouvements élémentaires.

L'observateur. — Mais un autre que nous a regardé travailler le maçon. Celui-là n'est ni un maître ouvrier qui enseignera au compagnon à mieux faire, ni un chef d'équipe qui lui reprochera sa lenteur ou son manque de soin. Celui-là c'est Taylor ou Gilbreth ou tout autre observateur doué de sens critique et qui s'en sert.

Celui-là regarde, analyse, réfléchit et s'interroge.

1^o Pourquoi l'ouvrier se baisse-t-il si souvent vers le sol ?

Il n'a pourtant pas été choisi pour les qualités de souplesse des reins qu'on exigerait d'un moniteur de gymnastique.

Est-ce nécessaire ? Ne pourrait-on pas disposer auprès de lui, à gauche un tréteau qui mette cons-

tamment à portée de sa main les briques ; à droite, l'auge, les outils ?

2° Pourquoi retourne-t-il en sa main chaque brique pour la placer sur le flanc et en examiner les différentes faces ? Ne pourrait-on pas faire exécuter ce travail par son aide qui disposerait à l'avance les briques sur le flanc de façon que les parements se présentent toujours dans le même sens ?

3° Ce mortier, d'ailleurs, est-il de la composition qui convient le mieux à l'emploi qui en est fait ?

4° Cette truelle, cette auge, ces outils, sont-ils rationnellement tracés ? L'ouvrier s'en sert-il de la façon la plus propre à diminuer son effort, en augmentant son rendement ?

5° Cet ouvrier lui-même est-il apte à l'emploi qu'il occupe ? Il atteindra tout à l'heure, le faîte du mur, sur un échafaudage léger. N'est-il pas sujet à des vertiges que son métier rendrait plus particulièrement dangereux ? En un mot est-ce bien l'homme qu'il faut à la place qu'il faut ?

6° Est-il d'ailleurs convenablement et largement intéressé à la tâche qu'il accomplit ? Un système judicieux de salaires, lui assurant une large rémunération correspondant à son activité, ne pourrait-il lui être appliquée ?

En un mot, la *préparation du travail* est-elle intervenue pour aider le travailleur à sa besogne, le décharger d'une partie de son effort, le guider par des instructions précises, faire amener, à portée de sa main en temps utile, les matières nécessaires, établir en un mot une collaboration intime et féconde entre le cerveau qui raisonne, qui prévoit, et la main qui exécute ?

Spéculations de l'esprit vides de réalités que tout cela ? Voici les chiffres résultant d'essais poursuivis en 1924 pendant de longs mois par Michelin à Clermont-Ferrand. Avec l'ancienne méthode : 1.370 briques posées en 8 heures ; avec la nouvelle, 2.200. Avec l'ancienne, le maçon gagnait 28 francs par jour, avec la nouvelle 38 francs, et sa fatigue est nettement réduite.

Mais l'esprit, maintenant, l'esprit curieux de notre observateur vise plus haut, plus loin.

7° L'entrepreneur à qui est confiée la construction du mur, a-t-il lui-même organisé son affaire dans la même volonté d'efficacité que nous apportons à la critique des gestes du maçon ?

8° Comment a-t-il constitué son entreprise afin que les moyens financiers, sans être en excès — ce qui limiterait le rendement par franc de capital investi — ne lui fassent cependant pas défaut alors qu'il aura besoin de disponibilités pour cou-

vrir la marche de l'exploitation entre le moment où il commence le travail et celui où il en touche le prix ?

9° Quelle forme d'organisation administrative a-t-il adoptée pour coordonner les services de son affaire ?

10° Comment a-t-il choisi ses collaborateurs immédiats ? Quelles facultés a-t-il exigées d'eux selon les différentes fonctions qu'il leur a confiées ?

11° Comment la comptabilité suit-elle le prix de revient ? Contrôle-t-elle le résultat ? Eclare-t-elle toute l'exploitation de la rude franchise des chiffres, de cette lumière qui partout éclaire, fouille, dénonce, révèle ?

12° Comment cet industriel recrute-t-il la main-d'œuvre ? Comment la distribue-t-il aux diverses tâches selon les aptitudes, les goûts des ouvriers ?

13° S'efforce-t-il de les retenir par de hauts salaires, des œuvres sociales, une hygiène saine, pour éviter les graves inconvénients de l'instabilité du personnel ?

14° Se préoccupe-t-il suffisamment des courants d'opinion qui, parmi son personnel, naissent, se développent, grandissent, conduisent parfois au conflit ?

15° Et quelles méthodes, enfin, les services commerciaux ont-ils adoptées pour acheter, manutentionner, conserver en magasin, livrer aux ateliers les matières premières, pour écouter dans la clientèle les produits de l'usine ?

Quelle politique des prix ces services pratiquent-ils ?

Comment étudient-ils les débouchés, les marchés, la conjoncture (2) ?

Comment la publicité, cette renommée moderne, aux cent mille bouches, jette-t-elle, des souterrains du métro, au sommet des tours, le nom de la maison, la marque du produit ?

Ce qu'est l'organisation scientifique du travail (O. S. T.). — D'observations en observations, de plan en plan, du maçon que l'on voit au pied du mur aux traînées lumineuses que l'on lit au firmament, l'O. S. T., née de la critique méthodique des gestes d'un ouvrier, a grandi, s'est développée, intervenant partout, analysant les faits, recherchant les causes, disséquant les problèmes, faisant surgir les solutions, pénétrant toute l'activité créatrice, de sa critique, de ses méthodes.

... ne laissant nulle place
Où sa main ne passe et repasse !

(2) Conjoncture : Recherche et analyse des phénomènes qui agissent sur le marché des produits, afin d'établir les prévisions de vente.

Qu'est-ce donc que l'organisation scientifique du travail? Des graphiques et des plans? Une doctrine? Des clichés? Des systèmes? Des écoles? Le taylorisme ou le fayolisme? Ford, Hoover ou Bâbia?

C'est beaucoup moins que tout cela, et c'est bien davantage. C'est un état d'esprit : l'observation critique des faits; un instrument : la pensée; un guide : le bon sens.

L'observation. — L'observation critique des faits est la base même, la base solide de toute construction scientifique. N'est-ce pas par l'esprit d'analyse expérimentale que Claude Bernard relie dans la suite des siècles la lumineuse méthode cartésienne aux conceptions fécondes de Taylor.

« Partez toujours d'un fait », recommandait ce dernier à ses disciples. « Ne jamais recevoir aucune chose pour vraie que je ne le connusse évidemment pour elle », écrivait Descartes.

Et tous deux, le génial philosophe français et le célèbre ingénieur américain, affirment ensemble la nécessité pour y voir clair dans les faits, dans les réalités qu'observent nos sens *de diviser chaque difficulté en autant de parcelles qu'il se peut et qu'il est requis pour la mieux résoudre*. Voilà pour la méthode.

La pensée. — Le travail de la pensée, l'utilisation intensive de cet instrument d'une fécondité incomparable qu'est le cerveau humain, est également la condition même de tout progrès en organisation comme en toute science, peut-être encore davantage en organisation qu'en toute autre science.

C'est d'ailleurs trop souvent ce travail de la pensée qui manque le plus. Ce qui doit nous préoccuper ce n'est pas le rendement plus grand de la machine ou de l'ouvrier, mais du cerveau. « Un bon système vaut 10 machines et 100 hommes. » (Enquête Hoover, 1922.)

« Une simple idée, écrit Harrington Emerson, peut être plus efficace que tout le travail des hommes, des machines et de la terre pendant un siècle entier. »

Puisque l'organisation est la science même de l'efficacité, à plus forte raison ne peut-elle trouver son développement que dans l'utilisation méthodique, intense, complète de la pensée.

L'important, d'ailleurs, n'est pas d'avoir énormément d'idées. Méfions-nous des gens qui ont trop d'idées; généralement aucune de ces idées ne vaut un fétu. Ceux qui ont été en contact avec certains prétendus inventeurs en savent quelque chose. Je connais de ces boîtes à idées qui vous tiennent de leur poche aussi facilement et indistincte-

ment : un plan de réforme capable d'éteindre radicalement le paupérisme, un obus susceptible de pulvériser un corps d'armée, ou un appareil perfectionné pour fabriquer instantanément certain café maure, où, comme dans leur cerveau, il y a de tout.

L'essentiel est donc, dès qu'on a une idée, de la mettre à exécution. Il ne s'agit pas de prétendre avoir tout prévu. On trace une directive, on fait ce qu'on peut; si des obstacles se présentent, on les surmonte et l'on va de l'avant!

