

teurs par d'autres fils transversaux laissant à l'ensemble beaucoup d'élasticité, les appareils de protection pourraient être très espacés, la rupture d'un fil se répercutant toujours très loin. Le prix d'établissement des réseaux de conducteurs aériens n'en serait que très insensiblement majoré, et, avec beaucoup de personnes qui, dans les grandes villes, regardent ces réseaux de fils aériens comme une épée de Damoclès sans cesse suspendue sur nos têtes, nous pensons que la sécurité qui en résulterait vaudrait bien cette faible dépense. Puisse nous avoir contribué à obtenir cette sécurité; c'est le but qui nous a guidé dans la création de ces appareils que, sur la demande de notre Rédacteur en chef, nous sommes heureux de présenter au public de *La Houille Blanche*.

Jules CHEVRIER.

Ingenieur des Arts et Manufactures

LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

ACADÉMIE DES SCIENCES

CHIMIE ET ÉLECTROCHIMIE

Sur la distillation du cuivre — Note de M. HENRI MOISSAN.
Seance du 27 novembre 1905.

Dans l'ensemble de nos recherches sur l'étude des réactions chimiques aux températures élevées, nous avons démontré qu'il n'existait plus de corps refractaires et que tous ces corps, soit simples, soit composés, pouvaient prendre l'état liquide, puis l'état gazeux. Un certain nombre de composés sont détruits par simple élévation de température, mais, par contre, d'autres combinaisons sur lesquelles, avant nos recherches, on n'avait que des idées peu précises, pouvaient se former à des températures élevées : tels les carbures, les siliciures et les borures, pour se décomposer enfin à une température qui est voisine de 3 500 degrés d'après les recherches de M. Violle (1).

Dans nos premières notes, datant de 1892 et 1893, nous avons indiqué que tous les métaux pouvaient être volatilisés au four électrique. Nous avons pensé qu'il était utile de reprendre les expériences réalisées à cette époque afin de chercher à classer les points d'ébullition d'un certain nombre de métaux, en attendant que les physiciens puissent déterminer rigoureusement ces températures.

Distillation du cuivre. — La volatilisation de petites quantités de cuivre par la chaleur de l'arc électrique à la pression atmosphérique a déjà été obtenue par Despretz (2) en 1859, puis par Siemens et Huntington (3) en 1882. En 1905, MM. Krafft et Bergfeld (4) ont démontré que le cuivre entraînait en ébullition dans le vide cathodique à 1600 degrés.

L'expérience de la distillation du cuivre à la pression atmosphérique a été réalisée de la façon suivante : Nous avons placé dans le creuset de notre four électrique 300 gr. de cuivre pur, coupés en fragments cylindriques, de 2mc³ environ de volume. Un tube de cuivre traversé par un courant rapide d'eau froide, ainsi que Deville l'avait fait dans ses expériences sur la dissociation, passait au milieu du four à quelques centimètres au-dessus du creuset et de l'arc.

Il permettait de condenser rapidement une partie des vapeurs. Enfin, lorsque nous voulions recueillir une plus grande quantité de ces vapeurs, on perçait le couvercle du four et l'on disposait, au-dessus de cette ouverture, une cloche cylindrique en verre mince, ainsi que nous l'avons indiqué à propos de notre expérience sur la distillation de la silice (5).

Nous avons cherché à rendre le courant aussi constant que possible, dans nos expériences, en écartant plus ou moins les électrodes au fur et à mesure que l'atmosphère intérieure du four devenait plus conductrice par suite de l'abondante formation des vapeurs métalliques. Nous tenons à faire remarquer, à ce propos, que les électrodes cylindriques étaient terminées par des cônes de façon à donner de la fixité à l'arc et que nous utilisions le courant alternatif.

(1) J. Violle, Sur la température de l'arc électrique. *Comptes rendus* t. CXV, 1892, p. 1273.

(2) Despretz, Expériences sur quelques métaux et sur quelques gaz. *Comptes rendus*. t. XLVIII, 1859, p. 362.

(3) W. Siemens and Huntington, On the electric furnace *Chemical News*, t. XLVI, 1882, p. 163.

(4) Krafft et Bergfeld, *Berichte*, t. XXXVIII, 1903, p. 254.

(5) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 51-1879, et *Traité de Chimie minérale*, t. II, p. 453.

Les expériences d'une même série sont donc suffisamment comparables entre elles.

Nous rappelons que, depuis nos premières expériences, M. Féry, en utilisant notre four électrique, a indiqué, au moyen de sa lunette pyrométrique (1), que le point d'ébullition du cuivre était voisin de 2 100 degrés.

Suivant les expériences de MM. Krafft et Bergfeld, cette température déterminée d'après les points de vaporisation et d'ébullition du métal dans le vide serait de 2 240 degrés.

Dans la première expérience, nous avons chauffé 300 gr. de cuivre pendant 5 m avec un courant de 300 A sous 110 V. On voit nettement le métal fondre, puis, après 3 m., entrer en ébullition. Le tube froid se recouvre de métal et la cloche d'un mélange de globules métalliques et d'oxyde. Le culot métallique, après l'expérience, ne pesait plus que 250 gr. Après 5 minutes de chauffe, nous avons donc distillé 50 gr. de cuivre.

Une deuxième expérience, faite avec le même poids de cuivre et la même intensité de courant, ne nous a donné, après 6 m., qu'un résidu de 140 gr.; ce qui nous indique une volatilisation de 160 gr. de métal.

Enfin une troisième expérience, d'une durée de 8 m., nous a fourni, en partant du même poids de cuivre et d'une même densité de courant, un résidu de 67 gr., c'est-à-dire une volatilisation de 233 gr. de métal....

Si l'on examine le dépôt condensé sur le tube froid, on remarque que, en particulier dans la dernière expérience, il est formé d'un feutrage de filaments de cuivre de 5 mm. à 7 mm. d'épaisseur. L'aspect de ces derniers rappelle celui de l'argent filiforme. Ce feutrage présente, à la loupe, des ramifications légères, brillantes et irisées, qui donnent à la masse l'aspect de velours. Certains de ces filaments ont l'aspect de feuilles de fougères dont les frondes seraient arrondies. Leur couleur varie du rouge au jaune et présente de beaux phénomènes d'irisés. La densité de ce cuivre distillé, lorsqu'on l'a traité par l'acide acétique pour enlever une petite quantité de chaux qui le souille, est de 8,16. Cette densité est plus faible que celle du cuivre fondu, ce qui tient à l'occlusion d'une petite quantité de gaz (2). D'après Kahlbaum. Roth et Siedler, la densité du cuivre distillé est de 8,932. Notre échantillon donne à l'analyse : cuivre : 99,76 et ne renferme comme impureté qu'une très petite quantité de chaux et de graphite. La surface de cette masse poreuse s'altère plus rapidement à l'air humide que la surface polie du cuivre fondu. Mais ses propriétés chimiques, vis-à-vis du chlore, de l'acide chlorhydrique, de l'hydrogène sulfuré ou de l'acide sulfurique sont identiques à celles de la limaille de cuivre. Dès que le métal est traité par l'acide azotique étendu, les irisations superficielles disparaissent aussitôt et la couleur rouge du cuivre apparaît.

La matière pulvérulente, qui s'est déposée en abondance sur la cloche de verre, est formée surtout d'oxyde de cuivre, de chaux vive et de sphérules noires. Par conséquent, la vapeur de cuivre, au contact de l'air, a brûlé rapidement en fournissant de petits globules d'oxyde noir dont quelques-uns renferment encore au centre une très petite sphère de métal rouge.

Enfin, entre la surface du four et celle du couvercle, ainsi que sur les électrodes, on rencontre un grand nombre de petites gouttelettes de cuivre métallique d'un rouge plus ou moins foncé. On trouve parfois quelques petites aiguilles déliées de cuivre ou de petits cristaux sous forme bien nette.

