

ACADÉMIE DES SCIENCES

MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ

Préparation et chaleur de formation de l'azoture de magnésium. Note de M. C. MATIGNON. Séance du 20 mai 1912.

Depuis Briegleb et Geuther, on sait que l'azote se combine directement au magnésium pour former du nitrure. Récemment, MM. Lassieur et Matignon ont précisé les conditions de cette union des deux éléments (1).

Pour préparer l'azoture de magnésium pur, opération extrêmement délicate, si l'on tient compte de la sensibilité extrême du métal aux moindres traces d'oxygène ou de composés oxygénés, et de l'azoture lui-même à toute trace d'humidité, M. Matignon a utilisé de préférence l'action du gaz ammoniac sur le magnésium. En effet, il n'est pas difficile de préparer un gaz ammoniac liquéfié, qui soit tout à fait pur et débarrassé de toute trace d'humidité, et d'autre part, l'azoture se forme plus facilement avec l'ammoniac qu'avec l'azote. C'est là d'ailleurs un fait général ; l'auteur a reconnu qu'avec tous les éléments susceptibles de se combiner directement à l'azote, la formation de l'azoture est plus commode à partir de l'ammoniac qu'à partir de l'azote.

La poudre de magnésium, qui doit être bien divisée, pour hâter l'opération, est placée dans une nacelle en nickel ou en magnésie et chauffée dans un tube parcouru par le courant gazeux provenant d'une bouteille à robinet pointeau renfermant l'ammoniac liquide maintenue depuis longtemps au contact de la soude fondue. Le maniement de l'azoture exige des précautions particulières, car un simple transvasement dans l'air donne aussitôt une forte odeur d'ammoniac.

De ses expériences, M. Matignon déduit, en tenant compte des chaleurs de formation des divers constituants du système, la valeur 119 cal. 7 pour la chaleur de formation de l'azoture à partir de ses éléments pris dans leur état actuel : . .



L'azote a donc pour le magnésium une affinité considérable, supérieure à celle du plomb pour l'oxygène, et qui serait comparable à celle du fer pour l'oxygène, si le magnésium et le fer n'avaient pas des volatilités très différentes.

Sur la température des sources de lumière. Note de MM. H. BUISSON et Ch. FABRY. Séance du 20 mai 1912.

Les opinions les plus diverses ont été émises sur la température des gaz lumineux. D'après Pringsheim, la température seule serait incapable de produire la luminosité d'un gaz. D'autres auteurs raisonnent comme si tout rayonnement était un effet purement thermique, le passage du courant électrique à travers un gaz n'agissant que comme procédé de chauffage. L'étude de la largeur des raies d'émission peut fournir des indications, sinon sur la cause du rayonnement, du moins sur la température réelle d'un gaz lumineux.

Lorsque la pression du gaz est très faible, l'effet perturbateur des chocs entre particules est négligeable, et la largeur des raies s'explique complètement par l'effet Doppler-Fizeau correspondant aux vitesses d'agitation thermique. L'étude de la largeur des raies dans le cas des gaz à faible pression illuminés par un courant électrique (tube de Geissler) montre qu'il y a concordance parfaite entre la théorie et les résultats expérimentaux en prenant pour température du gaz celle du milieu ambiant (2). La largeur des raies suit les variations de cette température, de la manière indiquée par la théorie. La largeur des raies diminue beaucoup lorsque le tube passe d'un bain d'eau à un bain d'air liquide, résultat qui serait incompréhensible si la température du gaz était, dans tous les cas, très élevée. On peut donc considérer comme établi que,

dans un tube de Geissler, le gaz lumineux est à la température extérieure ; son rayonnement ne peut, par suite, être considéré comme d'origine thermique.

Nous avons appliqué les mêmes considérations à l'étude de quelques autres cas.

La lampe Cooper-Hewitt donne les raies du mercure moins fines que ne les donne un tube avec faible densité de courant. Nous avons trouvé (1) comme limite d'interférence le numéro d'ordre 400 000. Si l'on voulait expliquer la largeur de ces raies par le seul effet de la vitesse d'agitation, on serait conduit à admettre une température d'environ 1 200° C.

Cette température ne suffit certainement pas à expliquer le rayonnement. D'ailleurs, la valeur ainsi trouvée est un maximum ; dans la lampe Hewitt, la pression de la vapeur de mercure n'est pas négligeable, et l'effet des chocs doit intervenir pour une part appréciable dans l'élargissement des raies, ce qui conduit à admettre une température encore notablement plus basse que celle qu'on vient d'indiquer. L'existence des températures ainsi extraordinairement élevées qui a été parfois supposée dans cette lampe est inconciliable avec la théorie cinétique des gaz.

L'arc électrique entre tiges de fer, jaillissant dans une atmosphère à très faible pression, nous a donné (2) des raies de largeur 0,030 angström dans la région 5 300. L'effet des chocs étant négligeable, on peut calculer la température, et l'on trouve 2 400° C. Il est possible qu'à cette température le rayonnement soit, au moins en partie, d'origine thermique.

Le même arc sous la pression atmosphérique donne des raies de largeur environ double (3). Dans ce cas, la perturbation due aux chocs doit être notable, et il est impossible de calculer la température.

Dans le cas des flammes, l'effet des chocs n'est pas non plus négligeable. Une flamme peu chaude avec une faible quantité d'un sel de sodium donne des raies ayant pour largeur 0,08 angström. Pour comparer ce résultat avec la théorie, il faudrait pouvoir calculer la longueur du libre parcours moyen des particules lumineuses dans l'atmosphère de la flamme. On peut faire un calcul vraisemblable de la manière suivante : on supposera que le libre parcours varie en sens inverse de la densité du gaz et, par suite, pour une pression donnée, proportionnellement à la température absolue ; on admettra qu'à la température ordinaire cette longueur serait de 0 μ , 1. On trouve alors qu'à la température absolue de 2 000° la flamme devrait donner les raies du sodium avec une largeur de 0,07 angström, résultat bien voisin de celui que donne l'expérience.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

Moteurs mixtes à explosion ou à combustion et à air comprimé. Communication de M. LETOMBE, séance du 7 juin.