Le bon sens. — Le bon sens, enfin, cet impondérable sans lequel les plus belles facultés restent infécondes, les plus ingénieuses combinaisons de l'esprit demeurent stériles ou deviennent dangereuses, sera le guide de nos travaux.

Il n'est en effet pas inutile de rappeler la nécessité du bon sens dans les entreprises humaines. Dans aucune des classes de la société, le bon sens ne peut être confondu avec le sens commun. Et cette faculté est plus rare qu'on ne se l'imagine. En quoi consiste-t-elle? Je serais pour ma part bien embarrassé pour la définir. Le manque de bon sens ne se confond pas absolument avec le défaut d'intelligence, mais souvent avec le manque de sens critique. Et si l'enseignement de l'organisation scientifique du travail avait seulement pour résultat d'augmenter le sens critique d'un certain nombre de nos compatriotes, s'il pouvait leur faire perdre l'habitude de tenir pour vraies, parfaites, bien des choses qu'on ne leur a jamais démontrées telles, mais qu'ils ont accoutumé à considérer ainsi parce que « ça s'est toujours fait comme cela », ceux qui s'efforcent de répandre les idées nouvelles n'auraient pas perdu leur temps!

Mais le bon sens, s'il s'accompagne du sens critique, s'oppose parfois à l'excès de sens critique.

Vers la fin de la guerre, une manufacture d'armes de la région parisienne ayant reçu la commande d'un certain nombre de fusils mitrailleurs, avait décidé d'appliquer les principes d'organisation scientifique du travail. Elle fit appel à un technicien américain, ex-manager d'une firme réputée de machines-outils, et qui débarqua un beau matin, auréolé d'une lumineuse réputation et porteur d'une volumineuse valise où plusieurs milliers de fiches, toutes habilement classées, renfermaient la sagesse moderne sous la forme d'autant de solutions appliquées à des « cas », et devaient appuyer la mémoire défaillante de notre expert d'outre-Atlantique.

Comme saint Denis, l'expert portait sa tête à portée de la main. Chaque fois qu'un problème nouveau était posé à son ingéniosité, le célèbre

(Voir suite page 15).

LA SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

rappelle aux Industriels parisiens que les nouveaux prix du gaz sont applicables avec effet rétroactif au 1^{er} Janvier 1930.

Consulter le barème publié dans le N° de Juillet 1930, de ce Journal.



Pour tous renseignements, s'adresser au

**SERVICE DE VULGARISATION DES APPLICATIONS DU GAZ
8, Rue Condorcet, PARIS (9^e)**

ENTREPRISES GÉNÉRALES D'ÉLECTRICITÉ

R. BALLIN

Ingénieur - Électricien
Membre de la Société

15, Rue La Quintinie - PARIS-15^e

Téléph. Vaugirard 22-61

Conditions spéciales aux Sociétaires C.A.M.

Haute et Basse Tensions
Stations Centrales Postes de Transformation
Transports de Force

Éclairage - Chauffage - Téléphone - Sonneries

Tous travaux pour Immeubles, Hôtels,
Banques, Châteaux, Usines
Entretien à forfait

MEULES
CARBORUNDUM
--- CORINDON ---
CORINDON-EMERI
--- --- EMERI ---

Exposition Universelle Paris 1889 Mention honorable
Exposition Universelle Paris 1900 Médaille d'or

Téléphone :
VAUGIRARD 49-44

Reg. Comm. Seine
100.591



R. ECK

Élève diplômé C. A. M. et Ancien

Chimiste au Laboratoire d'Essais.

Charge du cours "Métaux et Alliages

Industriels" à l'École Technique

d'Aéronautique et de Construction

Automobile.

Les Essais de Densité appliqués aux contrôles de fabrication des alliages d'aluminium

Nous avons le plaisir de publier aujourd'hui les résultats d'une étude expérimentale de notre camarade M. Eck, membre du Conseil d'Administration de notre Société, étude appelée à rendre de grands services dans la pratique industrielle courante.

La détermination de la densité des alliages a été utilisée dans les recherches scientifiques notamment pour préciser les diagrammes et mettre en vue les transformations dans le solide. C'est ainsi, par exemple, que les combinaisons Al^2Cu , $AlCu$, Al^2Cu^3 ont été mises en évidence dans les alliages aluminium-cuivre (1).

Nous plaçant à un point de vue essentiellement pratique, il nous a paru intéressant de rechercher le parti que l'on pourrait tirer d'un essai rapide de densité appliquée aux contrôles courants de fabrications, notamment en fonderie et nos essais ont porté sur les alliages légers aluminium-cuivre préparés industriellement.

(1) L. GUILLET. *Les méthodes d'étude des alliages métalliques* (Dunod).

Les difficultés que présente la détermination de la densité des alliages tiennent aux causes suivantes :

Présence de soufflures, de retassures internes et d'inclusions solides.

Influence du mode de coulée, sable vert ou étuvé ou coquille, de l'épaisseur et de la vitesse de refroidissement du moulage.

Liquidation et constitution physico-chimique ; les alliages examinés ici sont constitués par un eutectique $Cu + Al^2Cu$, la combinaison Al^2Cu se formant avec augmentation de volume ; n'oublions pas enfin, l'influence des impuretés et notamment du fer qui forme une combinaison Al^3Fe .

La densité « théorique » calculée par la formule $D = \frac{100 d_1 d_2}{p_1 d_2 + p_2 d_1}$ (2)

(2) Formule dans laquelle D est la densité cherchée, $d_1 = 8,93$ est la densité du cuivre, p_1 le titre en cuivre, $d_2 = 2,7$ la densité de l'aluminium, p_2 le titre en aluminium.

semblait donc *a priori*, ne devoir être retenue qu'à titre de première indication et l'expérimentation sur un certain nombre d'échantillons a été entreprise.

Remarquons, quant au mode opératoire, qu'il est toujours possible, ainsi que nous l'avons fait, d'effectuer les prélèvements dans des parties saillantes de pièces ou de jets ou bien, pour les pièces importantes, sur une petite surlongeur munie d'un évent, que l'on aura ménagée dans le moule. Quand les pièces sont petites, on peut en sacrifier au moins une par coulée. On s'assurera, en coupant l'échantillon, qu'il ne renferme pas de défauts internes et que les essais de densité effectués sur chaque fragment, donnent le même résultat.

Ces précautions élémentaires diminuent considérablement les causes d'erreurs dues aux retasures et inclusions, solides et gazeuses. Nos déterminations ont été faites au moyen de la balance

hydrostatique de sensibilité $\frac{1}{10.000}$ sur des

échantillons de poids variant entre 20 et 200 grammes. Cette méthode réunit une précision et une rapidité très suffisantes pour le contrôle industriel, elle peut, de plus, être appliquée par un personnel non initié aux travaux de laboratoire.

Les échantillons ont été prélevés sur des moussages de formes et d'épaisseurs variées, tant en sable qu'en coquilles. Les analyses chimiques et les essais de densité ont été faits sur la même prise d'essai. Les résultats obtenus sont groupés dans le tableau I.

En construisant le diagramme des variations des densités en fonction des titres en cuivre, on observe :

Pour les moussages en sable, que les densités

des alliages de titres compris entre 3 0/0 et 8 0/0 de cuivre sont inférieures aux densités calculées par la formule ci-dessus. Que de 9 à 14 0/0 de cuivre les densités déterminées expérimentalement sont un peu supérieures aux densités calculées.

Pour les moussages en coquilles, les densités sont supérieures aux densités calculées.

On observe donc que, si les densités des moussages en coquilles sont supérieures à celles des moussages en sable (ceci d'ailleurs est encore plus vrai pour les propriétés mécaniques) les différences dont il est facile de tenir compte ne sont pas un obstacle à l'emploi de cette méthode. On voit également par l'examen des chiffres de Brinell, que ceux-ci varient avec les conditions de mouillage et de refroidissement, beaucoup plus que les densités qui varient surtout en fonction des compositions chimiques ; les deux méthodes peuvent d'ailleurs être employées simultanément et se compléter d'une manière heureuse.

Nous donnons, dans le tableau II les densités de différents alliages légers.

La méthode semble pouvoir s'appliquer également avec succès aux bronzes d'aluminium ; par contre, la liquation des bronzes à l'étain paraît être une cause d'erreurs dans l'essai à la densité de ces alliages.