Le métal qui restait dans le creuset a fixé une petite quantité de fer, de chaux et d'alumine provenant des impuretés des électrodes. Mais, ce qui est beaucoup plus important, ce métal contient du graphite.

Lorsque le courant vient d'être arrêté et que le cuivre est en pleine ébullition, si l'on sort le creuset du four, et qu'on le laisse refroidir lentement, on voit bientôt apparaître une croûte qui flotte sur le cuivre en fusion. Dès que la solidification commence sur le pourtour, on voit nettement de petits cristaux de graphite sortir du métal, puis la masse en fusion se boursouffle et il se produit un abondant dégagement gazeux. Différents observateurs ont déjà appelé l'attention sur cette solubilité des gaz dans le cuivre liquide (3). Lorsque le culot métallique est complètement refroidi, si l'on a évité un accès trop rapide de l'air, on voit qu'il est recouvert d'une couche onctueuse de graphite, comme ces fontes mangonnées produites par un haut fourneau marchant à une allure trop chaude.

Ce graphite, soit amorphe, soit cristallisé, séparé par un traitement à l'acide azotique étendu, puis lavé et séché, a une densité de 2,12. Sa température d'inflammation dans l'oxygène est de 680°. Il renferme comme impuretés, du silicium, du fer et du magnésium qui proviennent du creuset et des électrodes. Sa composition est la suivante : carbone 96,25 ; cendres 3,36 ; hydrogène 0,21. Les cristaux de graphite et les impuretés se sont concentrés entre les

(1) Féry, Détermination des points d'ébullition du cuivre et du zinc. *Ann. de chim. et de phys.*, 7^e série, t. XXVIII, 1903, p. 428.

(2) Caron *Comptes rendus*, t. LXIII, 1886, p. 1129.

(3) Caron *De l'absorption de l'hydrogène et de l'oxygène de carbone par le cuivre en fusion* (*Comptes rendus*, t. LXIII, 1866, p. 1129). Hampe, *Chem. centr.* Bl., t. V, p. 104.

joints des cellules du métal, ainsi que M. Osmond l'a déjà observé dans des circonstances analogues.

En sciant le culot de cuivre, puis en polissant sa section et en l'examinant au microscope, on reconnaît qu'il renferme un grand nombre de petites cavités sphériques. Chacune de ces géodes est tapissée de cristaux noirs brillants qui, séparés du métal par l'acide azotique, fournissent de l'oxyde graphique en les traitant par le mélange d'acide azotique fumant et de chlorate de potassium. A sa température d'ébullition, le cuivre dissout donc le carbone et l'abandonne par le refroidissement sous forme de graphite.

Si l'on refroidit brusquement le culot de cuivre, encore à sa température d'ébullition, dans de l'eau froide, le métal, au moment de sa solidification, roche avec vivacité, et l'intérieur du culot présente alors de grandes cavités remplies de graphite. La teneur en graphite était au milieu du milieu du culot métallique de 1,62 pour 100 et sur le bord de 1,58.

Nous ajouterons qu'en augmentant l'intensité du courant jusqu'à 800 A sous 110 V et en prenant un creuset qui puisse contenir 8 kg. à 10 kg. de cuivre, il est facile d'en distiller plusieurs kilogrammes en quelques minutes.

Conclusion. — En résumé, le cuivre peut être distillé avec facilité au four électrique ; lorsque sa vapeur est condensée sur un corps froid on peut obtenir un feutrage de cuivre filiforme présentant toutes les propriétés de cuivre ordinaire. A sa température d'ébullition, le cuivre dissout le graphite et l'abandonne plus ou moins cristallisé par refroidissement.

Four électrique basculant à sole conductrice. — Brevet n° 350.802. Société anonyme électrometallurgique (Procédés Paul GIROD), 16 janvier 1905.

La plupart des fours à sole conductrice employés dans l'industrie du carbure de calcium et dans l'électrometallurgie sont constitués par une carcasse en fer ou en maçonnerie dans laquelle on dame un aggloméré de graphite de cornue sur tout le fond. La carcasse repose sur un socle quelconque ou sur la plate-forme d'un wagonnet. Le courant est amené à la masse conductrice d'une façon quelconque, quelquefois par le fond lui-même, d'autres fois par une pièce en fer placée dans le fond du four et mise en relation avec la source du courant.

Le four qui fait l'objet de la présente invention permet une meilleure utilisation du courant et un rendement plus régulier dans la production, par le fait que la cuve du four peut basculer et que l'écoulement de la matière produite peut se faire par des trous de

La plaque du fond du four est prolongée en arrière, et forme une avancée 5 sur laquelle sont fixés les câbles venant de la source du courant. La cuve est remplie d'un mélange de graphite et de goudron que l'on pose à chaud et que l'on dame très fortement afin d'en faire une masse compacte 6.

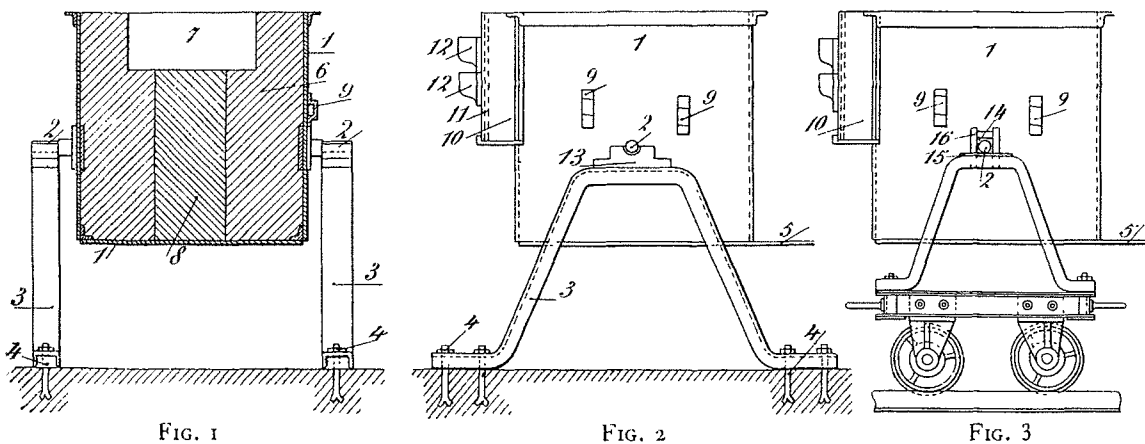
Dans le sommet du four on réserve une cavité 7 qui sert à recevoir la matière à traiter et aussi à recevoir l'électrode supérieure.

Au lieu de remplir tout le four d'une masse agglomérée on peut aussi le remplir, comme l'indique la fig. 1, au milieu en particulier, par des déchets d'électrodes ou des électrodes neuves 8 et damer autour de ces électrodes le mélange de graphite et de goudron. Pour augmenter la surface du contact entre la tôle du four et le brasage, on peut disposer sur les fonds et sur les côtés, des pièces de fer telles que fer cornière, fer simple T ou simplement des gros boulons pénétrant dans la masse. Le four ainsi constitué peut être employé immédiatement, mais dans ce cas on a, au début du chauffage, une forte résistance et l'inconvénient de la production d'une forte fumée de goudron qui, par sa combustion, produit une grande quantité de dépôt de charbon.

Pour faire basculer le four, la disposition la plus simple est celle indiquée dans le dessin ci-joint : le four est muni sur les côtés de un ou plusieurs anneaux 9 dans lesquels l'ouvrier chargé de la manœuvre du creuset enfle une barre quelconque et s'en sert comme d'un levier pour faire basculer le four dont l'équilibre a été calculé pour arriver au moindre effort. On peut, bien entendu, adopter tout système plus compliqué, tel que vis sans fin, manœuvre électrique, hydraulique, etc., mais il est préférable d'employer l'appareil très simple, décrit plus haut. Si l'ouvrier chargé de la coulée se sert d'un levier très long, il peut se placer devant le four ou s'il préfère se servir d'un levier court, il se place derrière et n'est ainsi pas exposé au grand rayonnement de chaleur de la coulée.