M. L. LETOMBE dit que, lorsque pour l'installation d'une force motrice, le prix de revient du cheval-heure doit avoir une importance prépondérante, il n'y a pas de doute que la meilleure solution à adopter consiste dans le montage d'un moteur à gaz pauvre, à la condition toutefois d'employer un système de gazogène susceptible d'être alimenté de charbons maigres ordinaires ou de coke de petite grosseur.

Mais souvent l'économie de combustible, bien que toujours intéressante à considérer, n'est pas le facteur principal : c'est ainsi que pour des marches intermittentes, ou lorsqu'on manque de place, ou encore lorsqu'on veut une manutention facile du combustible, il peut être avantageux de donner la préférence à un moteur à combustion à huile lourde.

Si on ne dispose d'aucun secours et qu'un arrêt doive être très

(1) *Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 785.

(2) *Journal de Physique*, 4^e série, t. IX, 1910, p. 308.

(3) *Ibid.*, p. 308.

(1) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 63.

(2) *Comptes rendus*, 6 mai 1912.

préjudiciable, une machine à vapeur sera plus indiquée. Il en sera de même si on a l'utilisation de la vapeur d'échappement. Pour de très grandes puissances, les turbines à vapeur s'imposent.

La concurrence que se font entre elles ces différentes machines amène les constructeurs à les perfectionner sans cesse, sans qu'aucun système soit parvenu pourtant à s'imposer dans tous les cas.

Les dernières venues restent les plus perfectibles. Pour le moteur à combustion, il faudrait arriver à marcher avec des huiles de provenances diverses, sans réglage délicat, et éviter les usures rapides.

Pour le moteur à gaz, il faudrait améliorer les consommations à faible charge (bien qu'elles soient encore en général inférieures aux meilleures consommations d'autres systèmes de machines), éviter les difficultés de mise en marche, les allumages intempestifs, les défaillances, et les rendre capables de surcharges momentanées importantes.

M. Letombe, sans aborder pour l'instant cette étude d'ensemble, entretient la Société des moyens propres à rendre le fonctionnement d'un moteur à gaz plus semblable à celui d'une machine à vapeur.

Ces moyens consistent dans la transformation des machines en moteurs mixtes à combustion interne et à air comprimé, et M. Letombe montre combien cette transformation est possible sans nuire en aucune façon au fonctionnement normal des moteurs.

L'important, dans ce cas, est que la distribution complémentaire ajoutée à un moteur s'isole d'elle-même sans l'intervention du mécanicien, et ne donne lieu à aucun travail de frottement supplémentaire dès que l'intervention de l'air comprimé n'est plus nécessaire, intervention qui, bien entendu, ne doit être qu'intermittente.

M. Letombe rappelle, à ce propos, le dispositif spécial pour la mise en marche automatique des moteurs d'automobiles, qui lui a valu le premier prix du concours Deutsch de l'Automobile Club.

Ce dispositif, applicable aussi bien aux moteurs d'aviation et aux moteurs de bateaux qu'aux moteurs fixes, supprime tous les aléas des mises en marche.

Sur les automobiles, un petit compresseur, dont le travail cesse automatiquement dès qu'une pression déterminée est atteinte, tient constamment rempli un réservoir d'air comprimé. Cet air reçoit alors de multiples emplois : il sert au gonflage des pneumatiques, à l'actionnement des sifflets, etc.

Dans les installations fixes, il est prudent d'avoir un petit groupe moteur compresseur indépendant, de manière à n'avoir jamais, même en cas de négligence du mécanicien, à mettre le moteur en marche à bras.

Mais on peut aller plus loin et M. Letombe montre, à titre d'exemple que, par un dispositif qu'il a étudié en collaboration avec M. J. Aucoc, on peut, en employant de l'air à haute pression, pendant la marche même d'un moteur, superposer un diagramme d'air comprimé au diagramme normal du moteur, et augmenter ainsi momentanément sa puissance dans des proportions considérables.

Le système étant mis sous la dépendance du régulateur, en cas de ralentissement pour une cause quelconque, ratés d'allumage, surcharge, allumages intempestifs, l'air comprimé vient immédiatement exercer son action de secours jusqu'à ce que la vitesse de régime se trouve rétablie.

Il ne s'agit encore dans cette voie que d'essais tentés avec succès. Il n'est pas douteux que, si un tel système pouvait se généraliser, beaucoup d'industriels hésiteraient moins à adopter le gaz pauvre, et les moteurs à explosion et à combustion recevraient des applications nouvelles. On entrevoit ainsi la possibilité de faire des automobiles sans changement de vitesse, des moteurs à gaz pour laminoirs, etc.

Le service d'Etudes des grandes forces hydrauliques

Il arrive souvent que des correspondants nous demandent des renseignements sur les débits, les pentes, la superficie des bassins, etc., de certains cours d'eau des Alpes et des Pyrénées. Nous leur rappelons qu'ils trouveront tous ces renseignements dans les Publications du Service des grandes forces hydrauliques (Annales du Ministère de l'Agriculture). En vente à la Librairie Rey, à Grenoble.

NOTES ET INFORMATIONS

L'industrie de l'aluminium en Italie

Nous croyons que beaucoup de nos lecteurs ne liront pas sans intérêt le Mémoire suivant, adressé par la *Société Italienne pour la fabrication de l'Aluminium*, au Ministère des Finances, dans le but d'obtenir une plus forte protection douanière. Cette note est peut-être un peu trop pessimiste, mais, en tous cas, il paraît bien que la situation de l'Industrie de l'aluminium en Italie n'est pas brillante.