L'essai de densité correctement effectué, et à condition de ne lui demander que ce qu'il peut donner, peut rendre et nous a effectivement rendu de grands services pour suivre les fabrications de fonderies d'alliages renfermant des métaux légers. C'est, par excellence, un procédé d'investigation et de sondage, il permet l'essai individuel des pièces importantes.

Loin de prétendre remplacer l'analyse chimique, il est, au contraire, de nature à la provoquer

à bon escient en décelant souvent des incidents de fabrication qui pourraient parfaitement passer inaperçus. Un certain nombre de cahiers des charges l'ont très judicieusement prescrit, mais il semble, tout au moins en ce qui concerne les alliages

légers, que son emploi pourrait encore être étendu, et que les indications et tolérances quant aux résultats à obtenir pourraient utilement être précisées et resserrées.

R. Eck.

Tableau I (*Reproduction interdite*)

Etain	Compositions Chimiques (Aluminium par différence)									Densités		Duretés Brinnel	
	Plomb	Zinc	Fer	Nickel	Manganèse	Magnésium	Silicium	Total des impuretés	Cuivre	Sable	Coquille	Sable	Coquille
traces	0.	0.	0.99	0.	0.03	0.	0.34	1.36	4.35	2.74	2.79	50 à 60	60 à 70
		0.12	0.44			0.06	0.25	0.87	6.52	2.77	2.85	50.	54.
			0.72						6.55	2.80			
			0.69						7.22	2.82			
traces	0.02	0.12	0.62	0.	0.02	0.	0.40	1.18	7.75	2.85		62.	
									7.85	2.85			
traces	0.	0.03	0.96	traces	0.	traces	0.27	1.26	8.25	2.86		66.	
	traces	traces	0.50				0.10	0.60	8.30		2.89		69.
0.02	traces	0.03	0.98	0.	0.	traces	0.26	1.29	8.95	2.89		74.	
	traces	traces	0.36	traces	0.	traces	0.07	0.43	9.15		2.90		
traces	0.	0.03	1.00	0.	0.	traces	0.25	1.28	9.60	2.91		77.	
	traces	traces	0.36	traces	0.	traces	0.10	0.46	10.		2.91		
traces	traces	traces	0.36	traces	0.	traces	0.17	0.53	11.7		2.96		
									12.		75 à 90	80 à 100	
									12.65		3.		82.
									13.02		3.		
									13.05		2.99		93.
0.02	0.04	0.12	0.63	0.	traces	0.	0.56	1.37	14.30	3.01		90.	
											3.02		100.

Les essais de Brinnel ont été faits à la machine Amsler :
Bille de 10 m/m. Charge de 500 kgs. pendant 30 secondes

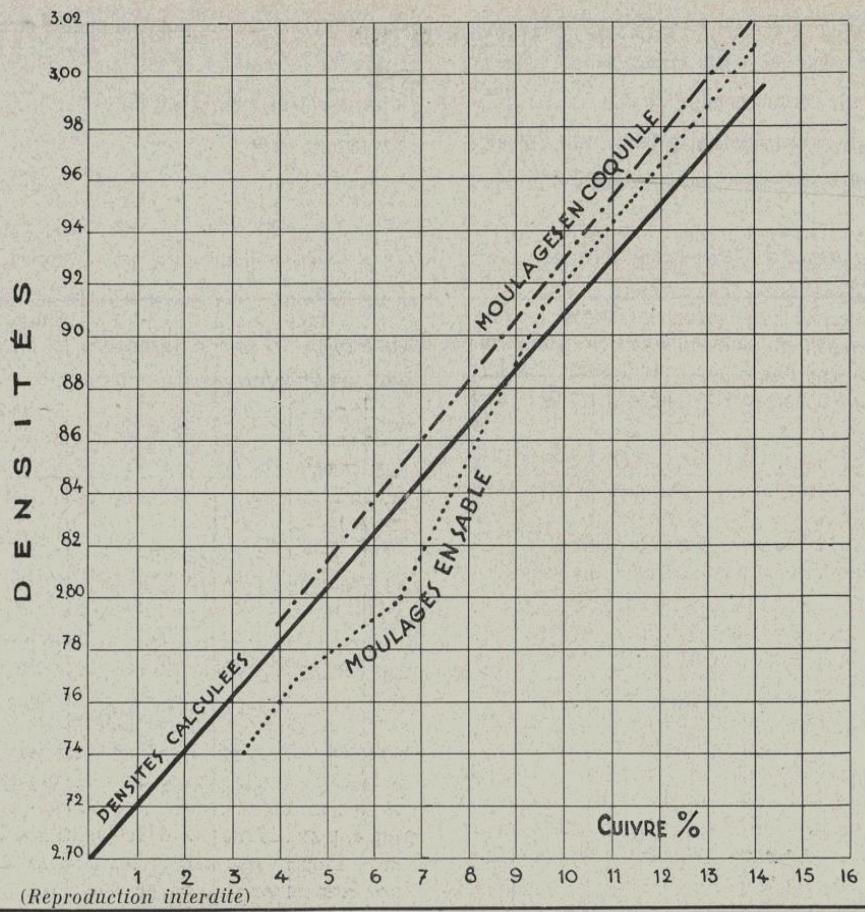


Tableau II

Compositions Chimiques (Aluminium par différence)						Densités	Duretés Brinell	Observations	
Zinc	Nickel	Magnésium	Manganèse	Silicium	Cuivre	Sable	Coquille	Sable	Coquille
12.					3	2.95		85.	95.
15.					3	3.			
20.						3.06	3.08		162.
		5.				2.62			
		10.				2.54			
					13.	2.66		74.	
				5	4		2.75		
	0,5	0,5			4	laminé	2.80	100.	
2.	1.5				4		2.78		
									Alliages types. "Y" et "RR".

Qu'est-ce que l'organisation scientifique du travail (Suite)

Américain prenait un temps, consultait du doigt ses méninges, et trouvait la fiche répondant à la question.

Puis, cet honorable ingénieur entreprit d'organiser la maison selon les principes sacro-saints. On commença par le bureau de dessin, et dans le bureau de dessin, par l'étude des sièges. Il fallut d'abord étudier un tabouret standard. Vous comprenez que sans être assis sur un tabouret standard, il n'est pas possible de dessiner des pièces standards.

Puis, on installa une imprimerie pour débiter les fiches ; il y en avait des bleues, des vertes, des rouges, des jaunes, des violettes... et de tous formats ; mais, au bout de quelques mois de ces travaux d'approche, la maison était coulée.

On avait voulu calquer en France des méthodes non exactement ajustées au but à atteindre, lequel était de livrer les quantités d'armes commandées dans le délai prescrit. Le dessinateur français n'exige pas un tabouret standard. Le bon sens français — on ne nous reconnaît pas tant de qualités, gardons au moins celle-ci — exige que l'on ne construise pas une cathédrale pour abriter les fidèles d'un humble village. Le bon sens français exige que l'ingénieur fouille dans son cerveau et non pas dans un fichier, pour mettre au point les détails d'une organisation intelligemment adaptée au cas particulier qu'il doit étudier.

C'est donc le bon sens qui sera le flambeau éclairant nos recherches pour l'amélioration du rendement, la suppression du gaspillage sous toutes ses formes, la détermination du maximum de production dans le minimum de temps, but vers lequel s'efforce l'organisation scientifique du travail.

Le facteur humain. — Cependant, si cette science dont nous venons de tracer le cadre n'avait pour objet que d'accroître la somme des richesses que le travail humain a accumulées et accumule tous les jours davantage sur cette terre, elle n'aurait pas atteint exactement son but, et il me semble qu'elle aurait gravement manqué à ses devoirs.

Il est vrai que les valeurs qu'envisage l'organisation s'expriment souvent en unités de temps. On peut même affirmer que le temps, la durée des opérations élémentaires, la quantité d'heures de travail incluse dans toute valeur réelle est la seule commune mesure à envisager dans l'évaluation des grandeurs à comparer.

Et puisque, suivant la vieille définition britannique : « Le temps c'est de l'argent », ne s'ensuit-il

pas que, comme l'affirmait brutalement Gant : « Le but de nos efforts n'est pas de produire des marchandises, mais de recueillir des dollars ! »

Et bien non, le temps n'est pas seulement de l'argent ; le temps c'est de la vie humaine.

Le temps, ce sont des heures de joie ou de douleur, d'enthousiasme ou de résignation, d'amour ou de tristesse, de misère ou de bonheur pour l'humanité qui travaille.