Les trous de coulée dans ledit four sont au nombre de deux ; ils peuvent être constitués tout simplement par un trou fait dans la tôle, trou qui se prolonge au travers du brasage. Dans ce cas, on met sur la tôle une petite bavette, mais pour plus de sécurité et pour augmenter la durée du devant du four, et faciliter éventuellement le remplacement des pièces, on dispose un avant-bec établi comme l'indique le dessin. Cet avant-bec se compose d'un fer en forme de Z 10, une des ailes du Z est fixée sur la tôle du four, et l'autre est destinée à retenir une plaque de fer 11 sur laquelle sont alors fixés les avant-becs en fonte ou en fer ou en toute autre matière appropriée 12. L'avancement produit par ces avant-becs en fer est rempli soit par le même brasage, soit par un brasage réfractaire quelconque ou par une petite maçonnerie en briques réfractaires. On peut aussi du reste y introduire des formes de trous de coulée toutes faites.

Lorsque dans un four fixe ainsi constitué on traite des oxydes ou autres minéraux pour en obtenir un métal ou une fonte quelconques, la sole du four s'use très rapidement, d'où approfondissement considérable du creuset. C'est pourquoi le présent creuset électrique comporte deux trous de coulée, lesquels ne servent que rarement, l'un comme trou de coulée pour les laitiers, l'autre pour le métal. Au contraire, pendant que le four est encore assez haut pour que l'on puisse couler par le trou supérieur, le trou inférieur reste bouché et l'on ne s'en sert généralement pas pour la coulée du métal. Cependant, au bout de quelque temps, la sole s'est approfondie, le métal ne sort plus régulièrement par le trou de cou-



lée supérieur. On perce alors le trou de coulée inférieur et l'on peut ainsi arriver à couler toujours très régulièrement jusqu'à ce que l'usure du four exige un brasage nouveau.

Le principal avantage du présent four est sa propriété de basculer pour la coulée. Dans un four fixe on n'arrive jamais à extraire tout le métal qui s'y trouve, surtout lorsque le métal fabriqué dans ledit four use la sole et l'approfondit ; la régularité de composition au métal s'en ressent beaucoup. Avec le présent système de four basculant on extrait toute la masse à chaque coulée et l'on arrive ainsi à une composition et un rendement réguliers.

Le four repose sur ses supports soit par l'intermédiaire d'un porte-tourillons 13 (fig. 2) boulonné sur les supports, ou 14, comme l'indique la fig. 3. Dans ce cas on met généralement sur le support une contre-plaque en fer 15, laquelle, ainsi que le support, sont percés de trous carrés, rectangulaires ou ovales, dans lesquels on enfle la pièce 16 qui ne peut alors plus bouger. Il y en a une de chaque côté de l'arbre portant le four et, au besoin, on peut mettre une contre-plaque par-dessus, comme l'indique le dessin, afin d'éviter la levée de l'arbre.

Le four ainsi décrit forme donc l'un des pôles ; l'autre pôle est

Dans ce dessin :

Fig. 1 est une coupe verticale du four à supports fixes ;

Fig. 2 est une élévation latérale du même four ;

Fig. 3 est une élévation latérale du four sur wagonnet.

Le four ainsi décrit forme donc l'un des pôles ; l'autre pôle est

constitué par une électrode libre de graphite de forme et de dimensions appropriées.

RÉSUMÉ. — Un four électrique à sole conductrice formant l'un des pôles, permettant de régulariser le rendement et les coulées par la suspension de ce four sur deux tourillons portés par des supports fixes ou par un wagonnet, donnant ainsi la possibilité de basculer ce four à la main ou mécaniquement et de produire la coulée par celui des orifices de coulée dont la hauteur correspond à l'état d'usure de la sole, l'autre pôle étant constitué par une électrode libre.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 6 janvier 1906.

Communication sur les étalons mercuriels de résistance électrique, par Ed. GUILLAUME.

Les causes de variations d'un étalon au mercure peuvent provenir des variations : 1° de la forme géométrique de la colonne mercurielle, 2° de la pureté de mercure, 3° de la température et 4° de la pression auxquelles il est soumis.

Cette dernière cause de variation est pratiquement nulle dans les limites de pression entre lesquelles on peut être appelé à opérer.

La première cause provient du déplacement du zéro par suite de ce fait que le verre tend à se contracter. Au Bureau international des poids et mesures on a constaté une variation de 0,05 degré pour une période de 20 ans, ce qui correspond à une variation de volume d'un tube en verre dur de 2,5 millièmes. Avec un verre en cristal la variation est 6 fois plus grande. Ces altérations sont donc en réalité très petites.

Les impuretés du mercure causent des perturbations bien plus grandes. C'est ainsi qu'avec un dix-millième de cuivre on a des variations de résistance de l'ordre du millième.

M. Guillaume a entrepris avec grand soin d'étudier la variation de la résistivité du mercure avec la température. Il a trouvé qu'entre 0 et 100° la variation de la résistivité était représentée la relation :

$$R_0 = R_0 (1 + 0,000881 \theta + 0,000001010 \theta^2)$$

D'autres expérimentateurs, notamment MM. Kreichgauer et Jaeger, à l'Institut physico-technique de Charlottenbourg, et M. Smith au National Laboratory, sont arrivés à des formules concordant tout à fait avec celle de M. Guillaume.

Ces formules sont en désaccord avec l'ancienne formule classique de Mathiesen ; de 0 à 100° l'écart atteint 30 %.

INFORMATIONS DIVERSES

Avis de Concours

La SOCIÉTÉ D'AGRICULTURE, SCIENCES ET INDUSTRIE DE LYON a estimé qu'il était intéressant d'exposer au public de la région lyonnaise les applications du petit moteur électrique aux usages domestiques. La grande cité industrielle de Lyon, déjà abondamment pourvue de réseaux de distribution d'énergie électrique, et appelée à devenir l'un des plus grands centres de consommation de la houille blanche grâce à la proximité des puissantes chutes hydrauliques des Alpes, de Savoie et du Dauphiné, devrait voir se multiplier rapidement ces applications du petit moteur électrique aux usages domestiques qu'on rencontre si nombreuses en certaines villes de l'étranger ; cependant elle ne progresse qu'avec lenteur dans cette voie. Il y a donc un intérêt de tout premier ordre à mettre sous les yeux du public lyonnais des exemples nombreux et variés de ces applications, afin de les lui faire connaître, apprécier et employer, afin aussi d'en provoquer de nouvelles.

La Chambre de Commerce de Lyon qui a fait le plus bienveillant accueil à cette idée de mettre en évidence et de développer ces applications, a bien voulu en cette circonstance prêter son précieux concours à la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie.

La section du Génie civil de cette Société a donc décidé d'organiser pour juillet-août 1906 un Concours et une Exposition des diverses applications du moteur électrique aux machines de l'atelier familial et aux usages domestiques.

Dans ces applications sont compris, à titre indicatif et non limitatif : l'emploi des électro-moteurs à la commande des machines à coudre, à broder, à tricoter ; l'adaptation des petits moteurs aux ventilateurs d'appartement, aux transporteurs, aux nouvelles machines de nettoyage par le vide des tapis, tentures,

boiseries, etc. ; l'attelage des petits moteurs électriques aux tours d'horlogerie, aux scies à découper, aux hachoirs, tourne-broches, machines à cirer les parquets et les chaussures, etc., etc.

Le concours est limité aux applications des petits moteurs électriques dont la puissance est inférieure à un cheval.

Il est toutefois expressément indiqué que le moteur électrique appliqué aux métiers à tisser ne sera pas admis à ce concours. La Société d'Agriculture, Sciences et Industrie estime en effet que cette question est d'une importance et d'un intérêt tels qu'elle pourra donner lieu ultérieurement à un concours spécial.

Les constructeurs et inventeurs qui désirent prendre part à ce Concours et ont l'intention de faire figurer leur machines ou appareils à l'Exposition qu'il comportera, doivent se faire inscrire au siège de la Société (30, quai Saint-Antoine) avant le 1^{er} mai 1906.