Nous empruntons la traduction ci-après au Bulletin de la Chambre de Commerce française de Milan :

« La *Società Italiana per la fabbricazione dell'aluminio*, a été constituée le 30 juin 1904 après que l'on eut constaté l'existence, dans les Abruzzes, de la bauxite propre à cette fabrication, et que l'on en eut assuré la disponibilité au même groupe qui possédait les forces motrices du fleuve Pescara.

« On croyait ainsi avoir réalisé les conditions les plus propices pour cette industrie, c'est-à-dire : minerais et force motrice à fort bon compte ; conditions qu'on ne trouve pas qu'en France et qui semblaient assurer la perspective d'un large développement pour cette industrie en Italie.

« Ce fut en Suisse, à Neuhausen, que cette industrie prit son essor et la *Aluminium-industrie akt. Ges.* domina longtemps le marché comme unique productrice. Par la suite, la consommation de l'aluminium s'accrut considérablement à cause de la diminution des prix et de la multiplicité des emplois ; alors surgirent les fabriques françaises de La Praz, de St. Michel de Maurienne, de Froges, de Calypso et autres, puis deux en Angleterre, deux en Amérique et en dernier lieu, celle d'Italie.

« Les méthodes techniques pour la production électrolytique de l'aluminium étaient déjà en pleine application ; tandis que quelques brevets qui en limitaient l'application avaient pris fin et que le prix du métal étant de L. 2,50 le kg. environ permettaient un plus large emploi, laissant, toutefois, une marge de bénéfice convenable.

« Mais le développement très rapide et en partie artificiel et spéculatif de l'industrie de l'automobile, en 1905-1906, eut pour effet une demande intense, ce qui fit doubler le prix du métal, comme on peut le voir par le tableau suivant :

1904-1905.....	de L. 2,50 à L. 4,00 le kilogr.
1905-1906.....	» 4,00 » 4,50 »
1907.....	» 4,50 » 5,00 »

« Ce fait engagea les nouvelles et les vieilles fabriques à agrandir leurs installations jusqu'à porter leur production au point de surpasser les besoins du marché.

« La Société italienne ne tomba pas dans cette erreur, occupée qu'elle était, à cette époque, à faire son installation de production pour une capacité non supérieure à un millier de tonnes à l'année, telle qu'on avait prévu devoir être la consommation italienne, tout en se réservant de donner un plus large développement ensuite à l'industrie, en vue de l'exportation, moyennant la création d'une autre chute dans le Pescara.

« L'usine installée sur le territoire de Bussi, près de Popolo, sur les bords du Pescara, fut bâtie en 1905-06 et commença à fonctionner régulièrement au commencement de 1907 (1) produisant dans les années 1907 et 1908 respectivement 325 et 600 tonnes, et travaillant en plein en 1909 pour produire 800 à 900 tonnes par an.

(1) L'usine de Bussi accomplit tout le cycle des opérations pour la production de l'aluminium, c'est-à-dire : traitement de la bauxite, par le procédé Bayer pour la fabrication de l'oxyde d'aluminium (environ 2.000 tonnes) au moyen de la soude, qui est fournie par la *Società Italiana Elettrochimica* ; fabrication des électrodes par le procédé électrolytique (environ 1.000 tonnes) ; et enfin, traitement électrolytique au bain de cryolite, au moyen de 50 fours, pour la production de 800 à 900 tonnes de métal. Les seules matières à importer, pour l'usine de Bussi comme pour toutes les autres fabriques d'aluminium, sont : la cryolite du Groenland pour les bains, et le coke de pétrole pour la fabrication des électrodes. L'usine emploie environ 5.000 HP provenant de la première chute du Pescara, et occupe environ 300 à 400 ouvriers.

« Mais la nouvelle industrie italienne n'eut pas le temps de profiter de la hausse extraordinaire des prix de 1906-1907, car survint la fameuse crise qui réduisit successivement le prix brut du lingot sur le marché européen en détruisant toute entente entre les producteurs.

	Moyenne du premier semestre	Second semestre	
1907.....	L. —.....	L. 2,75	le kilogr.
1908.....	» 2,00.....	» 1,65	»
1909.....	» 1,42.....	» 1,47	»
1910.....	» 1,75.....	» 1,70	»
1911.....	» 1,64.....	» 1,43	»

« Les prix ont donc baissé sur le marché européen (même en faisant abstraction des amortissements et intérêts du capital) jusqu'au-dessous du prix coûtant, et l'industrie se débat dans une crise dont on espère la résolution par l'augmentation de la consommation mondiale (s'approchant de 40 000 tonnes), et par les accords syndicaux qui, pour le moment, causent de graves dommages aux forts, tout en menaçant positivement l'existence des faibles.

« L'industrie de l'aluminium est florissante en Suisse, ayant une ancienne clientèle, de fortes réserves accumulées, et exploitant en même temps d'autres industries électro-métallurgiques, pendant qu'étant obligée de travailler essentiellement pour l'exportation elle ne jouit pas de la protection douanière qui fait, au contraire, la force de l'industrie française appuyée encore par un marché de consommation intérieure fort important.

« Pour les fabriques anglaises, des crises répétées de liquidations et de reconstitutions sont venues les frapper dans ces dernières années ; mais, grâce aux puissantes ressources financières du pays, la tempête a pu être conjurée.

« L'industrie aux Etats-Unis d'Amérique est florissante et, bien que produisant à des prix élevés, elle est protégée par des droits de douane assez forts qui lui assurent un marché illimité ; tandis que l'industrie de l'aluminium, au Canada, après la tentative d'accord douanier avec les Etats-Unis qui a manqué, pèse en grande partie sur le marché européen.