Et nous n'avons pas le droit ici de nous résigner à ne considérer l'organisation scientifique du travail que comme une technique uniquement préoccupée du rendement du matériel, du matériel inerte et du matériel humain. Nous n'avons pas le droit de séparer le résultat, à la fois de la cause et du but : de la cause, l'effort de l'homme ; du but, l'amélioration du bien-être de l'homme.

Cette amélioration, elle ne résultera pas de considérations philosophiques et de discours académiques où étincellent les belles théories sur le pavé des bonnes intentions. Elle résultera d'une révolution morale dans l'art de conduire les hommes. Les grandes écoles, qui développent les connaissances professionnelles, préparent à la conduite des organismes matériels, des machines, des appareils, avouent leur carence en l'art du maniement des êtres vivants qu'on ne dirige pas comme on appuie sur le levier d'une machine et qu'on ne saurait jamais conduire avec efficacité, si le cœur ne s'accorde pas avec le cerveau et si la compétence technique ne s'allie pas au sentiment profond de la justice sociale.

C'est dans cet esprit que nous œuvrerons ensemble, et nous d'rons de l'organisation scientifique du travail : qu'elle est *l'art d'atteindre, par l'effort le plus faible, avec la rémunération la plus élevée, dans les conditions de travail les meilleures, la production de richesses pouvant être le plus largement réparties parmi les hommes.*

Cet aspect humain de la science nouvelle la rattache à la sociologie ; c'est celui-là même qu'a si éloquemment défini M. le Directeur général de l'Enseignement technique dans ces quelques mots prononcés à l'inauguration du cours de psychologie et de sociologie du travail créé récemment à la Faculté des Lettres de Lille, et que je vous demande la permission de rappeler :

« Personne n'est mêlé à la vie industrielle sans avoir besoin de savoir quel rôle y tient l'homme, et comment il s'y comporte. Nécessité pour ceux qui emploient les hommes, pour ceux qui, ingé-

nieur, technicien, contremaître, ont un poste de commandement, de direction; mais nécessité pour les ouvriers eux-mêmes, afin de se délivrer de beaucoup d'illusions dangereuses, afin de travailler en connaissance de cause à leur progrès, à leur ascension.

« Ma conviction reste toujours que c'est l'homme qui compte le plus. Je pourrai le dire au nom de raisons morales, car il faut en effet que ce soit l'homme qui compte, qui soit la fin et non l'instrument, car toutes les machines n'ont été créées que pour servir l'homme; mais je le tiens également pour vrai dans le seul domaine de la technique. »

Et, en terminant, ces fortes paroles, qui s'appliquent aussi bien au cours que je vais avoir l'honneur de professer ici, qu'à celui à l'occasion duquel elles ont été prononcées :

« J'espère qu'il sortira de ce cours l'opinion que l'homme qui travaille reste un homme, qu'il garde son esprit et son cœur, qu'on le mutilé si on n'y voit qu'un certain capital de force, qu'il est conforme, non seulement au devoir moral, mais à l'intérêt de la production, de lui assurer à lui et aux siens une vie normale, d'obtenir de lui moins des services payés qu'une collaboration pleine, volontaire, loyale, la seule qui soit féconde! »

Ces admirables directives tracent ma ligne de conduite, éclairent ma route; je m'y engage résolument.

J'espère y entraîner avec moi beaucoup de ceux qui me font l'honneur de m'entendre, beaucoup de ceux qui suivront mes leçons.

Un centre de documentation. — Et parce que ces problèmes d'organisation scientifique du travail, tels que je viens de les définir à larges traits, me paraissent d'une importance capitale pour la prospérité de la nation; parce que, ainsi que l'a parfaitement indiqué M. Dubreuil, dans un intéressant ouvrage que vous connaissez tous, et qu'il l'a rédigé ici-même avec sa robuste éloquence, à l'inauguration du Comité de l'Orientation professionnelle, il s'agit pour notre industrie de se réformer ou de périr (et je n'en veux comme preuves que la balance déficitaire de notre commerce extérieur et le faible rendement actuel des actions de nos grandes entreprises), ce n'est pas seulement un enseignement *ex cathedra* que je voudrais créer ici. Si mes projets ne sont pas trop ambitieux, je voudrais, en étroite collaboration avec la Chambre de Commerce de Paris, qui œuvre dans la même voie, avec les organes qui déjà travaillent ces questions, que soit constitué un vaste centre de renseignements, de conseils à nos industriels. Je voudrais que, de tous les points de la France, tous ceux qui

comprènne la nécessité d'un ordre nouveau à la fois dans la production et dans les rapports entre la direction, le capital et la main-d'œuvre, demandent la collaboration active et cordiale de ceux qui ont approfondi ces problèmes et en discutent avec désintéressement.

Pour ma part, je me suis persuadé que cette collaboration serait féconde et je m'efforcerai de la rendre telle; mais ce sont là projets d'avenir : il s'agit aujourd'hui simplement du cours; je veux en tracer maintenant le programme.

Plan du cours. — Pour me conformer à un très vieil usage dont je ne médirai pas, je consacrerai une partie de la prochaine leçon à l'historique de cette organisation. Bien que cette science soit par définition beaucoup plus tournée vers l'avenir que vers le passé, il ne me paraît pas inutile de rappeler brièvement ce que fut l'organisation du travail dans l'antiquité; j'arriverai vite à l'époque moderne et j'analyserai très rapidement les raisons qui expliquent la naissance et le développement en Amérique de la technique de l'organisation des ateliers.

Tout en rappelant que la science de l'organisation n'est pas un article d'importation, et qu'à tel pays, à telle industrie, à telle entreprise, il y a telle solution spéciale à découvrir, j'analyserai bien entendu les travaux de Taylor, la doctrine administrative de Fayol et les œuvres plus récentes de Ford (les affaires sont faites pour la communauté et non la communauté pour les affaires!). Je m'efforcerai de donner une vue d'ensemble de ce mouvement vers la réalisation du plus haut rendement auquel on a donné le nom de rationalisation, et dont beaucoup de gens parlent sans savoir exactement de quoi il s'agit.

J'insisterai surtout à ce propos, et je crois être d'accord à ce sujet avec les représentants qualifiés de la classe ouvrière (pas évidemment avec ceux qui mettent dans le même sac tous les efforts vers l'amélioration du sort des travailleurs, et attendent de l'extrême misère une révolution salvatrice) pour démontrer que si les ouvriers reconnaissent la nécessité de l'organisation du travail, s'ils admettent bien que, malgré le chômage momentané, malgré les misères que l'inévitable transformation économique entraîne avec elle (et qu'il est du devoir des hommes de cœur d'éviter et de réduire le plus possible), la rationalisation doit se faire en France comme elle s'opère à l'étranger : elle doit avoir comme fin l'amélioration du bien-être du plus grand nombre, et non l'accroissement des bénéfices de quelques privilégiés.

J'entreprendrai ensuite un exposé critique des principes de l'organisation scientifique du travail,

tels que les ont cru définir un certain nombre d'auteurs américains et français, et tels que je les vois moi-même.

Enfin, je terminerai cette dernière partie du cours par une classification des fonctions et par un plan de l'organisation générale d'une entreprise, plan qui me conduira ainsi à délimiter mes différents groupes de leçons.

Puisque à mon sens, c'est l'homme qui doit être le but et non pas l'instrument de l'organisation, et parce que toutes les richesses ne sont après tout que de l'effort humain, je placerai le facteur humain au premier plan et j'étudierai de suite tout ce qui concerne le personnel dans l'organisation scientifique.

Toute cette partie, comprenant l'organisation des cadres, la sélection du personnel, sa rémunération, l'hygiène du travail, l'éducation sociale du personnel, la participation du personnel à la gestion, sera souvent appuyée sur les leçons que, dans d'autres amphithéâtres de cet établissement, professent mes éminents collègues.

J'exposerai là les fruits d'une expérience personnellement acquise par le contact d'une classe ouvrière parmi laquelle je suis né, que j'ai senti palpiter à mes côtés pendant toute ma jeunesse, et dont j'ai appris à connaître, par vingt ans de maniement des hommes, les réflexes et les enthousiasmes, les néfastes préjugés et les justes aspirations.