L'Exposition publique des machines et appareils soumis au Concours s'ouvrira le 1^{er} juillet. — En conséquence les concurrents devront prendre leurs dispositions pour faire parvenir avant le 15 juin à la Société les objets qu'ils désirent exposer.

Les opérations du jury commenceront le 1^{er} juillet pour se terminer le 15 du même mois par la distribution des récompenses. L'Exposition, ouverte le 1^{er} juillet, sera close le 15 août. Elle pourra ainsi être visitée par les membres du Congrès de l'Association Française pour l'avancement des Sciences, qui tiendra cette année sa session, à Lyon, au commencement du mois d'août.

Les concurrents devront accompagner l'envoi de leurs machines ou appareils de notices explicatives détaillées.

Le Concours n'aura lieu que sur des machines ou appareils en état de fonctionner sous les yeux du jury. Celui-ci ne jugera pas des applications qui ne seraient représentées que par des plans, dessins ou photographies ; toutefois, ces dessins, plans ou photographies pourront être admis dans la salle d'exposition publique, ainsi que toutes les publications techniques ayant trait aux applications domestiques des petits moteurs électriques.

Le but essentiel du Concours étant de montrer le petit moteur dans ses applications, il n'aura, par conséquent, pas lieu sur des moteurs seuls, sans appareils ou machines commandées, non plus que sur ces appareils ou machines non munies de leur moteur. Les concurrents devront présenter des ensembles composés de moteurs et de machines constituant l'application complète qui devra permettre d'en apprécier l'utilité et le bon fonctionnement.

Dans le classement, le jury tiendra compte : 1° De l'adaptation judicieuse du moteur à son application ; 2° des conditions économiques de bon fonctionnement et d'installation ; 3° de l'absence de bruit, de trépidation et de danger dans le fonctionnement. Les récompenses consisteront en : un premier prix : médaille d'or ; deux seconds prix : médailles de vermeil ; quatre troisièmes prix : médailles d'argent.

Une somme de 300 francs pourra être attribuée, en totalité ou en partie, aux inventeurs ayant exposé les applications pratiques les plus originales du petit moteur aux usages domestiques.

N. B. — L'exposition est absolument gratuite et toutes facilités sont procurées aux exposants pour s'y faire représenter.

Les courants employés à Lyon sont : le courant continu 120/130 volts, les courants alternatifs mono et triphasés 110/120 volts.

Réglementation des Barrages

La loi de 1898 sur le régime des eaux dans son article 12, dernier paragraphe, avait annoncé un « règlement d'Administration publique pour déterminer la forme de l'instruction qui doit précéder les arrêts des Préfets, relatifs aux autorisations de passage sur les rivières non navigables. »

Ce règlement a paru le 1^{er} août 1905 ; il n'a paru à l'Officiel que le 1^{er} novembre dernier. Une circulaire du 22 novembre 1905 le porte à la connaissance des préfets, en faisant remarquer que sur la circulaire du 28 octobre 1841, qui avait été suivie jusqu'à ce jour, ce décret comporte deux modifications intéressantes :

1° Suppression de la première enquête remplacée par la visite de l'ingénieur ;

2° Nécessité de consulter le Ministre de l'Agriculture lorsque la chute projetée devra avoir, en moyenne, une puissance supérieure à 100 poncelets.

Nous donnons ci-après : 1° La circulaire du 22 novembre 1905 ; 2° Le texte du décret du 1^{er} août 1905.

CIRCULAIRE DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles.

Paris, le 22 novembre 1905.

Le Ministre de l'Agriculture, à Monsieur le Préfet du département d.....

Un décret du 1^{er} août 1905, inséré au *Journal Officiel* du 1^{er} novembre suivant, et rendu par application de l'article 12 de la loi du 8 avril 1898, détermine les formes de l'instruction qui doit précéder les autorisations d'ouvrages sur les cours d'eau non navigables ni flottables.

Ce décret modifie sur plusieurs points les errements suivis jusqu'à ce jour en matière de réglementation des barrages, et mon Administration fait préparer des instructions détaillées en vue de préciser les conditions d'application du nouveau décret.

Ces instructions vous seront prochainement envoyées.

Mais en attendant, je crois devoir appeler votre attention sur les deux points suivants :

La première enquête de vingt jours, par laquelle s'ouvrait autrefois l'instruction des demandes en établissement d'ouvrages étant supprimée, celle-ci débutera désormais par la visite des lieux qui doit être faite par l'ingénieur ordinaire du Service hydraulique.

En cas de construction d'un barrage noyant les rives à l'amont, ou lorsque la chute projetée devra avoir une puissance moyenne supérieure à 100 poncelets, vous aurez à me soumettre le dossier de l'affaire après la clôture de l'enquête.

Je vous serai obligé de tenir dès maintenant la main à ce que le décret du 1^{er} août 1905 reçoive son application intégrale dans votre département, en ce qui concerne les établissements sur les cours d'eau dont j'ai la surveillance.

Vous trouverez ci-inclus le texte du décret.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire dont j'adresse ampliation à MM. les Ingénieurs du Service hydraulique.

Le Ministre de l'Agriculture,
J. RUAU.

DECRET DU 1^{er} AOÛT 1905

Le Président de la République française,

Sur le rapport des Ministres des Travaux publics et de l'Agriculture,

Vu la loi du 8 Avril 1898 et notamment :

I. L'article 12 (Titre II. — Cours d'eau non navigables et non flottables), ainsi conçu : « Les préfets statuent après enquête sur les demandes ayant pour objet :

« 1° L'établissement d'ouvrages intéressant le régime ou le mode d'écoulement des eaux ;

« 2° La régularisation de l'existence des usines et ouvrages établis sans permission et n'ayant pas de titre légal ;

« 3° La révocation ou la modification des permissions précédemment accordées.

« La forme de l'instruction qui doit précéder les arrêtés des préfets est déterminée par un règlement d'instruction publique. »

II. Les articles 41 et 43 (Titre IV. — Fleuves et rivières navigables ou flottables), ainsi conçus :

« Art. 41. — Les préfets statuent, après enquête, et sur l'avis des ingénieurs et sauf recours au Ministre, sur les demandes ayant pour objet de faire des prises d'eau au moyen de machines lorsqu'il est constaté que, eu égard au volume des cours d'eau, elles n'auront pas pour effet d'en altérer le régime.

« Art. 43. — Toutes autres autorisations ne peuvent être accordées que par décrets rendus, après enquête, sur l'avis du Conseil d'Etat » ;

Le Conseil d'Etat entendu,

Décrète :

TITRE 1^{er}

FORME DES DEMANDES.

ARTICLE PREMIER. — Toute demande relative à l'un des objets visés par les articles 12, 41 et 43 de la loi du 8 avril 1898, savoir :

Sur les cours d'eau non navigables et non flottables :

1° L'établissement d'ouvrages intéressant le régime ou le mode d'écoulement des eaux ;

2° La régularisation de l'existence des usines et ouvrages établis sans permission et n'ayant pas de titre légal ;

3° La révocation ou la modification des permissions précédemment accordées.

Sur les fleuves et rivières navigables ou flottables :

a) Les prises d'eau au moyen de machines, lorsqu'il est constaté qu'eu égard au volume des cours d'eau, elles n'auront pas pour effet d'en altérer le régime ;

b) Les autorisations qui ne peuvent être accordées que par décret.

Doit être adressée au préfet sur papier timbré.

ART. 2. — S'il s'agit d'une première autorisation, la demande doit énoncer d'une manière distincte :

1° Les noms du cours d'eau et de la commune sur lesquels les ouvrages doivent être établis, les noms des établissements hydrauliques placés immédiatement en amont et en aval ;

2° L'usage auquel l'entreprise est destinée ;

3° Les changements présumés que l'exécution des travaux doit apporter au niveau et au régime des eaux, soit en amont, soit en aval ;

4° La durée probable des travaux.