« En effet, il faut se rendre compte que, vu la haute valeur de la marchandise, les distances ne comptent pas et que le marché de l'aluminium est un marché unique au monde, où le *dumping* peut être réfréné seulement par un frein douanier.

« Or, dans quelle mesure la jeune industrie italienne a-t-elle été malmenée par la crise qui a sévi avec tant d'intensité, à cause de la production douanière insuffisante ? Les prix de vente (1) sont là pour le dire, ainsi que les bilans des différents exercices dont les trois derniers 1908-1910 se sont clos avec une perte totale de L. 796 680, ce qui, en tenant compte des amortissements nécessaires, obligea la Société à réduire son capital en 1911, de L. 3 000 000 à L. 1 200 000, avec la perspective de perdre le restant si l'industrie continuait dans les conditions actuelles. La seule consolation consista à éviter un désastre plus grand en arrêtant à temps le projet d'accroissement de l'industrie et en se déliant des engagements préliminaires pour l'utilisation de la seconde chute du Pescara qui fut destinée à un transport de force par les concessionnaires.

« Et, en effet, quelle protection efficace peut donner le droit de 30 centimes au kilogr., en comparaison (pour ne pas parler des droits américains très élevés) du droit français qui, établi tout d'abord à fr. 1 50, a été maintenu pendant de longues années à fr. 1 et seulement l'année dernière a été réduit à 0,75 cent. (minimum 0,50) sous la protection duquel l'industrie française s'est largement développée et a pris le développement actuel représentant une production de 15 à 20 000 tonnes, peut-être vingt fois supérieure à la production italienne.

« Cependant, les conditions naturelles sont les mêmes qu'en Italie : les deux pays possèdent des mines de bauxite ainsi que des

forces motrices à bon marché ; et l'Italie pourrait encore avoir l'avantage de forces motrices continues et non intermittentes comme celles de la Savoie utilisées principalement par l'industrie française et aussi l'avantage de la main-d'œuvre indigène, attendu que l'ironie de la situation s'accuse encore d'autant plus que dans toutes les fabriques d'aluminium européennes centrales, la main-d'œuvre est italienne pour la majeure partie.

« Les appréciations des conditions naturelles et de fait, sur lesquelles avait été basé et formulé le programme de l'industrie italienne, n'étaient donc pas erronées ; c'est-à-dire, créer avant tout une industrie de puissance proportionnée à la consommation intérieure du pays qui aurait eu comme complément naturel une installation de laminage et tréfilerie (1), et ensuite, l'agrandir successivement pour arriver à concourir, dans l'approvisionnement du métal, sur tous les nombreux marchés qui ne peuvent pas installer chez eux pareille industrie, à cause du manque de forces motrices.

« Mais une grave erreur de l'initiative italienne fut de s'embarquer dans cette entreprise pendant une période de calme avec la protection insuffisante d'un droit de douane de 30 centimes, d'autant plus insuffisant que, s'il est difficile d'établir le *dumping* contre un marché déjà consommateur de plusieurs milliers de tonnes comme le marché français, il peut facilement être appliqué par les fabriques concurrentes moyennant un petit sacrifice de leur production contre un marché comme l'italien qui arrive à peine à un millier de tonnes.

« Et que ce soit là la cause unique du violent malaise qui a frappé une industrie nouvelle, pour laquelle l'Italie se trouve dans des conditions très favorables, cela est démontré par le fait que justement le développement des installations hydro-électriques en Italie égale, s'il ne le surpasse pas, le développement des installations françaises. Mais l'emploi des énergies hydro-électriques pour force motrice, éclairage et traction, est naturellement protégé par sa localisation, tandis que les industries électro-métallurgiques et, spécialement, l'industrie de l'aluminium, se trouvent en concurrence sur le marché mondial.

« Ce n'est donc pas manque de moyens techniques, mais seulement insuffisance de protection douanière contre une crise qui a frappé l'industrie dans son dernier développement ; les désastreux résultats que nous avons indiqués ne laissent entrevoir que deux alternatives :

Ou la cessation de l'industrie, abandonnant l'Italie à l'exploitation de Syndicats qui se formeront inévitablement entre les fabriques étrangères pour appliquer le monopole par différentes combinaisons.

« Ou, dans le cas de semblables combinaisons dans un temps prochain, l'adhésion de l'industrie italienne à ces mêmes combinaisons ; adhésion qui serait nécessairement conditionnée à l'obligation de limiter la production à la capacité des installations actuelles, et encore moins, afin d'assurer à l'unique fabrique italienne une modeste et précaire existence.

« Dans un cas comme dans l'autre, l'Italie renoncerait pour de longues années à participer à une forme d'activité que le croissant emploi de l'aluminium dans l'industrie moderne fait prévoir fort importante, et dans laquelle la France — qui, comme nous l'avons déjà dit, se trouve pour l'industrie de l'aluminium dans les mêmes conditions que l'Italie — emploie déjà aujourd'hui une puissance de 100 000 chevaux.

« Notre Société a tout bien pondéré et attendu longtemps, trop longtemps, peut-être, avant de vous soumettre les éléments de la question, mais l'attente n'aura pas été vaine si l'expérience de ces dernières années a pu mettre nettement en évidence, même pour cette industrie, les conséquences du libre jeu des forces économiques devant les barrières douanières insuffisantes. Et la démons-

(1) Prix moyens de vente (nets de frais de transport) :

	Italie L.	par kg.	Etranger L.	par kg.
1908. . .	»	1,97	»	1,83
1909. . .	»	1,75	»	1,44
1910. . .	»	1,93	»	1,72
1911. . .	»	1,75	»	1,52

(1) Car la demande de la consommation italienne qui se monte à un peu moins d'un millier de tonnes, consiste en un demi millier en lingots bruts et le reste en laminé et tréfilé, ce qui rendait nécessaire l'industrie complémentaire du laminage pour assurer le placement de toute la production sur le marché intérieur, au lieu que la Société dut, ces dernières années, placer à l'étranger une partie de sa production.

tration, d'après les données fournies ne saurait être plus claire et plus concluante.