Puis, je compte passer en revue la pratique de l'organisation du travail telle qu'elle semble actuellement adoptée, et telle qu'il serait désirable qu'elle le soit dans les entreprises qui, en Amérique comme en France, ont résolument appliquée les méthodes nouvelles. Et j'examinerai successivement la préparation, l'exécution, le contrôle du travail et enfin l'organisation générale de la production dans une série d'entreprises industrielles.

Les cas. — A ce sujet, j'ai l'intention de pratiquer autant qu'il me sera possible de le faire, la méthode d'enseignement que l'Université de Harvard a rendue célèbre, la méthode des cas. On sait de quoi il s'agit :

On place sous les yeux des élèves des cas, non pas imaginaires, mais réels, des problèmes soulevés de la vie d'entreprises existantes, et on leur dit : « Telle difficulté se présente dans telle affaire (on la nomme ou on ne la nomme pas selon que les propriétaires de l'entreprise le permettent ou non) ; si vous étiez à la place du directeur que feriez-vous ?

On leur laisse quelques jours pour réfléchir ; le professeur ne dit presque rien ; il se contente d'interroger et de redresser les erreurs.

La Chambre de Commerce de Paris, sous l'impulsion de son éminent président M. André Baudet, a décidé, en accord avec l'Université de Harvard, de créer une école spéciale qui pratiquera uniquement la méthode des cas, et à laquelle j'ai l'honneur de collaborer. Cette méthode suppose évidemment que les élèves connaissent parfaitement les principes, les éléments de l'organisation scientifique, et aient de fortes connaissances en technique générale. Elle exige un recrutement très soigné, car il s'agit en somme d'une école d'application.

Ici, nous ne pouvons pas évidemment appliquer dans toute sa rigueur la méthode des cas ; mais nous pouvons, et j'ai l'intention de le faire, utiliser cette méthode comme application du cours, et pour donner plus d'intérêt à l'enseignement en y joignant l'attrait de solutions pratiques.

J'aborderai ensuite, et successivement, l'organisation commerciale et l'organisation comptable, puisque, après avoir produit, il faut vendre, et puisqu'il faut contrôler, non seulement après avoir produit et vendu, mais encore tandis qu'on produit et tandis qu'on vend. Enfin, les éléments de la production et de la vente étant délimités, je dirai comment l'organisation administrative doit coordonner l'ensemble, et comment l'organisation financière doit donner la vie à l'entreprise et maintenir son activité.

Puis, arrivé au terme du développement prévu pour ce cours, je m'efforcerai de montrer comment les méthodes d'efficacité s'adaptent aussi bien à la production agricole qu'à la production industrielle et aux services commerciaux.

Il y aura évidemment dans mon exposé bien des lacunes ; mais n'ayant pas la prétention de faire du premier coup une œuvre parfaite, je remettrai, avec patience et ténacité, l'ouvrage sur le métier, en m'inspirant des conseils et des critiques de ceux qui voudront bien s'intéresser à mon cours.

Comme l'humble maçon construisant un mur en briques, dont je parlais tout à l'heure, j'accomplirai résolument et méthodiquement ma tâche clairement définie, ajoutant une pierre aux pierres déjà posées, dans l'ambition d'élever ainsi un modeste mais solide édifice à la prospérité de l'industrie nationale et au bien-être des travailleurs de ce pays !

Louis DANTY-LAFRANCE.



MANUEL-GUIDE GRATIS

INVENTIONS

OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS
Dépôt de Marques de Fabrique
H. BOETTCHER fils, Ingénieur-Conseil, 21, Rue Cambon, Paris

PLUS D'ACCIDENTS PROVOQUÉS PAR LES

LAMPES BALADEUSES



Si vous utilisez le modèle de sécurité ci-contre recommandé par L'ASSOCIATION DES INDUSTRIELS DE FRANCE CONTRE LES ACCIDENTS DU TRAVAIL — (Notice n° 11)

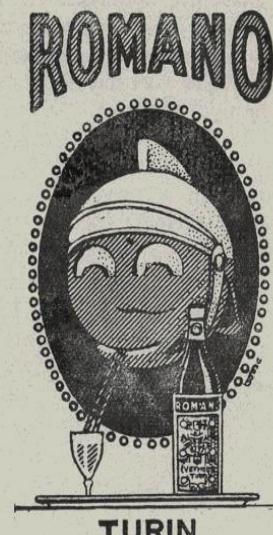
Manufacture Parisienne d'Appareillage Électrique
14, Rue Commines, PARIS-3^e

S. A. au Cap. de 500 000 fr. — R. C. Seine 60.219

FABRIQUE DE MEUBLES
L. EBERSOLD (Turgot 1902)
CHARRIÉ (Lille 1904 07)
53, rue de la Roquette à Paris. tél. Roquette 43.71
près la Bastille — ouvert le samedi — rc Seine 366.590

**MEUBLES D'ART
DE TOUS STYLES**
CHAMBRE — SALLE A MANGER
BUREAU — SALON

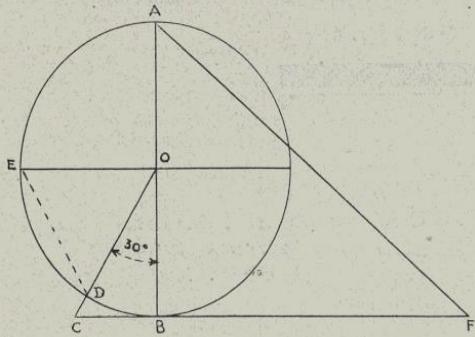
Avis important
La maison ne traitant qu'avec la clientèle
marchande se fait un plaisir d'offrir
exceptionnellement ses prix de gros
aux Sociétaires du
C. A. M.



Grandeurs incommensurables

La géométrie envisage certaines grandeurs qui ne peuvent être mesurées par des nombres finis d'une unité commune, grandeurs dites incommensurables.

Le côté du carré et sa diagonale en sont un des exemples les plus simples. En prenant pour unité la longueur du côté, la diagonale est mesurée par la racine carrée de 2, c'est-à-dire 1,4142136..., nombre qui peut être indéfiniment prolongé.



Mais, dans l'application, la longueur de cette diagonale, aussi exactement qu'on puisse l'obtenir, est donnée par un nombre fini. Si le côté du carré est long d'un mètre, le premier chiffre du nombre indéfini qui représente théoriquement la longueur de la diagonale indique un mètre le second, des décimètres, le troisième, des centimètres, le quatrième, des millimètres, le septième (3), des microns. Or nos procédés de mesure ne sont pas parfaits : ce n'est que dans des conditions très rares qu'on peut obtenir une exactitude de l'ordre du micron; le centième de millimètre exige déjà une grande précision.

La longueur de la diagonale est plus grande que 1.414,213 microns, et plus petite que 1.414,214 microns; c'est dans l'intervalle d'un micron que viennent s'étaler les chiffres suivants, aussi nombreux qu'on veut, de la longueur théorique. Que représente pour nous le dixième, le centième, le millième de ces chiffres ?

Mais ce n'est pas seulement l'imperfection des procédés de mesure qu'on doive considérer : les figures géométriques, pures conception de l'esprit, sont irréalisables. La ligne géométrique, sans épaisseur, n'a pas d'existence, non plus que le plan. La figure qu'en pratique on appelle carré n'est qu'une grossière image du carré géométrique. Si fin que puisse être gravé un trait sur une surface aussi plane que possible, mais qui n'est jamais un plan géomé-

trique, ce n'est qu'une rainure, dans laquelle on peut supposer que se logeraient les côtés du carré géométrique.

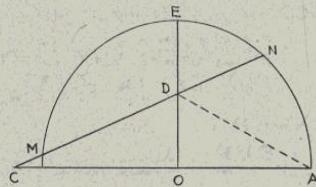
Il faut donc abandonner toute idée de grandeurs incommensurables quand il s'agit d'objets matériels.

Les mêmes remarques s'appliquent au rapport de la circonference de cercle à son diamètre. Ce rapport étant donné, en théorie, pour le cercle géométrique qui n'a pas d'existence, par le nombre 3,1415926..., avec un diamètre d'un mètre, le nombre 3,14159 donne la longueur de la circonference à moins de 3 microns près, et encore en admettant que la longueur du diamètre diffère du mètre de moins d'un micron. Même le nombre 3,1416 diffère de la longueur théorique de moins d'un centième de millimètre.

Ceci montre que le fameux problème de la quadrature du cercle, considéré comme insoluble, n'a aucun intérêt pratique; l'importance qu'on y a attachée résulte d'une confusion des figures géométriques pures et des figures réelles.

On connaît plusieurs tracés qui donnent la longueur de la circonference en fonction du diamètre, avec toute la précision désirable. De même, on construit le côté du carré dont la surface égale celle d'un cercle, ce qui correspond à l'expression quadrature du cercle.

Le procédé suivant a été indiqué par M. le général Chapel (journal X... information, mars-mai 1923) : D étant le milieu du rayon OE , perpendiculaire à AC , on prend AC égal à deux fois AD , et on joint CD ; la corde MN est le côté du carré équivalent au cercle à moins de 3 centièmes de millimètre pour un cercle de 100 $\text{mm}^{\frac{1}{2}}$ de rayon.



Comme exemple de la rectification de la circonference, le tracé suivant est aussi simple qu'exact. On trace OC faisant un angle de 30° avec le diamètre AB , ce qui revient à construire le triangle équilatéral OED ; on prend CF égal à trois fois le rayon. AF est la longueur de la demi-circonference.

Avec un rayon de 100 $\text{mm}^{\frac{1}{2}}$, cette longueur AF

Ingénieurs, Techniciens,
vous trouverez à la

LIBRAIRIE TECHNIQUE GIBERT

23, Quai Saint-Michel - PARIS-V^e (Place Saint-Michel)

Téléphone : Odéon 57-33

Le choix le plus important
d'ouvrages techniques
neufs et d'occasion
de tous les Éditeurs

Service gratuit de la Bibliographie mensuelle,
des nouveautés et des Bibliographies spéciales ci-dessous :

ELECTRICITÉ
BÂTIMENT
TRAV^X PUBLICS
INDUS. DIVERSES

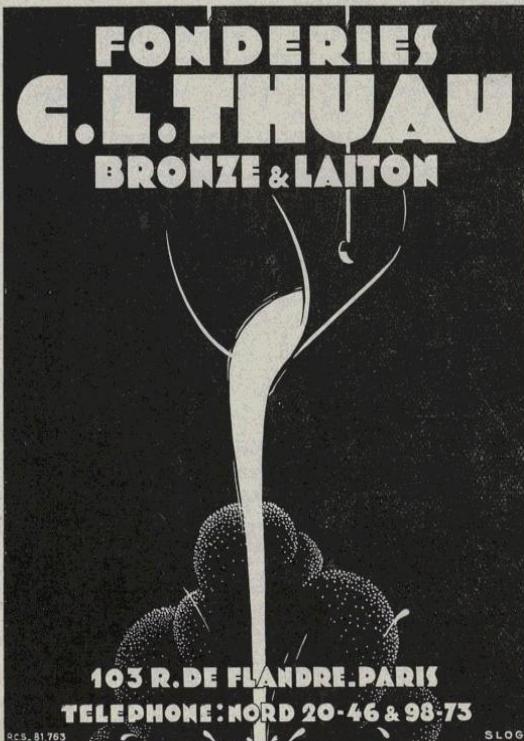
MÉCANIQUE
METALLURGIE
INDUS. MECAN.
PROF. DIVERSES

CHIMIE
AUTOMOBILE
AVIATION
MARINE

Examen à volonté. Renseignements. Entrée libre sans interruption

LIBRAIRIE TECHNIQUE GIBERT

FONDERIES
C. L. THUAU
BRONZE & LAITON



103 R. DE FLANDRE. PARIS
TELEPHONE: NORD 20-46 & 98-73

RC. 81763

SLOG

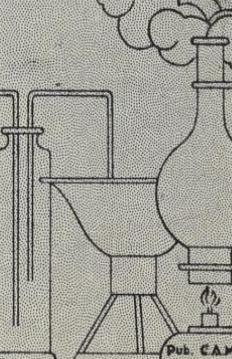
LABORATOIRE D'ANALYSES
MÉTALLURGIQUES
ANDRÉ
MARINOT
17 RUE PETIT. ST DENIS. (SEINE)
TÉL: PLAINE 07-71
CHÈQUES POSTAUX
PARIS 968.29
R.C. SEINE 3.915



ANALYSES: minéraux
fontes, aciers, ferros, métaux
divers, combustibles solides
ou liquides, scories, matériaux
huiles de graissage.

ESSAIS

PHYSIQUES:
Traction, dureté, chocs,
chocs répétés, usure, etc.
Essais calorimétriques
des combustibles à la
bombe Malher ou Feru.
Essais semi-industriels
sur demande.



Pub. CAM

est comprise entre 314,15 et 314,16 mm , de même que la longueur théorique. La différence de ces deux longueurs est donc inférieure à un centième de millimètre.

M. A. Fully indique un tracé analogue dans ses « Eléments de géométrie expérimentale ».

Il est utile de donner, dans l'enseignement, des exemples de ces constructions soi-disant imparfaites, afin de bien faire saisir la différence entre certaines conceptions théoriques et la réalité.

Du reste ces constructions ne sont guère que des exercices géométriques, car, si on veut tracer une longueur égale à la circonference d'un cercle de rayon donné, on en connaît la valeur numérique, qu'il suffit de reporter sur le dessin à l'aide d'une règle graduée : on prend cette valeur avec une approximation correspondant à la précision de la mesure.

6 novembre 1930.

Ed. SAUVAGE.

Échos du Conservatoire

Conférences publiques du dimanche avec projections et vues cinématographiques

4 janvier. — *Nouvelles méthodes de navigation aérienne et leur emploi par Costes et Bellonte.* — M. Louis Kahn, Ingénieur du génie maritime, chef-adjoint au Cabinet du Ministre de l'Air.

11 janvier. — *L'aménagement des chutes d'eau et les turbines hydrauliques.* — M. André Tenot, Professeur à l'Ecole des Arts-et-Métiers de Châlons-sur-Marne.

18 janvier. — *Vers la conquête de l'énergie des mers.* — M. Georges Claude, Membre de l'Institut.

25 janvier. — *Les Assurances Sociales en France et la loi du 30 avril 1930.* — M. Risser, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers.

1^{re} février. — *Les bois coloniaux, leur usinage, leur emploi.* — M. Julien Petitpas, Ingénieur-conseil.

8 février. — *Moteurs à combustibles lourds.* — M. Dumanois, Inspecteur général de l'aéronautique, Directeur des Services techniques de l'Office national des combustibles liquides.

15 février. — *La législation des Sociétés par actions et les récents projets de réforme.* — M. Drouets, Docteur en droit, ancien assistant à la Faculté de droit de Paris.

22 février. — *L'Afrique équatoriale française à l'Exposition coloniale de 1931.* — M. Anselme Laurence, Délégué de l'Agence économique de l'Afrique équatoriale française, Chargé de mission au Commissariat général

de l'Exposition internationale coloniale.

1^{er} mars. — *L'enregistrement d'un disque de phonographe.* — M. Rosenblith.

8 mars. — *L'application des températures élevées dans l'industrie chimique.* — M. Chaudron, Professeur à la Faculté des sciences, Directeur de l'Institut de chimie appliquée de Lille.

15 mars. — *La soie artificielle. — Sa fabrication et ses applications.* — M. Jules Quantin, Ingénieur civil des mines, ancien élève de l'Ecole polytechnique.

22 mars. — *Une grande date de l'astronomie : la découverte du nouveau monde transneptunien Pluton.* — Mme Camille Flammarion.

29 mars. — *La pollution des eaux par les déversements industriels. — Dangers et remèdes.* — M. Heim de Balsac, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers. Ces conférences auront lieu à 14 h. 30.

Ces Conférences auront lieu à 14 h. 30.

Visites-conférences du dimanche dans le musée industriel

18 janvier 1931. — *Les appareils de contrôle des fils et tissus.* — M. Dantzer.

1^{er} février. — *La turbine à vapeur moderne.* — M. Monteil.

15 février. — *Les métiers à tisser automatiques.* — M. Dantzer.

22 février. — *Le contrôle de la combustion et l'équipement de surveillance appliqués aux fours de toutes industries.* — M. Damour.

8 mars. — *Le moteur Diesel.* — M. Monteil.

15 mars. — *Le verre.* — M. Granger.

22 mars. — *Les mesures de longueurs, de capacités, de masses. Le système métrique décimal.* — M. J. Lemoine.

Ces conférences sont publiques et ont lieu à 10 h. du matin.

Modifications

La chaire de Chimie agricole et analyse chimique prend le titre de « chaire de Chimie agricole et biologique ».

Le cours de Mathématiques a lieu les mardis et vendredis à 21 h. 15 au lieu des mercredis et samedis à 21 h. 15.

Le cours de Mécanique a lieu les mercredis et samedis à 21 h. 15 au lieu des mardis et vendredis à 21 h. 15. M. le Professeur Koenigs, empêché, est actuellement suppléé par M. Got.

Nouvel Ingénieur C. A. M.

M. Vivier a passé brillamment son diplôme d'Ingénieur du Conservatoire National des Arts et Métiers (physique), avec la mention bien.

M. Vivier a soutenu une thèse portant sur l'utilisation des résistances négatives dans les mesures électriques. Nous avons déjà eu le plaisir de publier dans cette revue différents articles de notre collègue, dans lesquels il envisageait déjà le principe de l'utilisation des résistances négatives au moyen de différents appareils.

Nos plus vifs compliments à notre camarade.

LIBRAIRIE ARMAND COLIN — 103, Boulevard Saint-Michel — PARIS-V^e

COLLECTION ARMAND COLIN

Directeur : PAUL MONTEL

Chaque volume in-16 (11×17) : relié : 12 fr. ; broché : 10 fr. 50

Extrait de la liste des 126 ouvrages parus :

LITTÉRATURE

- Rome et les Lettres latines, par Auguste Dupouy.
L'Ecole classique française (1660-1715), par Auguste Bailly.
La Renaissance des Lettres en France (de Louis XII à Henri IV), par J. Plattard.
Le Naturalisme français (1870-1895), par Pierre Martino.
Parnasse et Symbolisme (1850-1900), par P. Martino.
La Pensée française au XVIII^e siècle, par D. Mornet.
La Littérature italienne, par M. Th. Laignel.
Histoire de la Langue allemande, par L. Tonnellat.
La littérature française contemporaine, par André Billy.
L'Ecole romantique française, par Jean Giraud.
Le Théâtre français contemporain, par Edmond Sée.
Grammaire descriptive de l'anglais parlé, par J. Delcourt.
La Littérature en Russie, par J. Legras.

HISTOIRE ET SCIENCES ÉCONOMIQUES

- La Société féodale, par J. Calmette.
La Révolution française, tomes I, II et III, par A. Mathiez.
La Grande Guerre (1914-1918), par le général Thevenet.
La France économique et sociale au XVIII^e siècle, par Henri Sée.
Les Doctrines économiques en France depuis 1870, par Gaétan Pirou.
Peuples et Nations des Balkans, par Jacques Ancel.
Les Origines du capitalisme moderne, par Henri Sée.
La Formation de l'Unité italienne, par G. Bourgin.
La Civilisation athénienne, par P. Cloché.
La Formation de l'Etat français et l'Unité française, par G. Dupont-Ferrier.

GÉOGRAPHIE

- Les Pyrénées, par Max Sorre.
Les Alpes françaises, par R. Blanchard.
Les Grands marchés des matières premières, par F. Maurette.
La Houille blanche, par H. Cavaillès.
Les Industries de la soie en France, par Pierre Clerget.
Les Alpes (Géographie générale), par Emm. de Maronne.
Nos grands problèmes coloniaux, par G. Hardy.

MATHÉMATIQUES

- Traité pratique de géométrie descriptive, par G. Gef-Statique et Dynamique, tomes I et II, par H. Beghin.
Statique et Dynamique, tomes I et II, par Béghin.
Probabilités et erreurs, par E. Borel et R. Deltheil.

- Calculs numériques et graphiques, par E. Gau.
Eléments de Calcul différentiel et de Calcul intégral, par Th. Leconte et R. Deltheil.
Nomographie, par M. Fréchet et H. Rouillet.
Le Calcul vectoriel, par R. Bricard.
Les Quanta, par G. Dejardin.

PHYSIQUE

- Télégraphie et Téléphonie sans fil, par G. Gutton.
Théorie cinétique des Gaz, par Eugène Bloch.
Eléments d'Électricité, par Ch. Fabry.
Les Instruments d'Optique, par Henri Pariselle.
Physique du Globe, par Ch. Maurain.
L'Atmosphère et la Prévision du temps, par G. Rouch.
Les Courants alternatifs, par P. Sève.
Le Magnétisme, par P. Weiss et G. Foex.
Principes de l'Electrochimie, par J. Ponsinet.
Ondes et Electrons, par P. Bricout.
Les Rayons X, par J. Thibaud.

CHIMIE

- La Fonte, par le colonel J. Rouelle.
Principes de l'analyse chimique, par Victor Auger.
L'Acier, par le colonel J. Rouelle.
L'Industrie du Fer en France, par J. Levainville.
Propriétés générales des sols en agriculture, par Gustave André.
Les Méthodes actuelles de la Chimie, par Pierre Jolibois.
Chimie minérale, tomes I, II et III, par H. Copaux et H. Perperot.
Les Industries de fixation de l'azote, par M. Guichard.
Essences naturelles et Parfums, par R. Delange.

BIOLOGIE

- L'Hérédité, par Etienne Rabaud.
Eléments de Paléontologie, tomes I et II, par L. Jo-leaud.
La Tuberculose, par le docteur E. Rist.
Psychologie expérimentale, par Henri Piéron.
La Vie de la Cellule végétale, par R. Combes (2 vol.).
Couleurs et Pigments des êtres vivants, par le docteur J. Verne.

MECANIQUE ET ÉLECTRICITÉ

- Alternateurs et moteurs synchrones, par Edouard Roth.
Les Moteurs à explosion, par E. Marcotte.
Piles et Accumulateurs électriques, par L. Jumau.
Transport de l'électricité, par R. Couffon.
Les Moteurs à combustion, par E. Marcotte.
Mesures électriques, par Jean Granier.
Appareils et méthodes des Mesures mécaniques, par le lieutenant-colonel Rabaud.

Demander le prospectus « COLLECTION ARMAND COLIN » donnant une notice sur chaque ouvrage.

Bibliographie



Tous les assemblages de menuiserie, charpente, ébénisterie, parquetage, charronnage et carrosserie, par A. CARPENTER. Un volume in-8° (14×22) de 102 pages avec 29 figures dans le texte. Broché (185 gr.). Prix : 20 francs. — A Paris, Béranger, 15, rue des Saints-Pères, 1930.

La Technique Industrielle (cours professé à l'Ecole des Sciences politiques), par Louis DE LAUNAY, de l'Académie des Sciences. Un volume in-8° raisin (16×25), de 337 pages, avec 69 figures et de nombreux tableaux dans le texte. Relié (750 gr.). Prix : 85 francs. — A Paris, Béranger, 15 rue des Saints-Pères, 1930.

Tous les procédés de Façonnage des bois (Traçage, sciage, rabotage, toupillage, perçage, tournage, cintrage, clouage, vissage, placage, collage), par A. CARPENTER. Un volume in-8° carré (14×22), de 132 pages avec 198 figures dans le texte, broché (215 gr.). Prix : 20 francs. — A Paris, Béranger, 15, rue des Saints-Pères, 1930.

Toutes les méthodes d'Apprêt des bois (Ponçage et masticage, ignifugation, imperméabilisation, teinture et peinture, argenture et dorure, encaustication et vernissage, pseudomarqueterie, pyrogravure, pseudosculpture, etc.), par A. CARPENTER. Un volume in-8° carré (14×22) de 102 pages avec 29 figures dans le texte, broché (175 gr.). Prix : 20 fr. — A Paris, Béranger, 15, rue des Saints-Pères, 1930.

Leçons de Sidérurgie professées à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne par P. ANGLES D'AURILLAC, Ingénieur en chef au corps des Mines, deuxième édition revue et mise à jour par J. ESTOUR, Ingénieur civil des Mines. Un volume (16×25), VI-716 pages, 231 figures (1.300 gr.). Prix : relié, 130 fr. ; broché, 120 fr. — *Prix franco* : France et colonies, rel., 133 fr. 25 ; br., 123 fr. 25 ; Etranger, pays acceptant le tarif France : rel., 134 fr. 75 ; br., 124 fr. 75 ; Etranger, pays acceptant le tarif réduit : rel., 136 fr. 30 ; br. 126 fr. 30 ; Etranger, pays exigeant le tarif normal : rel., 141 fr. 10 ; br., 131 fr. 10. — A Paris, Dunod, éditeur, 92, rue Bonaparte, Paris-6°, 1930. Chèques Postaux : Paris 75-45.