Sur les cours d'eau non navigables ni flottables, lorsqu'il s'agit d'un barrage comportant la submersion des rives en amont, la demande devra être accompagnée d'un projet complet du barrage, ainsi que d'un mémoire justifiant les dispositions projetées et faisant connaître le mode de fonctionnement de l'ouvrage.

Dans tous les cas, le pétitionnaire doit, en outre, justifier qu'il a la libre disposition du sol sur lequel les ouvrages doivent être exécutés, et notamment celle des rives dans le cas où un barrage doit être établi.

ART. 3. — S'il s'agit de modifier ou de régulariser un établissement préexistant, le propriétaire doit fournir, autant que possible, outre les renseignements ci-dessus mentionnés, une copie des titres en vertu desquels cet établissement existe.

TITRE II

INSTRUCTIONS DES DEMANDES.

ART. 4. — La demande est soumise à une instruction dans les formes ci-après déterminées :

Le préfet transmet la demande à l'ingénieur en chef compétent.

Si les services d'ingénieurs de plusieurs départements sont intéressés, les préfets se concertent pour désigner celui à qui sera confiée l'instruction de l'affaire.

En cas de désaccord, la désignation est faite par le Ministre.

L'ingénieur en chef transmet la demande à l'ingénieur ordinaire qui procède à la visite des lieux.

ART. 5. — L'ingénieur ordinaire, après s'être assuré du moment où la visite des lieux peut être faite utilement, annonce son arrivée aux maires des diverses communes intéressées, avec invitation de donner à cet avis la publicité nécessaire.

Il prévient directement le pétitionnaire, les présidents des syndicats, s'il en existe sur le cours d'eau, les mariniers les plus expérimentés, s'il s'agit d'une rivière navigable ou flottable, et toutes autres personnes dont la présence lui paraît utile et pour lesquelles il pense que cet avertissement direct est nécessaire.

L'avis de la visite de l'ingénieur est, par les soins du maire, publié à son de trompe ou de caisse et affiché au lieu ordinaire d'affichage des actes administratifs. Ces formalités doivent être remplies au moins huit jours avant la date fixée pour la visite de l'ingénieur. L'accomplissement en est certifié par les maires des communes où elles ont été prescrites.

ART. 6. — L'ingénieur ordinaire procède à la visite des lieux en présence des maires ou de leurs représentants et des intéressés ou de leurs mandataires.

Il dresse, séance tenante, un procès-verbal dans lequel il indique, d'une manière circonstanciée, l'état des lieux, les repères qu'il a adoptés, les renseignements qu'il a recueillis, les résultats des expériences qu'il a faites. Il y ajoute les observations qui auront été produites, notamment les conventions amiables qui auraient pu intervenir entre les intéressés.

Lecture de ce procès-verbal est donnée aux personnes pré-

sentes, qui sont invitées à le signer et à y insérer sommairement leurs observations, si elles le jugent convenable.

ART. 7. — Les formalités prescrites par les articles 5 et 6 ne sont pas applicables aux demandes de prises d'eau par machines visées au paragraphe *a* de l'article 1^{er} du présent décret.

Il en est de même sur les cours d'eau non navigables ni flottables, lorsque les ouvrages projetés ne comportent pas l'établissement de barrages et lorsque le préfet juge qu'ils ne sont pas de nature à modifier profondément le régime des eaux.

ART. 8. — L'ingénieur ordinaire rédige un rapport dans lequel il présente l'exposé de l'affaire, décrit l'état des lieux, discute les oppositions et motive ses propositions relatives aux conditions techniques à imposer au pétitionnaire.

S'il conclut à l'autorisation, il joint à son rapport un projet de règlement, un plan et des nivellements. Il adresse toutes les pièces de l'instruction à l'ingénieur en chef.

Celui-ci les transmet, avec son avis, au préfet.

ART. 9. — Dès la réception des pièces de l'instruction, le préfet ordonne, par un arrêté, l'ouverture d'une enquête.

Cet arrêt prescrit le dépôt, à la mairie de la commune où les travaux doivent être exécutés, du dossier comprenant la demande, le projet de règlement rédigé par les ingénieurs, les plans et nivellements qui l'accompagnent.

Un registre destiné à recevoir les observations des intéressés est ouvert à la mairie de cette commune.

Si l'entreprise paraît de nature à étendre son effet en dehors du territoire de la commune, l'arrêté désigne les autres communes dans lesquelles l'enquête doit être ouverte et aux mairies desquelles il sera déposé un dossier avec registre spécial.

Si ces communes appartiennent à plusieurs départements, les préfets se concertent pour ordonner l'ouverture et la publication de l'enquête dans leurs départements respectifs.

ART. 10. — L'arrêté préfectoral fixe le jour de l'ouverture de l'enquête, qui aura une durée de quinze jours.

Il est, par les soins des maires, affiché au lieu ordinaire d'affichage des actes administratifs et publié à son de trompe ou de caisse, huit jours avant la date d'ouverture de l'enquête.

L'accomplissement de ces formalités est certifié par les maires des communes où elles ont été prescrites.

ART. 11. — A l'expiration du délai de quinze jours, les maires des communes où des registres ont été ouverts closent et arrêtent ces registres.

Ils les transmettent, avec leur avis motivé, au préfet, qui consulte les ingénieurs sur les résultats de l'enquête.

Si l'enquête a porté sur plusieurs départements, les résultats en sont centralisés par le préfet du département où se trouve le siège principal de l'établissement. Ils sont accompagnés de l'avis des ingénieurs et des préfets des autres départements intéressés.

ART. 12. — Si d'après les résultats de l'enquête, les ingénieurs apportent à leurs premières propositions quelque changement de nature à provoquer de nouvelles oppositions, il est procédé à une nouvelle enquête de quinze jours.

ART. 13. — Si d'autres services publics sont intéressés à l'établissement, à la modification ou à la suppression de l'ouvrage, les chefs de ces services sont consultés.

Si l'ouvrage est compris dans la catégorie des travaux mixtes, il est procédé à l'instruction suivant les règles édictées par les lois et décrets sur la matière.

Dans le cas où l'affaire est portée devant la Commission mixte, la délibération prise par cette Commission est notifiée au préfet, s'il est compétent pour statuer.

L'arrêté préfectoral doit être conforme aux conclusions de la Commission mixte.

ART. 14. — Après l'accomplissement de ces formalités, le préfet statue si l'affaire est de sa compétence.

Toutefois, sur les cours d'eau non navigables ni flottables, lorsqu'il s'agit d'un barrage comportant la submersion des rives en amont, ou lorsque la chute projetée devra avoir en moyenne une puissance supérieure à 100 poncelets, le préfet devra, avant de statuer, soumettre le projet au Ministre de l'Agriculture.

En cas de rejet de la demande, le préfet notifie immédiatement sa décision motivée au pétitionnaire.

Si l'autorisation doit être accordée par décret, le préfet transmet le dossier, avec ses propositions, au Ministre compétent.

ART. 15. — Lorsque l'ouvrage à établir emprunte le sol de plusieurs départements, l'enquête est ouverte dans les conditions prévues aux articles 9, 10 et 11 du présent décret.

Si l'affaire est de la compétence préfectorale, il est statué par un arrêté unique signé par les préfets des départements intéressés.

En cas de désaccord, il est statué par le Ministre compétent.

Si l'autorisation doit être donnée par décret, le Ministre est saisi par le préfet du département où se trouve le siège principal de l'établissement.

Sur les cours d'eau non navigables ni flottables, le préfet ne peut ouvrir l'instruction en révision d'un règlement existant qu'avec l'assentiment du Ministre de l'Agriculture.

TITRE III.

RÉCOLEMENT DES TRAVAUX.