« Notre Société a donc l'honneur de vous demander que vous vouliez bien provoquer d'urgence — s'agissant d'une voix douanière libre — une mesure tendant à donner à cette industrie, dans laquelle les abondantes forces hydrauliques italiennes pourraient trouver un large emploi, une protection douanière proportionnée que nous estimons devoir être fixée à L. 0 75 le kg., moyen terme entre les deux dernières voix du tarif français.

« Il n'y a pas à redouter qu'une semblable mesure d'augmentation du droit puisse influencer défavorablement sur l'extension de la consommation intérieure : il suffit de voir ce qui se passe en France pour enlever tout doute à cet égard. D'ailleurs, ce n'est pas une augmentation de 30 à 40 centimes sur la matière première qui pourrait influencer sensiblement sur le plus ou moins large emploi en articles manufacturés qui sont livrés à la clientèle à des prix quinze ou vingt fois supérieurs — tels étant, précisément, les prix unitaires du kilogramme des ustensiles, des appareils et des instruments en aluminium.

« Par contre, la menace qui pèse sur les industries employant l'aluminium, serait beaucoup plus grave ; car ce serait la fermeture de la seule fabrique italienne, rendant ainsi les consommateurs italiens la proie des combinaisons des syndicats étrangers pendant de longues années.

« Mais, en élevant le droit de douane de la façon indiquée ci-dessus, on devrait naturellement maintenir la différence qui existe actuellement entre la voix concernant l'aluminium brut et le métal travaillé en tôle et en fils.

« Notre Société espère que les raisons et les faits que nous avons exposés suffiront pour vous persuader de la légitimité et de l'urgence de notre requête, dans l'intérêt même de l'industrie nationale ; et, pleine de confiance, elle attend votre sanction à ces mesures ».

Jusqu'ici aucune décision ne semble avoir été prise par les Ministères compétents.

Nouvelles formules pour déterminer la vitesse des cours d'eau

Dans le volume X, cahier 1, 1910, de la *Zeitschrift für Gewässerkunde*, M. W. LINDBOE a proposé l'expression suivante pour déterminer la vitesse V d'un cours d'eau :

$$V = K \left[a + q \left(\frac{t}{b} \right)^p t^m I^n \right]$$

expression dans laquelle I désigne la pente du cours d'eau, b la largeur moyenne et t la hauteur moyenne du profil, a , p et q étant des constantes à déterminer.

M. Lindboe a cherché à appliquer cette formule aux observations faites sur divers fleuves d'Allemagne, de Suisse et de Russie, pour des valeurs de I plus petites que 5 millièmes, et il a été conduit à douze formules numériques différentes, suivant les valeurs assignées à I et au rapport t/b . Dans ces formules, l'exposant p est égal à l'unité, et le coefficient q à -1 . L'exposant m varie de 0,9 à 0,53, en diminuant à mesure que t augmente. Quant à l'exposant n , il n'a que deux valeurs assez voisines 0,42 et 0,47.

M. Lindboe estime toutefois que l'on ne doit recourir à l'emploi des formules que lorsqu'il est impossible de déduire la vitesse moyenne d'observations directes.

Dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung* du 17 janvier 1912, M. ENGELS a comparé les formules précitées de M. Lindboe, avec celles données par Hermanek :

$$\begin{aligned} V &= 30,7 t \sqrt{I} && \text{pour } t \leq 1,5 \\ V &= 34 t^{3/4} \sqrt{I} && \text{pour } 1,5 < t < 6 \\ V &= (50,2 + 0,5 t) \sqrt{I} && \text{pour } t > 6 \end{aligned}$$

dans lesquelles t représente encore la profondeur moyenne et I la pente.

Il estime que c'est en la formule de Lindboe que l'on doit avoir le plus confiance. Toutefois, comme emploi pratique, les formules de Hermanek seraient plus commodes.

M. Engels a aussi appliqué la nouvelle formule de M. Bazin :

$$V = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \sqrt{RI}$$

qui contient le rayon moyen R du profil mouillé, et un coefficient variable γ pour tenir compte de l'aspérité des parois. Mais il reproche à cette formule l'inconvénient, commun aux formules analogues à coefficient variable, de laisser sur le coefficient d'aspérité une incertitude qui ne peut être levée que par une connaissance assez exacte du cours d'eau considéré.

Régulateurs de pression hydraulique

Dans la *Schweizerische Bauzeitung* des 6, 13 et 20 janvier 1912, MM. R. DUBS et A. UTARD ont poursuivi leurs recherches antérieures sur les conséquences des coups de bélier dans les conduites d'eau, recherches parmi lesquelles nous citerons :

ALLIEVI-DUBS : *Théorie générale du mouvement variable de l'eau dans les conduites* (G. Springer, Berlin, 1909) ;

A. UTARD : *Phénomènes secondaires survenant dans le réglage des turbines* (Dinglers Journal, Cahier 26, 33, 1909) ;

Et DUBS-UTARD : *Influence sur l'action régulatrice des écarts de pression résultant de l'inertie de l'eau* (Dinglers Journals, Cahier 8 à 13, 1911).

Le travail actuel utilise d'abord les résultats obtenus précédemment dans les travaux précités pour la recherche de courbes d'ouverture ou de fermeture de l'orifice d'admission susceptibles d'améliorer le réglage.

Les discussions exposées font voir qu'en modifiant seulement le diagramme d'ouverture ou de fermeture on n'améliore pas sérieusement les conditions du réglage. On a donc dû chercher cette amélioration dans l'addition de dispositifs nouveaux susceptibles d'atténuer artificiellement les écarts de pression.