Travaux pratiques de Métallographie, par W. BRONIEWSKI, Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie, traduit du polonais par G. PRUSZKOWSKI,

ROULEMENTS A BILLES
F. RAYET
INGÉNIEUR - CONSTRUCTEUR
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ
73 AV. DE LA RéPUBLIQUE. PARIS 11^e
TÉLÉPH. : MÉNILMONTANT : 78-48

ROULEMENTS DES PREMIÈRES MARQUES
STOCK COMPLET
BILLES - BUTÉES ET PALIERS A BILLES
REMISE A NEUF DE TOUS MOUVEMENTS
USAGÉS - ÉCHANGE STANDARD

SLOG

Trois volumes parus
Le Tome IV paraîtra fin 1931

.....

LAROUSSE
DU XX^e SIÈCLE

en six volumes (format 32×25)

Un ouvrage que tous les ingénieurs
doivent posséder :
Le grand dictionnaire de la langue française actuelle; le plus vaste répertoire des connaissances humaines de notre époque.

Les six volumes contiendront :
200.000 articles, rédigés par plus de 300 collaborateurs 50.000 gravures des centaines de gravures et cartes en noir et en couleurs

fascicule - spécimen gratis
sur demande à la Librairie Larousse
13-21, rue Montparnasse - Paris (VI^e)
— On sousscrit chez tous les Libraires —

Ingénieur E.C.P. Préface de Henry LE CHATELIER, membre de l'Institut. Un volume (18×25), 110 pages (250 gr.). Prix, broché : 25 francs. — A Paris, Dunod, éditeur, 92, rue Bonaparte, Paris-6^e, 1930. Chèques Postaux : Paris 75-45.

L'art de bâtir une maison agréable et saine
(*Ouvrage fondamental sur la technique et l'hygiène des habitations et des installations accessoires dans les villes et à la campagne, en France et aux colonies*), par M. Edmond MARCOTTE, Ingénieur (A. et M., I.C.F., I.T.S., T.P.E.), ancien constructeur de phares, de cités ouvrières, etc. Technicien Sanitaire diplômé par l'Etat. Lauréat de l'Institut, Chef de la Section des Essais à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Un volume in-8° raisin (16×25) de 572 pages, avec 274 figures dans le texte et de nombreux tableaux (Relié 1.285 gr.). Prix : 95 francs. — A Paris, Béranger, 15, rue des Saints-Pères, 1930.

Travail du béton (*Matières premières, armatures, préparation du béton, finissage, agglomérés, aires bétonnées, murs, réservoirs, vases, tuyaux, accessoires divers en béton*), par A. BUILDER. Un volume in-8° carré (14×22) de 171 pages avec 167 figures dans le texte. Broché (300 gr.). Prix : 28 francs. — A Paris, Béranger, 15, rue des Saints-Pères, 1930.

Etoiles et Atomes, de A. S. EDDINGTON, M. A., D. Sc., LL. D., F.R.S., Professeur d'Astronomie à l'Université de Cambridge. Traduction sur la troisième édition anglaise avec compléments de l'Auteur, par J. ROSSIGNOL, Professeur agrégé de l'Université, Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure. Un volume in-8° de IX-188 pages avec 13 figures, dont 12 hors-texte. Prix, broché : 35 fr. — A Paris, Hermann, 6, rue de la Sorbonne, 1930.

La Planète Mars (*Etude basée sur les résultats obtenus à l'Observatoire de Meudon, et exposé analytique de l'ensemble des travaux exécutés sur cet astre depuis 1659*), par E.-M. ANTONIADI, Astronome attaché à l'Observatoire de Meudon, Lauréat de l'Académie des sciences (Prix Guzman) et de la Société astronomique de France (Prix Janssen), Ancien Directeur (1896 à 1917) de la Section de Mars de la British Astronomical Association. Un volume gr. in-4° de 240 pages, avec 150 figures dans le texte et 10 planches hors texte. Prix : 80 fr. — A Paris, Hermann, 6, rue de la Sorbonne, 1930.

Tous les ouvrages précédents peuvent être consultés à la Bibliothèque du Conservatoire National des Arts et Métiers

— CHAINES — MARCEL SEBIN

79, Rue d'Angoulême, 79

PARIS (XI^e)

Téléph. : Roquette

— 38-93, 20-63 — R. C. Seine 54.387

Adr. Télégraphique

PARIS - GALSEBIN

CHAINES DE CAMIONS

ET TOUTES TRANSMISSIONS INDUSTRIELLES



Chaines Galle, Vaucanson, Tubulaires

Applications

Transporteurs - Élévateurs - Ponts roulants

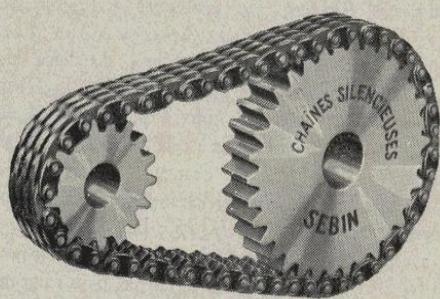
Monte-charges - Bancs à étirer

Industries textiles - Travaux publics - Mines

Sucreries, etc., etc.

CHAINES & ROUES DENTÉES

répondant aux applications dans toutes les industries



CHAINES A GRANDE VITESSE

SILENCIEUSE SEBIN

(BREVET MORSE)

ARTICULATIONS PIVOTANTES

A vieille réputation, bonne marque
ne sait mentir.

Plusieurs générations d'ingénieurs et de
dessinateurs connaissent notre marque
depuis leur passage à l'école.
Tous se plaisent à reconnaître
que nous sommes toujours en
tête pour la fabrication des
compas, règles à calcul,
articles pour le dessin
et le bureau
d'études.



CATALOGUE GÉNÉRAL SUR DEMANDE

17, Rue Béranger
PARIS RÉPUBLIQUE
Tél. ARCHIVES-08-89

BARBOTHEU

USINE :
97, Rue de la Jarry
LA GRANDE MARQUE FRANÇAISE VINCENNES (Seine)

« BROCHURE SPÉCIALE N° 31 AUX SOCIÉTAIRES DU C. A. M. »

**PORTLAND ARTIFICIEL ET CIMENT A
HAUTES RÉSISTANCES INITIALES (SUPER-CIMENT)
DEMARLE LONQUETY
LES MEILLEURS ET LES PLUS REGULIERS**

USINES A
BOULOGNE S/MER
GUERVILLE (Seine et Oise)
NEUVILLE S/ESCAUT
DAIGNAC (Gironde)



USINES A
DESVRES (Pas de Calais)
LA SOUYS près Bordeaux
COUVRON (Marne)
BEAUCRAIRE (Gard)

**PRODUCTION ANNUELLE: 700.000 TONNES
DE CIMENT PORTLAND ARTIFICIEL**

Société des CIMENTS FRANÇAIS, PARIS 80 Rue Taitbout (9^e)
SIEGE SOCIAL: BOULOGNE S/MER — CAPITAL: 27.900.000 Francs dont 10.000.000 amortis



Vitesse, Qualité!

tels sont les deux points sur lesquels portent nos efforts.

VITESSE. — Notre organisation moderne, notre outillage perfectionné nous permettent d'exécuter dans les délais les plus rapides, tous les clichés typographiques, quel qu'en soit le genre : trait, simili, couleur. QUALITÉ. — Nos techniciens qualifiés, nos ouvriers spécialisés, nous autorisent à garantir le fini d'exécution de nos travaux. En aucun cas la vitesse n'est au détriment de la qualité. Et ce qui est vrai pour nos ateliers de photogravure, l'est aussi pour nos ateliers de photolithographie, offset, galvanoplastie, stéréotypie, typographie publicitaire.

Nous sommes à votre disposition

PORTE DE VERSAILLES

ANCIENS

ÉTABL. GILLOT

6 bis et 8, rue de la Grotte
Tél. Vaug. 11-12 et la suite

Aux CHAMPS-ÉLYSÉES

SERVICE RAPIDE

GILLOT-SERVICE

Ouvert de 7 à 24 h., 12, rue Euler
Tél. Élysées 76-53

PLACE SAINT-MICHEL

ANC. CLICHERIE

FERY & BOISSET

Gillot Successeur, 14, rue Suger
Tél. Littré 49-99.

à Paris

ainsi qu'en nos succursales de

ANGERS

9, rue Saint-Evroult

BORDEAUX

5, rue Thiac

LILLE

49, rue de Tournai

STRASBOURG

14, pl. d'Austerlitz



Le Gérant : A. CULSINIER.

Éditions C. A. M. Paris