ART. 16. — A l'expiration du délai fixé par l'acte d'autorisation pour l'exécution des travaux, l'ingénieur ordinaire se transporte sur les lieux pour vérifier si les travaux ont été exécutés conformément aux dispositions prescrites, et rédige un procès-verbal de récolement en présence du pétitionnaire, des maires ou de leurs représentants et des intéressés, convoqués à cet effet dans les formes établies par l'article 5 du présent décret.

Si les travaux exécutés sont conformes aux conditions de l'autorisation, ou si les différences reconnues sont peu importantes et ne donnent lieu à aucune réclamation, le préfet en prononce la réception.

Si les travaux s'écartent des dispositions imposées, mais ne sont pas de nature à causer des dommages, le préfet invite le pétitionnaire à régulariser sa situation.

S'il s'agit, au contraire, de différences qui sont de nature à causer des dommages, le préfet met immédiatement le pétitionnaire en demeure de satisfaire, dans un délai déterminé, aux conditions de l'autorisation.

A l'expiration de ce délai, si la mise en demeure est restée sans effet, le préfet prend les mesures nécessaires pour faire cesser le dommage et prononcer, s'il y a lieu, le retrait de l'autorisation.

Sur les cours d'eau non navigables ni flottables, lorsqu'il s'agit des entreprises visées au paragraphe 2 de l'article 14, toutes les fois que les travaux exécutés ne seront pas conformes aux conditions de l'autorisation, le préfet devra soumettre le procès-verbal de récolement au Ministre de l'Agriculture, sauf en cas d'urgence, à prendre les mesures nécessaires, par application des paragraphes 4 et 5 du présent article.

TITRE IV.

DISPOSITIONS DIVERSES.

ART. 17. — Lorsqu'il y a lieu de prononcer le retrait d'autorisation par application des articles 14 et 45 de la loi du 8 avril 1898, il est statué dans les formes établies par les articles 9, 10, 11, 12, 13 et 14 du présent décret.

L'enquête s'ouvre, en ce cas, sur les propositions formulées par les ingénieurs.

ART. 18. — Le préfet peut, soit sur la plainte des intéressés, soit sur la proposition des ingénieurs, après en avoir donné avis au propriétaire, procéder au règlement d'office d'établissements existants non réglementés.

Les règlements d'office sont soumis aux mêmes formalités que les demandes présentées par les particuliers.

ART. 19. — Les dispositions du présent décret ne sont pas applicables aux autorisations d'établissements temporaires.

ART. 20. — Les Ministres des travaux publics et de l'Agriculture sont chargés chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal Officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 1^{er} août 1905.

Émile LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre des Travaux publics
D^r GAUTIER.

Le Ministre de l'Agriculture,
J. RUAU.

BIBLIOGRAPHIE

Tous ceux qui ont à travailler la matière, les ingénieurs en sont, ont intérêt à se rendre compte de ses propriétés, donc à l'éprouver avant de l'employer.

Ce besoin n'est pas nouveau pour l'homme et, pour se reconnaître dans la multiplicité des procédés d'essai que la tradition de ses prédécesseurs lui a enseignés, il a ordonné les résultats et essayé de les systématiser selon certaines hypothèses, sur lesquelles il a appuyé ensuite des inductions qui lui ont servi à tenter de nouvelles épreuves.

Les progrès de la technologie aidant, il a enrichi sa collection de matériaux par l'adjonction de nouvelles substances, et alors, l'inconvénient dont il était sorti, par le secours des premières systématisations et des premières hypothèses, s'est reproduit. Les théories se sont trouvées en défaut et l'empirisme a de nouveau régné en maître.

Il semble que nous en soyons de nouveau à ce stade, et M. Bouasse vient nous apporter ses réflexions sur ce sujet. Il nous incite à penser que nous aurions tort de trop nous attarder à vouloir mouler la réalité sur les anciennes théories et que nous avons plus de profit à expérimenter, mesurer, systématiser de nouveau selon d'autres modes pour essayer de trouver une approximation de la loi de la matière plus grande que celle que nous ont léguée nos devanciers. A ce titre son ouvrage (1) est de bon conseil pour l'ingénieur qui a le devoir de comprendre la signification des théories et souvent d'improviser des méthodes d'essais sous l'empire de circonstances pressantes.

Quand on voit ce qu'avec le secours des anciennes théories les constructeurs de ponts et les artilleurs sont arrivés à faire du métal, on se prend à rêver à l'extention encore insoupçonnée que les nouvelles théories, dont M. Bouasse est le prophète, permettront d'obtenir dans le domaine des réalisations pratiques.

Dès les premières pages, cet auteur déclare que la théorie de la résistance spécifique des matériaux ne doit pas se cantonner uniquement dans l'exposé des lois qui régissent les propriétés mécaniques des métaux, ainsi que la pratique courante des travaux industriels peut inciter à le faire. La théorie doit être générale et être satisfaite par un matériau quelconque.

Le traité qu'il nous donne a, conformément au sous-titre qu'on lit sur la couverture, pour objet de montrer en quoi le travail moléculaire de la matière, sous l'influence de causes mécaniques externes, est, par la réaction des forces moléculaires internes, différent de ce que les anciennes hypothèses traduites par des coefficients constants pourraient faire croire.

Comme ses devanciers, M. Bouasse analyse d'abord les déformations parfaitement élastiques, cas idéal, qui sert à tracer le programme des recherches ultérieures, qu'il dépasse très vite avec grande raison du reste, en analysant l'élasticité retardée, les déformations permanentes, visqueuses, non visqueuses; en disant, ce que sont l'écroûssage et l'hystérésis. Il nous amène ainsi à la notion des déformations homogènes et non homogènes, renversables et non renversables, nous fait pressentir le rôle que la chaleur joue dans ces phénomènes et nous montre que jamais un type unique de déformation n'est réalisé, mais qu'il y a toujours superposition de plusieurs modalités, et que la vitesse avec laquelle se propagent les ébranlements déformants est un facteur de grande importance.

Chemin faisant, il indique de très intéressants dispositifs d'expérience plus simples que ceux qu'on a l'habitude d'employer et d'une réalisation relativement facile pour ceux qui n'ont pas à leur disposition un laboratoire bien monté.

Mais il nous permettra de regretter qu'il n'ait pas cité dans sa brochure les contributions importantes que nombre d'ingénieurs, et d'artilleurs en particulier, ont apportées, au courant des vingt dernières années, à l'étude de la résistance des matériaux. Dans leurs travaux tout ne s'inspire pas des naïvetés de Tresca; nombre sont allés plus loin en montrant comment les efforts se répartissent par plages, harmoniquement distribuées dans les solides, et ont tiré les conséquences qui en résultent pour les formes de ceux-ci et leur habileté à soutenir l'effort. Il nous dédommagera sans doute dans un volume ultérieur qu'il nous doit, car il n'a traité dans celui-ci que de la traction et de la torsion, et la compression reste à analyser.

Dans les dernières pages de son livre, à plusieurs endroits, M. Bouasse qui, au cours de son analyse, a pu constater combien la pratique journalière des constructions était amenée à s'écarter des indications d'une saine théorie tout en se donnant l'air de procéder rationnellement, fait sentir l'antinomie des termes dans lesquels le problème des matériaux se pose pour le physicien et pour l'ingénieur.

Il dit à celui-ci, et avec juste raison semble-t-il, que tant que la pratique lui fera, par mesure de sécurité, quintupler les modules selon lesquels la matière travaille dans les structures qu'il dresse, peu importera que les termes des équations écrites en application des théories aient telle ou telle précision; que par suite l'ingénieur trouvera toujours dans de telles conditions la théorie inutile par trop de subtilité.