1° *Réservoir d'air*. — On a cru introduire ainsi un amortisseur élastique atténuant les effets de mouvements trop brusques, mais en accroissant l'élasticité du système on diminue la vitesse de propagation de l'onde, on augmente l'importance de la première phase de compression et on réduit l'effet favorable de la réaction. Il n'est donc pas étonnant qu'on soit arrivé, dans bien des cas, à un meilleur fonctionnement en laissant le réservoir d'air s'emplier d'eau. Le seul cas où le réservoir d'air peut exercer une influence favorable est celui où la durée de fermeture T est inférieure à $2 \frac{L}{a}$

parce qu'alors la seconde phase ne se produit pas.

L'absorption de l'air par le liquide qui est une gêne sérieuse pour l'exploitation peut être combattue efficacement par l'emploi de flotteurs minces en liège ou d'une couche de pétrole.

On reproche aussi aux réservoirs à air de favoriser la résonance, mais l'expérience n'a pas encore prononcé définitivement sur la valeur de ce reproche. On pourrait jumeler deux réservoirs : l'un restituant de l'eau en cas de détente, l'autre l'emmagasinant en cas de suppression.

2° *Tubes piézométriques*. — Ces colonnes, très usitées en Amérique, ne peuvent être appliquées qu'avec des hauteurs de chute modérées ; leurs résultats ne sont qu'en partie satisfaisants.

Le comte de Sparre a montré (*Houille Blanche*, sept. 1904, mai 1905), qu'une colonne de diamètre égal à celui de la conduite réduit sensiblement la suppression, mais le passage de la position de fermeture à celle d'ouverture peut avoir des effets défavorables. Les auteurs suggèrent pour les colonnes piézométriques l'idée de les jumeler, de même que pour les réservoirs à air.

3° *Soupapes de sûreté*. — Ces soupapes sont chargées par la pression d'un ressort et doivent s'ouvrir à partir d'une charge

déterminée de la conduite. Mais comme l'accroissement de charge est généralement très brusque, la soupape n'a pas le temps de s'ouvrir avant l'arrivée de la pression maxima, et si elle ne fonctionne que rarement, elle pourra rester collée à son siège au moment où elle devrait s'ouvrir.

4° Vannes compensatrices. — Appliquées au réglage depuis une dizaine d'années, elles démasquent un orifice d'efflux croissant à mesure que la section d'admission se réduit. Il y a donc constance de l'afflux d'eau total, mais changement de répartition entre la vidange et l'aubage conducteur.

Le principal inconvénient du système est le gaspillage de l'eau ; pour y remédier, on dispose une fermeture de l'afflux assez lente pour qu'il ne puisse se produire aucune augmentation perturbatrice de la charge.

Les dispositifs d'efflux dérivés sont d'une construction trop récente pour que l'on n'ait pas encore de théorie sûre de leur fonctionnement et qu'on n'en puisse connaître les effets qu'empiriquement. La première condition à remplir est un fonctionnement sûr qui prévienne les mécomptes. Si, par exemple, la fermeture de l'efflux se poursuit encore au moment où le régulateur, après une réouverture referme les aubages, la surpression finale sera encore plus aggravée que si l'efflux n'existait pas.

Les auteurs ont cherché à déterminer par le calcul dans quelles limites l'efflux dérivé réduit les écarts de pression et ceux de la vitesse angulaire de la turbine.

Un aqueduc de 380 kilomètres de long

Les Etats-Unis s'enorgueillissent de posséder les deux plus remarquables distributions d'eau qui soient au monde : ce sont celles de Los Angeles et de New-York (aqueducs du Croton et de Catskill dont nous avons déjà eu l'occasion de parler).

L'aqueduc de Los Angeles est surtout remarquable par sa longueur, 380 kilomètres, et l'originalité de sa construction, c'est une conduite par endroits en tôle, en d'autres en béton armé, posée le plus souvent directement sur le sol, dont elle suit toutes les dénivellations. On s'explique ainsi que, sur toute la longueur de la canalisation, il n'ait pas fallu disposer moins de 22 siphons. Le plus grand de ces siphons franchit la vallée de Jawbone ; la dénivellation est de 255 m., ce qui représente près de 2,5 kilomètres de canalisation.

L'ensemble de la canalisation de Los Angeles n'absorbera pas moins de 14 500 tonnes d'acier : c'est la charge de 700 wagons, ou de 35 trains de 20 wagons. Le travail sera achevé au début de 1913, et aura coûté plus de 120 millions de francs.

Une bouche du Rhin en Allemagne

Jusqu'ici, il manquait aux Allemands une embouchure du Rhin leur appartenant en propre, et les dispensant d'infliger de longs détours aux produits de leur industrie rhénane pour trouver des ports nationaux. Rotterdam et Anvers, les débouchés naturels d'Essen et du bassin de la Ruhr par mer, ne sont pas allemands. Cette servitude doit cesser. Deux ingénieurs, MM. Herberg et Tacks, viennent d'établir le plan d'un canal, de Wessel sur le Rhin, à Herbrum sur l'Ems, d'une longueur totale de 170,7 km., dont 12,3 en Prusse rhénane, 65 en Westphalie, et 93,4 dans le Hanovre. La différence de niveaux des terrains traversés nécessitera 7 écluses. Le canal lui-même aura 56 m. de large avec un tirant d'eau normal de 4 m. 50. On évalue la dépense totale à 235 millions de marcs, somme relativement considérable, mais qui n'effraie pas les Allemands, étant donnés les résultats qu'ils attendent de ce placement au point de vue commercial, industriel et même agricole, car le canal traversera de grandes landes, entre autres celle de Bourtang, qui s'ouvriront dès lors d'elles-mêmes au défrichement. Un comité très actif s'est déjà constitué sous la présidence de M. Fritsch, ancien sous-secrétaire d'Etat au Ministère des Postes, pour recommander le projet aux pouvoirs publics.

Variations de la température du béton pendant la prise

Cette question de la variation de la température du béton pendant la prise a fait l'objet de recherches de M. MAXWELL, ingénieur de la ville de Des Moines (Iowa), au cours de la construction du pont en béton armé de Walnut Street. Les résultats de ces recherches ont été donnés dans la *Monthly Weather Review*, revue publiée sous les auspices du département fédéral de l'Agriculture.

Pendant la construction du pont précité, plusieurs thermomètres électriques furent placés de 1^m50 à 3 mètres en dessous du sommet des piles, et de 1 mètre à 3 mètres des surfaces extérieures du béton de ces piles. Ces thermomètres montrèrent une élévation de température de 15 à 20° Fahrenheit (8 à 11° centigrades) à travers la masse en prise ; le maximum ayant lieu entre 7 et 10 jours après le bétonnage. Le dosage du béton des piles était de 1 partie de ciment, 3 de sable et 6 de pierres cassées.

Transport de force à 140000 volts

En 1907, c'est-à-dire il y a cinq ans, la *Grand Rapids & Muskegon Power Company* installait dans l'Etat de Michigan (Etats-Unis) un transport de force par courant triphasé de 70 km. de longueur. La tension était de 110 000 volts (1). C'était un record qui n'avait encore été atteint nulle part. Au début de cette année, dans le même état de Michigan, on a mis en exploitation un transport de force également par courant triphasé où la tension atteint 140 000 volts. Cette transmission, longue de 200 km., relie l'usine de Cooke sur la « Au Sable River » avec Flint. Elle va être prolongée jusqu'à Battle Creek, ce qui lui donnera une longueur totale de 376 km. Grâce à ce voltage, on a pu réduire de 50 pour 100 le poids du cuivre de cette transmission comparativement à une tension de 100 000 volts. D'après les ingénieurs américains, cette tension de 140 000 volts paraît être un maximum qu'on ne peut atteindre que dans les régions où le climat est sec, à cause des pertes qui se produisent, l'air à cette tension commençant à perdre sa qualité d'isolant. Quoi qu'il en soit, ce transport de force donne jusqu'ici toute satisfaction.

La ligne de transmission se compose de trois câbles en cuivre de 9,5 mm. de diamètre formés chacun de 7 fils. Ces câbles sont suspendus à des pylônes métalliques par une série de dix isolateurs en porcelaine formant un chapelet de 1 m. 60 de longueur. Deux de ces câbles, espacés verticalement de 3 m. 60, sont placés d'un côté du pylône, tandis que le troisième est situé de l'autre côté du pylône et séparé des deux autres par une distance de 5 m. 18. Les pylônes sont en acier ; ils ont 17 m. de hauteur au-dessus du sol, et sont espacés en moyenne de 160 mètres.

Cette ligne de transmission, ainsi que l'usine de Cooke, sont décrites en détail dans l'*Electrical World* du 13 avril, et dans l'*Engineering News* du 16 mai.

Les stations centrales électriques en Autriche

Nous reproduisons d'après notre confrère, *L'Industrie Electrique*, l'intéressante statistique suivante :

Dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 21 mars dernier, M. L. ROSEBAUM donne des renseignements sur les centrales autrichiennes et compare les résultats obtenus avec ceux de la statistique allemande et suisse. La puissance des installations pour lumière en Autriche est d'environ 230 500 kw., celles des moteurs installés (y compris ceux de tramways) à 255 000 kilowatts.

La durée moyenne d'éclairage annuelle (calculée d'après les résultats d'exploitation dans 26 villes) est de 425 heures pour les particuliers et de 1906 heures pour l'éclairage public ; pour les moteurs de 517 et pour les tramways de 915 heures ; pour l'ensemble de 718 heures. Le facteur de charge augmente avec l'importance de la ville, il varie de 10,6 à 17,5 pour 100.

L'augmentation annuelle du nombre des lampes à incandescence, par 1 000 habitants, varie de 26 à 93 (en Allemagne de 14 à 92) ; la

(1) Voir *La Houille Blanche* de mars 1909.

limite inférieure s'appliquant à des villes d'importance moyenne (de 20 000 à 50 000 habitants) dont en Autriche plus de 50 pour 100 ont des usines à gaz (en Allemagne 80 pour 100). L'augmentation des lampes à incandescence n'est que de 6 à 7 pour 100 dans ces villes, tandis que pour toutes les autres villes, qui sont plus ou moins importantes, l'augmentation est de 15 pour 100.

M. Rosenbaum conclut comme suit :

1° Le nombre total de lampes à incandescence, et son augmentation annuelle par tête d'habitants, est le plus faible dans les villes d'importance moyenne (de 20 000 à 100 000 habitants) et cela est dû principalement à l'influence des usines à gaz.

2° La puissance des moteurs stationnaires desservis est en général indépendante de la grandeur de la ville, et des usines à gaz ; son augmentation annuelle est près du double, de celle de la lumière, elle est en moyenne de 30 pour 100.

3° Le facteur de puissance et la durée d'utilisation augmentent en général avec l'importance de la ville ; la valeur moyenne du facteur de puissance est de 15 pour 100.

Le tableau suivant donne des renseignements sur le prix d'installation complète, par kilowatt, à la station centrale, pour diverses puissances de cette dernière et différents genres moteurs.