A notre avis cependant, il y a, dans cette opinion, une part de vérité et aussi une part d'erreur. Pour dégager l'une de l'autre nous n'avons qu'à jeter un coup d'œil en arrière. — Il y a cent ans on ne connaissait guère que les ponts en bois et en pierre, les plus grosses pièces métalliques connues étaient en fonte, et leurs poids maximum atteignaient rarement cinq tonnes; l'acier servait à faire des couteaux, des sabres et de petits ressorts et pas plus; les théories sur la résistance des matériaux et ses applications étaient tout au plus connues de rares initiés, et étaient ce que Bernoulli, Coulomb et Navier les avaient faites. — On allait pas à pas, on était timide et on construisait massivement, comme les Romains. Au cours du XIX^e siècle sont nées de nouvelles théories, fausses, mais moins fausses que les premières; la métallurgie a progressé; on a construit avec plus de hardiesse et les insuccès ont, somme toute, été rares. Les ingénieurs ont le droit de s'enorgueillir de cette performance, et elle est bien faite pour montrer que si, pour eux, l'application de la théorie ne se présente pas de la même manière que pour l'élève appelé à résoudre au tableau une application de l'enseignement de son maître, elle n'en est pas moins un guide précieux. Que les physiciens nous fassent des théories plus exactes et nous réduirons à 4, à 3, à 2 et enfin à 1 le multiplicateur de sécurité des coefficients caractéristiques. A ce titre donc les théories nous importent; mais ce n'est pas à nous de les faire, M. Bouasse a raison! Ce n'est pas notre métier et nous ne sommes pas outillés pour cela; il nous montre du reste, par son exemple même, que nous pouvons en toute confiance nous en rapporter aux physiciens pour s'acquitter de ce devoir et satisfaire à nos demandes.

Il y a toutefois lieu de s'entendre sur cette collaboration.

Que se propose le physicien en cherchant à édifier une théorie? Pénétrer plus avant que ses devanciers la *natura rerum*, lui arracher son secret, s'il le peut; cueillir le *rameau d'or* de la vérité.

Que se propose l'ingénieur? Créer avec les matériaux qu'il a sous la main des outils permettant à l'homme de mieux vivre sa vie.

Il semble évident que mieux il connaîtra la nature des choses, plus aisément il créera des outils commodes et durables. D'où, pour lui, la nécessité d'être, sinon un physicien (on ne peut pas tout faire!) au moins d'être averti des travaux des physiciens.

C'est donc au physicien qu'il faut revenir.

Mais celui-là n'est jamais content:

« Vingt fois sur le métier il remet son ouvrage ».

La théorie d'hier il la répudie aujourd'hui et celle d'aujourd'hui il la dira fausse demain. Malgré l'espoir qui anime l'homme il semble bien qu'il ne puisse jamais tenir le vrai du vrai et que l'explication de la réalité lui échappe quand il croit la tenir, comme un mirage trompant le voyageur du désert.

Il semble *a priori* que la théorie, la vraie, la définitive, la théorie par un grand T, ne peut pas traiter utilement des propriétés mécaniques des matériaux sans traiter de l'essence même de ces matériaux, et sans s'asseoir sur la connaissance sûre que nous pouvons avoir de cette essence, sous peine de n'être qu'un à peu près, une approximation plus ou moins serrée, foncièrement provisoire. Or, pauvres humains que nous sommes, depuis Epicure (et même bien avant lui) en passant par Lucrèce, Descartes, Leibnitz et tous les chimistes, physiciens et philosophes de tous les temps, nous en sommes encore à disputer stérilement sur la matière et la force. Les récentes conquêtes de la radioactivité sont loin d'avoir aidé à soulever tout le voile, comme d'aucuns l'ont cru. Pour les uns il y a du vide entre les atomes, pour les autres il n'y en a pas; l'éther existe pour les uns et c'est, pour eux, une manière de gaz impondérable (?) formé de corpuscules tourbillonnants sur lesquels une force centrifuge se développe ainsi, capable d'équilibrer les attractions mutuelles (?). Ceux-là doivent admettre les forces à distance, qu'ils le veulent ou non. Pour les autres l'attraction n'est qu'un mot. Pour d'autres la matière n'existe pas, il n'y a que la force. Pour certains c'est l'inverse..., etc. Et il n'est question ici que du monde inanimé, le seul dont nous ayons à nous occuper; l'introduction du facteur *conscience* et du facteur *cause originelle* n'est pas nécessaire pour nous, heureusement, la complication qu'ils apportent étant, à elle seule, plus grande que toutes les autres réunies! Quelles discordances! et faudra-t-il que l'ingénieur attende que tous les abstracteurs de quintessence se soient mis d'accord avant d'agir? Non, évidemment!

M. Bouasse l'a bien compris et il s'est efforcé, pour son compte, non d'édifier à proprement parler une théorie, mais de coordonner rationnellement ce que l'usage des choses peut nous apprendre, en dehors de toute hypothèse sur la constitution intime des corps; il se contente de grouper dans un ordre admissible les premières apparences et cela nous semble très méritoire et très louable. En même temps il nous avertit que nous ne devons accepter les résultats des théories que sous bénéfice d'inventaire, et là encore il nous rend un grand service. Trop nombreux en effet sont ceux que le vertige mathématique égare au point de leur faire accepter comme vérité vraie les conséquences rigoureusement déduites de prémisses contestables.

Mais comme il nous faut agir, il nous faut discuter à chaque instant nos actes, et donc savoir en quoi les anciennes théories peuvent être encore des guides sûrs et en quoi elles ont fait faillite. Ce sont les physiciens qui peuvent nous le dire, et nous devons

(1) Essais des matériaux. Notions fondamentales relatives aux déformations élastiques et permanentes. Paris, Gauthier-Villars; Grenoble, Gratiot et Rey. 5 fr.

nous tenir en union perpétuelle avec eux et eux avec nous. Les convictions successives qu'ils se font doivent réagir sur nos déterminations; nos demandes doivent orienter au moins quelques uns de leurs travaux, et ils doivent savoir comprendre nos raisons d'agir. Celles-ci prêteront du reste toujours à la critique tant que nous n'aurons pas été mis en possession de la vérité définitive.... tout ce qu'on peut nous demander, en conscience, c'est d'agir pour le mieux des intérêts les plus élevés à nous confiés et de ne rien faire sans raison suffisante... à eux, prêtres de la Vérité, de nous enseigner la vraie doctrine, s'ils le peuvent!

Nous ne sortirons donc pas de notre sujet en discutant l'opinion de M. Bouasse au sujet des *essais de traction industriels pour l'étude de la résistance des pièces à des efforts autres que des tractions dans la direction même de l'éprouvette*.

Il approuve l'essai industriel sur la pièce amenée à sa forme dernière, si cet essai reproduit les conditions d'emploi de la pièce. Il approuve aussi, non sans quelques réserves, l'essai sur la matière de la pièce, à divers stades de son cours de fabrication, pour constater la conformité au type du cahier des charges.

Mais il qualifie de *dangereux trompe l'œil* un essai dont l'interprétation est subordonnée à l'état actuel des théories. Il peut avoir raison, mais là encore il faudrait s'entendre. Tout est dans l'interprétation.

Il prend, pour concrétiser sa critique, les essais de traction sur éprouvettes prises dans la partie du tube forge d'une bouche à feu qu'on fait tomber pour la mettre à sa longueur, et il montre que les effets d'un martelage exagéré, augmentent la charge de rupture de l'éprouvette et aussi la fragilité du canon. C'est exact et l'exemple est bien choisi; mais il est juste de dire que cette épreuve n'est pas la seule à laquelle on ait recours, et que c'est par l'ensemble qu'on juge et non par un résultat partiel.

Nous n'avons pas à écrire ici un traité de construction des bouches à feu, on nous pardonnera donc de ne pas préciser davantage.

Maintenant il est clair que si on s'en tient à une seule nature d'épreuves, et si on fait abstraction de toute hypothèse sur la constitution du métal, il n'y a aucune raison de conclure du résultat d'expériences sur les éprouvettes à la manière dont le canon se comportera sous l'influence de la charge de poudre, évidemment! En effet, bien que les diverses zones tant concentriques à l'âme que longitudinales dans le sens de l'axe, travaillent en partie à la traction, elles ont à équilibrer des efforts rapides, tandis que les essais sur les éprouvettes se font en général avec lenteur, et que s'ils se font avec soudaineté celle-ci n'est jamais comparable à celle de la déflagration de la charge; qu'il y a aussi d'autres efforts se superposant à ceux-là.

L'écart entre la réalité du service et l'épreuve artificielle serait moins grand si on faisait une hypothèse vérifiée sur la constitution du métal.

L'hypothèse, on la fait, c'est l'isotropie! Est-elle vérifiée? M. Bouasse a montré au cours de son exposé que la matière ne reste pas isotrope après qu'elle a subi une déformation permanente, aussi est-il fondé à maintenir sa critique.

Mais, en pratique, la fabrication du métal n'est-elle pas arrivée à réaliser une *isotropie approximative* (qu'on nous permette cette expression incorrecte, il ne nous en vient pas d'autre pour faire sentir ce que nous voulons dire), telle que les renseignements donnés par les éprouvettes aient quelque valeur?

Le fait d'observation que les pièces fabriquées depuis 30 ans, et dont le métal a été expérimenté de diverses manières, entre autres par de telles éprouvettes, font un bon service à quelque valeur, et semble montrer que l'homogénéité isotropique du métal est au moins à l'état de tendance dans la fabrication.

Nous ne prétendons pas justifier aveuglément, mais éclaircir au contraire.

Nous reconnaissons volontiers que la pratique des éprouvettes pourrait être insidieusement trompeuse, si on s'en rapportait exclusivement à elle, sans discussion. Mais ainsi que nous l'avons écrit plus haut on ne s'en tient pas là, on a d'autres exigences encore à l'égard du métal.

Il nous semble que la *Commission des méthodes d'essai* a caractérisé comme il convient la portée de l'essai à la traction quand elle nous a dit dans son rapport du 10 mai 1893, dû à la collaboration de MM. Baclé et Debray, que: « L'emploi de l'essai à la traction... est une épreuve qui permet d'apprécier dans quelle mesure « le travail de forge a pu rétablir l'homogénéité qu'il s'efforce d'atteindre ».

Il montre à quel point on se rapproche de l'isotropie et si ce point est satisfaisant, on peut avoir confiance dans la valeur de la pièce fabriquée.

Un mot encore pour finir.

L'essai industriel, sur la pièce finie, est évidemment le plus probant. Il ne va pas cependant sans inconvénients. Il faut, au courant de son exécution faire en sorte de ne pas déformer la matière d'une manière permanente, donc la pièce. Ce n'est pas toujours très aisé, car pour qu'un tel essai assure d'une sécurité suffisante à l'usage, il faut qu'il soit fait avec des conditions plus sévères que celles de la moyenne des cas possibles en pratique usuelle.

L'essai peut-être cher et impraticable (canon de marine, coup de 2000 fr., portée 20 kilomètres!)

Si les coefficients caractéristiques de la matière, étaient mieux connus, donc la théorie plus avancée, mieux assise, la similitude mécanique nous permettrait d'expérimenter sur des modèles réduits et de pronostiquer avec quelque vraisemblance les résultats que l'on serait en droit d'attendre avec des modèles en vraie grandeur. L'industrie, en particulier l'artillerie, est déjà depuis longtemps entrée dans cette voie, mais elle n'y avance qu'à pas comptés: que les physiciens fassent progresser la théorie et on pourra y marcher de manière plus assurée au grand profit de tous.

Tout cela n'est pas scientifique, nous dira-t-on. Soit! C'est de l'art, de l'art de l'ingénieur, c'est de l'emprisme; mais c'est aussi de l'application scientifique. On cherche à suivre la science d'aussi près que possible et à diminuer la part de l'emprisme aveugle, il faut bien agir et on ne peut attendre indéfiniment: aussi on fait comme on peut, de son mieux, en essayant d'agir le moins sottement possible, sans oublier que tout est relatif pour l'homme.... même la vérité scientifique! Au fond de toutes nos connaissances n'y a-t-il pas une part considérable d'emprisme (1).

Cette réflexion nous reporte à Descartes, le philosophe, qui voulait que notre esprit n'acceptât rien sans le contrôler par les faits. Quand on s'occupe de Descartes de nos jours, il en faut venir à M. Parenty, l'auteur des: *Tourbillons de Descartes et la Science Moderne*.

M. Parenty, directeur des manufactures de l'Etat, n'est pas un inconnu pour nos lecteurs. Le principe de son jaugeur de débit a été exposé ici même (octobre 1904). Mais cette invention n'est pas la seule qui soit due au savant ingénieur, l'industrie lui doit encore: un régulateur de débit; un régulateur de densité dans les travaux d'épuisement; un rhéomètre compteur de vapeur; un compteur, un partiteur de débit; un siphon de chasse. Ses travaux sur l'écoulement du gaz et la théorie des instruments à vent, de la voie humaine et du chant, ont fixé l'attention en France et à l'étranger.

Mais sous le savant se cache un philosophe que la pente de son esprit a tout naturellement poussé à faire un retour sur lui-même et à essayer de soulever un peu le voile mystérieux qui nous cache la raison des choses. Et, ce faisant, il en est revenu à Descartes, à l'inventeur du doute méthodique et aussi à l'auteur de cette hypothèse féconde et trop tôt dédaignée semble-t-il, du tourbillon, du mouvement hélicoïde qu'on démontrait jadis, dans les cours de mécanique rationnelle comme le plus général qu'un corps put prendre. M. Parenty tire un parti fort intéressant des conceptions du philosophe tourangeau.

Avant Descartes l'humanité n'avait pas manqué de grands esprits qui lui avaient enseigné l'art de la pensée par l'exemple (il faut espérer que la race n'en est pas à jamais éteinte), mais jusque là personne encore n'avait codifié de manière plus claire, plus accessible, les règles de la discipline mentale. Ce service Descartes nous l'a rendu d'une manière éminente et M. Parenty nous en donne mieux qu'une sensation secondaire, mais bien une application concrète quand il nous fait voir le compte qu'il nous faut de plus en plus tenir des vues scientifiques de notre philosophe, après trois siècles de l'évolution scientifique la plus intense à laquelle celui-ci du reste avait apporté une impulsion initiale de haute puissance.

Nous avons, pour notre compte, trouvé un plaisir des plus élevés dans la lecture de l'ouvrage de M. Parenty. Peut-être faut-il à ce propos faire la part d'une camaraderie vieille de plus de trente-cinq ans; mais nous ne le pensons pas, et nous nous en défendons même. L'ouvrage vaut, par lui-même; les attaques passionnées dont il a été l'objet suffiraient à le montrer; et le fait qu'il soit signé d'un nom ami, n'influence pas le jugement que nous portons sur lui et que nous invitons tous ceux qui travaillent et qui pensent, à examiner, à réviser. Nous sommes confiants qu'ils le confirmeront pour peu qu'ils aient l'indépendance cartésienne dans l'esprit.

Commandant AUBERAND,
Ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique.

LIVRES NOUVEAUX EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

- L'année technique*. A. DA CUNHA. In-8° 3 fr. 50.
Elementi e problemi di elettricità. E. FUMERO 2 fr. 25.
Die Berechnung der hydraulischen turbinen regulatoren. A. BUDA. In-8° 4 fr. 25.
Calcul des conduites d'eau. DARIÈS. In-8° 2 fr. 50.
Ionen und elektronen. W. GROSSE. In-8° 3 fr. 50.

(1) Il y a des écoles philosophiques qui prétendent même qu'il n'y a rien dans l'intellect qui ne fut au préalable sous les sens. Nous ne sommes pas si exclusifs, nous sommes de ceux qui ont foi dans la raison pure, mais si nous pensons aussi que les sens sont les serviteurs de la raison, nous reconnaissons bien volontiers que sans eux la raison s'égarerait dans l'irréel, de même que sans elle leur action serait anarchique. Aussi prétendons-nous que dans la connaissance part appartient aux uns comme à l'autre.

L'Imprimeur-Gérant: P. LEGENDRE.

Imp. P. LEGENDRE & Co, 44, rue Bellecordière, Lyon.