PUISSANCE DE L'USINE	DÉPENSES EN FRANCS PAR KW (INSTALLATION COMPLÈTE)			
	Moteurs hydrauliques	Moteurs à vapeur	Moteurs hydrauliques et à vapeur	Moteurs à explosion
Jusqu'à 100 kw	1525	2025	2437	2625
(Nombre des stations) . .	(82)	(23)	(32)	(27)
Au-dessus de 100 kw . . .	1375	1588	1375	1725
(Nombre des stations) . .	(39)	(42)	(45)	(16)
En Suisse (1909)	962	2425	1400	3000
(Nombre des usines)	(89)	(5)	(63)	(13)

L'auteur n'a divisé les stations, au point de vue du prix de revient par kilowatt, qu'en centrales de plus et de moins de 100 kilowatts, car un examen lui a montré que les frais d'installation par kilowatt augmentent rapidement pour des centrales d'au-dessous de 100 kilowatts, tandis qu'ils restent à peu près constants pour des stations de plus de 100 kilowatts.

En Autriche, les prix de base par kilowatt-heure, pour lumière, sont compris entre 62,5 et 75 centimes, et 31,25 et 37,5 pour l'énergie motrice. Les recettes moyennes, par suite de rabais, sont comprises entre 49,5 et 55 centimes pour la lumière et 21 à 27,5 centimes pour l'énergie motrice ; comme abonnements, la moyenne est de 106 centimes pour les lampes à filament de charbon et de 52,5 centimes pour les lampes à filament métallique, par bougie Hefner et par an.

F. L.

BIBLIOGRAPHIE

Numeri regunt mundum, disaient les disciples de Pythagore ; on n'a un commencement d'opinion sur un phénomène que lorsqu'on a quelque mesure numérique de son importance, disait Lord Kelvin. Sous l'empire de ces idées directives, un certain nombre de savants, heureusement secondés par l'appui moral et matériel de nombreux gouvernements et de non moins nombreuses sociétés savantes, viennent d'entreprendre l'œuvre gigantesque de donner, tous les ans, des *Tables de Constantes et de données numériques de Chimie, de Physique et de Technologie*. Cette pléiade a pour secrétaire général M. C. MARIE, docteur ès-sciences, chef de travaux à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Le premier volume de cette collection, donnant les résultats numériques des points de science chiffrables à la fin de 1910, vient de paraître avec table des matières, remarques générales, titres de

tableaux, en quatre langues : Français, Italien, Anglais et Allemand, dans quatre librairies différentes : à Paris (Gauthier-Villars) ; à Leipzig (Akademische Verlagsgesellschaft) ; à Londres (J. et A. Churchill) ; à Chicago (University of Chicago Press), au prix de 27 francs.

Ce livre de 727 pages, édité avec un soin voisin du luxe, est un travail digne des bénédictins de tous les temps, sur l'utilité duquel il n'y a pas lieu d'insister. D'ici peu d'années, tous les aide-mémoires des divers compartiments de la science auront dû s'accorder avec les résultats consignés dans ces tables, au plus grand avantage de tous les travailleurs désormais affranchis de toute incertitude à l'égard des chiffres qu'ils emploieront dans leurs supputations.

Les auteurs promettent d'apporter tous leurs soins à améliorer leur œuvre et on peut leur faire crédit : ils sont gens de science et de conscience et ils tiendront parole.

En même temps qu'ils compléteront leur œuvre de statistique scientifique, ils aideront de manière indirecte, mais assurément efficace, au progrès général de la science en mettant en relief les cantons explorés sur lesquels abondent les renseignements et en laissant voir le manque absolu de renseignements relatifs à d'autres. — Je m'explique par un exemple : La fortune a voulu qu'au moment où on m'apportait cet intéressant volume j'avais, en vue d'une œuvre photographique, besoin de renseignements numériques, tant sur la photométrie de sources lumineuses que sur la réflexion de la lumière par des surfaces variées, ainsi que sur la solubilité plus ou moins grande de sels, tant minéraux qu'organiques, dans l'eau. — Si, pour quelques sels j'ai pu trouver quelques indices dans les quatre-vingt et quelques pages qui traitent de la *solubilité*, je n'ai à peu près rien trouvé de pratique dans ce qui concerne la réflexion de la lumière ! — Assurément, je ne songe pas à en faire reproche aux rédacteurs du livre : ils ont pris les résultats numériques tels qu'ils se comportent ; mais il me semble que la constatation qu'ils me mettent à même de faire est susceptible de susciter des recherches en signalant à un plus grand nombre de travailleurs que par le passé, les points de science à scruter et à élucider. C'est beaucoup de savoir qu'on ne sait rien de positif sur tel ou tel sujet.

Il serait à désirer aussi, pour la clarté, que les unités auxquelles se rapportent les nombres soient clairement spécifiées, elles ne le sont pas toujours, par exemple pour la photométrie, page 83. [Intensités lumineuses : Quels sont aux divers tableaux les termes de comparaison adoptés : le Lux, le Violle ? ou d'autres ?]

Nous avons, en France, un Annuaire qui répond, sous une forme abrégée et parfois un peu spéciale, à la préoccupation des créateurs des tables annuelles dont il est ici question. Il est à souhaiter que ceux-ci se mettent au plus tôt en accord avec le *Bureau des Longitudes*, au grand bénéfice de tous ceux qui se préoccupent de science appliquée aussi bien que de science pure.

Qu'on me permette aussi de manifester quelque fierté à constater que la science française avait pressenti depuis longtemps le besoin auquel se sont mis en devoir de satisfaire les savants initiateurs des tables annuelles ; et que les savants français, de leur propre initiative, avaient, il est vrai dans un format réduit, déjà posé les assises de cette œuvre intéressante.

Ces réserves faites, et que sans doute les metteurs en œuvre des tables annuelles se sont déjà formulées *in petto*, ne sont pas pour déconseiller l'achat du livre ; bien au contraire ! Tel qu'il se comporte *déjà*, il a sa place au laboratoire de l'usine comme au cabinet de travail, à côté des dictionnaires, tables, etc., et quand une fois on aura commencé à s'en pourvoir, il faudra continuer et persévérer afin d'en avoir la collection de plus en plus complète.

Commandant AUDEBRAND.

Ancien Elève de l'École Polytechnique.

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE