que, mais sous pression réduite, jusqu'à environ 250 m/m de mercure.

3° L'oxyde de carbone diminue la rapidité de la formation du nitrure. Il se produit un équilibre vers 1500° C., pour une proportion dans l'atmosphère de la réaction de 25 à 40 % en volumes de CO, et à 1600° C. pour une proportion de 50 à 65 % en volumes de CO.

4° L'alumine est réduite par le charbon avec formation de carbure d'aluminium à une vitesse considérable, un peu au-dessus de 1500° C., dans une atmosphère de CO, sous une pression de 20 à 65 m/m de mercure.

5° La réaction est plus ou moins rapide, suivant les différentes sortes de charbon employées.

Ces résultats des études exécutées par M. W. Fraenkel à l'Institut de Chimie physique et d'Electrochimie, de l'Ecole technique des hautes études Fredericiana, à Karlsruhe, éclairent d'un nouveau jour bien des questions que les nombreux brevets publiés depuis plusieurs années sur la fabrication de l'azoture de l'aluminium avaient singulièrement obscurcies.

C'est ainsi que le brevet de 1909 sur lequel un groupe considérable d'industriels déclaraient se fonder pour établir en sa faveur le monopole de la *température optima* dans la fabrication du nitrure d'aluminium, semble perdre toute valeur, puisque la température de réduction de l'alumine en carbure d'aluminium paraît *bien inférieure à* 2000° C.

La révélation de l'influence néfaste de l'oxyde de carbone aux basses températures (1500 à 1600°) a eu pour conséquence l'abandon du gaz de gazogène et le retour à l'emploi de l'azote pur dans tous les essais en cours. Aussi les constructeurs de machines à air liquéfié n'ont-ils pas tardé à recevoir de belles commandes !

A noter encore le passage suivant du mémoire de Fraenkel : « Aucun résultat significatif n'a été obtenu par nous relativement aux catalyseurs fréquemment signalés dans les brevets comme exerçant à basse température (vers 1500°) une influence notable sur la vitesse de réaction ».

Ajoutons enfin, au point de vue général, que tous les expérimentateurs qui désirent étudier dans des conditions de rigoureuse précision des réactions chimiques exigeant de hautes températures, c'est-à-dire des températures de 1500 à 1700°, trouveront dans le mémoire que nous signalons aujourd'hui des renseignements précieux au sujet des méthodes à suivre pour ces recherches si difficiles mais de plus en plus nécessaires dans l'industrie du four électrique.

E.-F. Côte.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET DES PUBLICATIONS TECHNIQUES

ACADÉMIE DES SCIENCES

CHIMIE

Réactions chimiques dans les gaz comprimés : étude de la décomposition de l'oxyde d'azote. **Note de MM. E. Briner et Boubnoff, présentée par M. G. Lemoine, à la séance du 20 Janvier 1913.**

Des recherches antérieures ont démontré qualitativement la transformation du gaz NO sous l'influence des pressions élevées.

Les auteurs ont repris l'étude du mécanisme de cette réaction dans les limites plus étendues de pression et de température (de 50 atm. à 700 atm., et de — 80° à + 300°) ; les résultats ainsi obtenus sont les suivants :

Pour éviter l'action de tous corps étrangers, la compression est réalisée en condensant d'abord un volume connu de NO gazeux dans des tubes de verre capillaires, à paroi très épaisse, plongée dans l'air liquide ; ces tubes sont ensuite portés et maintenus aux températures convenables, après avoir été fermés au chalumeau. Connaissant la capacité du tube, on déduit de la quantité de NO condensé la pression initiale ; d'autre part, la longueur de la colonne liquide formée permet de mesurer la vitesse du phénomène. Pour établir avec précision le caractère de la réaction, les auteurs ont dû procéder à l'analyse, par fractionnements, du contenu des tubes ; ils y ont reconnu la présence des corps suivants : N^2, NO, N^2O, N^2O^3 et, de plus, NO^2 dans les tubes portés à la température de 300°.

D'un grand nombre d'expériences (plus de 50 tubes ont été examinés) exécutées dans des conditions variées, il résulte que deux réactions primaires se produisent simultanément :

$$(1) \qquad NO = \tfrac{1}{2}N^2 + \tfrac{1}{2}O^2,$$

$$(2) \qquad NO = \tfrac{1}{2}N^2O + \tfrac{1}{2}O^2,$$

la seconde étant prédominante ; les oxydes supérieurs N^2O^3 et NO^2 proviennent de l'action secondaire de l'oxygène sur NO non transformé. Pour des pressions initiales identiques, l'élévation de température a pour effet d'accélérer les transformations (coefficient de température pour 10° : 1,2 à 1,3) et de favoriser la réaction primaire (2) et la formation secondaire de NO^2.

La simultanéité de ces diverses réactions explique les résultats négatifs donnés par les mesures entreprises en vue de déterminer l'ordre de la réaction par les méthodes de la cinétique chimique. A cause de la présence dans la phase liquide des divers corps susénumérés, la mesure de la longueur de la colonne de liquide formée ne permet d'évaluer qu'approximativement la vitesse des transformations purement chimiques. Même dans ces conditions, cette mesure fournit des indications très utiles, notamment sur le rôle très important de la pression initiale. Par exemple, à la température ordinaire, pour la pression initiale 700 atm. environ, la colonne de liquide formée atteint 6 cm 7 en 40 minutes, ce qui correspond approximativement à la moitié de la limite ; pour la pression initiale 50 atm., ce n'est qu'après plus d'un an que les auteurs ont constaté l'existence d'une petite goutelette bleue, indice de la réaction ; d'une manière générale d'ailleurs, les longueurs des colonnes liquides formées son toujours en rapport avec la pression initiale.

La nature des parois des tubes paraît avoir peu d'influence sur la vitesse de la décomposition de NO opérée par la compression, ainsi que le prouvent les essais comparatifs effectués dans un tube scellé en quartz. Par contre, indépendamment d'une dissolution physique de NO dans N^2O^3, il semble bien, d'après l'allure des courbes représentant la marche du phénomène en fonction du temps, que la pression de N^2O^3 exerce une influence accélératrice sur les transformations.

Pour expliquer le mécanisme de la décomposition, on pourrait être tenté d'invoquer la présence, comme corps intermédiaire, d'un polymère $(NO)^2$ dont l'existence a été présumée par Olzewski et Adwentowski en d'autres circonstances ; bien que les auteurs l'aient recherché, ils n'ont pu déceler ce polymère au cours de leurs expériences et ils pensent, jusqu'à meilleure preuve, qu'il faut en faire abstraction.

De l'ensemble de ces recherches, MM. Briner et Boubnoff concluent *que la compression du gaz* NO *agit seulement pour élever la concentration absolue et, par suite, pour accélérer la décomposition de ce corps en produits plus stables,* celle-ci n'ayant pas été observée jusqu'à présent à la pression et à la température ordinaires en raison de son extrême lenteur. Il n'est donc pas nécessaire de supposer, comme le font plusieurs auteurs, que le gaz NO soit, dans les conditions ordinaires, en état de faux équilibre.

Article published by SHF and available at http://www.shf-lhb.org or http://dx.doi.org/10.1051/lhb/1913037

Sur la chaleur latente de vaporisation des métaux. Note de M. Edm. VAN AUBEL, présentée par M. G. Lippmann. Séance du 10 Février 1913.

Le quotient de la chaleur latente de vaporisation moléculaire d'un liquide par la température absolue d'ébullition sous la pression atmosphérique est constant. Cette loi, connue sous le nom de *règle de Trouton*, a conduit à considérer comme liquides normaux ceux pour lesquels ce quotient est voisin de 20,5.

D'autre part, Wehnelt et Musceleanu ont fait connaître récemment une méthode directe de mesure de la chaleur latente de vaporisation des métaux et ont donné les valeurs de cette constante physique pour le mercure, le cadmium, le zinc, le magnésium et le bismuth.

Les recherches de Kundt et Warburg, de V. Meyer ont montré la monoatomicité des vapeurs de mercure, de cadmium et de zinc ; les expériences de von Wartenberg ont établi la même propriété pour les vapeurs de bismuth.

La propriété caractéristique des métaux de former des molécules monoatomiques résulte encore des recherches de Ramsay sur l'abaissement de tension de vapeur des amalgames dilués et des mesures de Heycock et Neville et de Tammann sur l'abaissement des points de congélation des solutions métalliques.

L'auteur a cherché à vérifier la loi de Trouton pour les métaux, en utilisant les mesures de Wehnelt et Musceleanu. Dans le tableau suivant, les températures d'ébullition et les poids atomiques sont extraits des *Tables physico-chimiques de Landolt-Börnstein*, 4e édition, 1912, p. 1 et 190. Le calcul n'a pas été fait pour le magnésium, parce que le point d'ébullition de ce métal est inconnu, ainsi que l'on peut s'en assurer à l'aide des Tables de Landolt-Börnstein.

Métal.	Température absolue d'ébullition.	Poids atomiques	Chaleur latente de vaporisation.	Constante de Trouton.
Mercure	630	200,0	63,6	20,2
Cadmium ...	1051	112,4	181,0	19,36
Zinc	1191	65,4	365,8	20,08
Bismuth	1708	208,0	161,5	19,66
Magnésium ..		24,3	1700,0	

La loi de Trouton se vérifie donc très bien pour les métaux. En adoptant la valeur 20 comme constante de Trouton, on trouve pour le point d'ébullition du magnésium 1792° C. Ditte avait trouvé 1100° degrés environ, Greenwood 1120° et von Wartenberg a indiqué une température supérieure à 2200°. Grüneisen a déterminé, par des considérations théoriques, la température d'ébullition du magnésium sous la pression atmosphérique et a donné 1810° absolus.

GÉOLOGIE

Sur un nouveau mode d'érosion fluviale. Note de M. Maurice LUGEON, présentée par M. Pierre Termier, séance du 17 février 1913.

Les travaux de Jean Brunhes, Chaix, etc., ont mis en pleine lumière la tactique de l'érosion tourbillonnaire. Il pouvait paraître, après des recherches aussi détaillées et récentes, que le problème des procédés d'érosion fluviale était épuisé. Aussi bien dans le lit mineur que sur la banquette du lit majeur, l'enquête montrait des marmites de géant imprimées par les tourbillons descendants. Il est, cependant, à faire remarquer qu'à côté des marmites plus ou moins cylindriques, existent également des fossés plus ou moins allongés, creusés par les tourbillons qui cheminent, la marmite étant creusée par un tourbillon fixe.

A ce phénomène, actuellement bien connu, il faut ajouter un nouveau mode où *l'eau avec ses matières en suspension agit comme si les filets liquides étaient horizontaux ou subhorizontaux et rectilignes.*

Si cette action semble avoir passé inaperçue jusqu'à ce jour, c'est qu'il faut des conditions spéciales pour l'enregistrer : la roche encaissante doit être particulièrement dure, à grain très fin, et la rivière doit pouvoir débiter avec grande vitesse des crues d'eaux très boueuses relativement considérables.

Ces conditions sont remplies par la Yadkin, rivière qui descend de la Blue Ridge (Caroline du Nord), dont M. Maurice Lugeon a parcouru la vallée en décembre 1912, en compagnie de MM. Pierre Bergès et Campbell.

La Yadkin s'écoule dans une pénéplaine soulevée. Entre les environs de Salisbury et Wadesboro, le territoire est constitué par des argilites, probablement algonkiennes, percées par de vastes culots de porphyre, dont les phénocristaux sont petits au milieu d'une pâte microlitique très fine. La roche a la dureté et la ténacité d'une cornéenne.

Dans les zones d'argilite, la rivière coule sur une pente très faible, qui s'exagère beaucoup à travers les masses porphyriques. Ainsi, entre Whitney et les Falls, la chute est de 70 mètres sur environ 15 kilomètres, déterminée par une masse de brèche porphyrique et un culot de porphyre.

Le cours d'eau possède un débit très variable. En 1909, par exemple, d'après les calculs du Geological Survey, le débit a oscillé entre 44 m³ 5 et 1540 m³, En 1912, on a enregistré une crue très exceptionnelle de 3500 m³. Les variations sont soudaines, la rivière pouvant passer, d'un jour à l'autre, de 2000 m³ à 1000 mètres cubes.

A une telle variabilité de débit correspond une grande différenciation du lit mineur d'avec le majeur. Le mineur est réduit à environ 25 mètres de large aux Narrows, par exemple, dans le défilé le plus étroit à travers la roche éruptive, alors que le lit majeur possède une largeur de 75 à 150 mètres et plus. D'autre part, la banquette du lit majeur domine le niveau d'étiage de 5 à 6 mètres par places.

Dans le lit mineur, l'érosion tourbillonnaire a imprimé de nombreuses marmites de géant. Les espaces qui les séparent sont polis admirablement, sans cannelures, et la roche y présente une patine noire analogue à certains polis désertiques.

Sur la banquette du lit majeur existent également des marmites de géant, et le même poli s'y observe, plus ou moins détruit cependant par les actions aériennes et par les végétaux inférieurs.

Mais, sur le haut du versant du lit mineur, à partir de 0 m. 50 à 1 m. 50 au-dessus du niveau de bas étiage, et sur le bord de la banquette du lit majeur, sur une longueur de 5 à 10 mètres, se présente un modelé extraordinaire du porphyre, rappelant les effets de l'érosion éolienne.

Sur les surfaces redressées qui font face à l'amont, on voit une multitude de creux, atteignant 3 ou 4 millimètres de profondeur, situés eux-mêmes dans un plan légèrement concave, dont le diamètre peut atteindre 10 centimètres. Sur le bord de cette petite surface concave, les cupules s'ordonnent, se disposent en sillons allongés qui rayonnent et qui peuvent atteindre plusieurs centimètres de long. Sur les surfaces obliques au fil de l'eau, la roche est entièrement striée.

On ne saurait accuser l'érosion éolienne, le lit de la rivière ne possédant qu'exceptionnellement et temporairement du sable exondé. Ce qu'on voit ne peut être attribué, vu du reste la localisation du phénomène, qu'à la rivière. Or, la disposition des petites cuvettes concaves, la direction des stries, *tous ces phénomènes de burinage paraissent s'être formés par des jets de sables rectilignes.* C'est un phénomène très analogue à celui qui se passe sur les ailettes de turbines corrodées par des eaux chargées de matières en suspension.

Voici l'explication que l'auteur donne de ce curieux phénomène d'érosion :

Aux basses eaux, la rivière, renfermée dans son lit mineur, use son lit exclusivement par l'action des mouvements tourbillonnaires. Le tourbillonnement de l'eau n'est pas assez rapide pour que les grains siliceux puissent sillonner la roche ; ils se contentent de la polir. Quand l'eau monte, la vitesse s'exagère. Elle devient maximale lorsque le lit mineur est plein. A ce moment, et exclusivement dans la tranche d'eau supérieure, la vitesse est telle, qu'une vraie mitraille de grains de sable s'abat sur la roche, comme si cette mitraille était plus abondante selon certains filets. Alors se creusent les petites cupules et le sable rejaillit, glisse sur la roche et la strie, en lui donnant une patine semblable à celle que produit le sable chassé par le vent.

Lorsque le niveau s'élève encore, la rivière déborde sur le lit majeur. La tranche d'eau du lit majeur, moins épaisse, se meut avec une vitesse moindre. Sur la surface de ce lit ne peuvent alors que dominer les mouvements tourbillonnaires, et le poli de la roche ne peut être égal qu'à celui de la roche du lit mineur.

Ce striage par percussion et burinage, ce nouveau phénomène d'érosion, auquel il faudra donner un nom, *constitue un puissant moyen d'érosion, d'élargissement du haut du versant du lit mineur*. Il est évident qu'on doit le retrouver sur d'autres rivières, sur celles qui présenteront de suffisantes variations de débit, des roches encaissantes assez résistantes pour se laisser buriner, et une suffisante quantité de sable dur en suspension.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

De la commutation dans les Dynamos à courant continu. **(Bulletins de décembre 1912, Janvier et Février 1913).**

Nous signalons à nos lecteurs les communications très intéressantes que M. Mauduit, professeur à l'Institut électrotechnique de Nancy, a faites à la Société Internationale des Electriciens sur les phénomènes de la commutation.

M. Mauduit passe en revue les travaux des savants qui ont abordé avant lui cette question si complexe et rappelle en particulier les études de M. Paul Girault et d'Arnold ; puis il aborde les points qu'il a particulièrement approfondis. M. Mauduit, au moyen d'un système de commutation artificielle, a fait une étude très complète des contacts ; il montre que le rôle des tensions de contact est beaucoup moins important que celui qui leur est prêté dans la théorie moderne et que la commutation dépend surtout des flux en jeu. Le savant professeur soutient également que la valeur adoptée pour le coefficient de self-induction de la section, ainsi que le rôle du champ de l'induit sont souvent inexacts ; il discute les bases sur lesquelles certaines écoles ont établi leurs calculs et propose une équation différentielle analogue à l'équation d'Arnold, mais plus complète.

Cette communication a été l'occasion, au mois de janvier, d'une discussion très intéressante où, tout en félicitant M. Mauduit de ses travaux plusieurs savants : MM. Paul Girault, Latour, R. Swyngedauw, Brunswick et Gratzmuller, ont pris tour à tour la parole pour préciser certains points de son étude.

A la suite de ces discussions, M. Mauduit a donné, au mois de février, une théorie complète de la commutation, basée sur ses expériences ,complétées par les observations de ses collègues.

Nous regrettons de ne pouvoir faire paraître maintenant ce long travail, qui dépasserait le cadre de cette revue; nous y reviendrons plus tard.

Dans le prochain numéro nous donnerons un extrait d'une très intéressante communication de M. Maurice Leblanc sur le *convertisseur à vapeur de mercure*.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

Turbines, Compresseurs et Dynamos à très grandes vitesses, **par MM. Leblanc, séance du 24 janvier 1913.**

M. M. Leblanc rappelle que la métallurgie est parvenue à produire des aciers au nickel, dont la limite d'élasticité est supérieure à 160 kgs par millimètre carré, auxquels on peut imposer, en toute sécurité, une contrainte de 40 kgs par millimètre carré. Ils ne sont pas cassants et se prêtent bien à la construction de pièces de machines. Il conviendrait de les utiliser pour augmenter les vitesses tangentielles de nos machines rotatives, en observant, toutefois, qu'ils ne devraient jamais atteindre une température supérieure à 200° C., sans quoi ils risqueraient de perdre leur trempe.

Mais cela nécessiterait l'emploi de très grandes vitesses angulaires, soit des vitesses de rotation de plusieurs centaines de tours par seconde. Elles seraient d'autant plus nécessaires que l'on voudrait faire des machines de plus faible puissance.

Il recherchera d'abord les moyens d'obtenir ces grandes vitesses angulaires sans inconvénient, au point de vue mécanique. Il examinera ensuite les autres difficultés présentées par la réalisation de machines tournant aussi vite, telles que turbines à vapeur, turbines à combustion interne, compresseurs rotatifs et dynamos à collecteur. Il cherchera aussi à les résoudre.

Vitesses angulaires. — On peut communiquer à un rotor quelconque, sans le déformer, une vitesse angulaire égale aux deux tiers de sa première vitesse critique *propre*. Lorsqu'il repose sur des points d'appuis élastiques, cette vitesse angulaire est suffisamment élevée pour tous les besoins de la pratique.

Si on considère plusieurs rotors géométriquement semblables, leurs vitesses critiques sont inversement proportionnelles à leurs dimensions linéaires. On peut donc leur communiquer, avec la même sécurité, les mêmes vitesses tangentielles.

Lorsqu'on pourra associer sur un même arbre deux rotors, l'un moteur, l'autre mû, on n'aura à transmettre aucun couple au rotor résultant. Il suffira alors de lui donner deux portées dimensionnées pour pouvoir supporter un poids environ double du sien. Elles reposeront dans des coussinets aussi légers que possible et soutenus par des ressorts très souples et également très légers. Ceux-ci tendront à amener l'axe de figure du rotor résultant en coïncidence avec celui du stator de la machine, qui sera l'axe normal de rotation.

Dans ces conditions, le rotor résultant pourra être considéré comme libre et tournera, sinon autour de celui de ses axes naturels de rotation qui sera le plus voisin de son axe de figure, du moins autour d'un axe qui en sera extrêmement voisin et que les ressorts feront coïncider avec l'axe normal de rotation.

L'axe de figure décrira un hyperboloïde de révolution autour de l'axe réel de rotation, et les coussinets et les points d'attache des ressorts devront le suivre dans son mouvement. D'où des mouvements vibratoires, dont on réduira l'amplitude, autant qu'on le voudra, en disposant un *équilibreur automatique* à chaque extrémité du rotor résultant.

Mais la masse du rotor reposant sur des ressorts, le système aura une vitesse critique « indépendante de la vitesse critique *propre* du rotor résultant et beaucoup plus petite. Des phénomènes de résonance, capables de produire des vibrations dangereuses, seront à craindre, lorsque la vitesse de rotation Ω deviendra égale à ω, au moment de la mise en route ou de l'arrêt. On les évitera en maintenant calés les coussinets, tant que la vitesse Ω sera comprise entre o et 2ω. La vitesse ω sera assez petite pour que les portées puissent supporter les réactions du rotor dues à son défaut d'équilibrage, tant que les coussinets seront calés.

Lorsqu'il faudra transmettre un couple au rotor et que celui-ci sera développé autour d'un arbre rigide reposant sur des coussinets fixes, il faudra relier cet arbre à celui du rotor par un arbre flexible, dont la première vitesse critique *propre* devra aussi être supérieure à la vitesse que devra acquérir le rotor. Le rotor sera toujours muni d'équilibreurs automatiques et reposera sur des coussinets à ressorts.

Le système ainsi constitué aura encore une vitesse critique ω beaucoup plus petite que les vitesses critiques propres du rotor et de l'arbre flexible. On la passera, comme tout à l'heure, en calant les coussinets, tant que la vitesse de rotation sera comprise entre o et 2ω.

Le rotor tend à s'écarter de l'axe normal de rotation, comme s'il était actionné par une fronde, tant que la vitesse du rotor est inférieure à la vitesse critique ω. Son axe naturel de rotation tend au contraire à se rapprocher de l'axe normal, lorsque la vitesse de rotation devient supérieure à la vitesse ω, et cela d'autant plus qu'elle devient plus grande. Ce phénomène s'explique de la manière suivante :

L'arbre flexible peut tourner autour de son axe neutre déformé, et cet axe neutre peut tourner, en même temps, autour de l'axe normal de rotation OO'. Dans ces conditions, si on lui communique un mouvement de rotation de vitesse Ω ,autour de l'axe OO', le rotor supposé parfaitement équilibré peut tourner avec une vitesse $(\Omega - \alpha)$ autour de son axe naturel de rotation xy, qui fait un angle A avec le premier, tandis que cet axe xy est lui-

même animé d'un mouvement de précession de vitesse α, autour de l'axe OO'.

L'arbre flexible ne peut fléchir sans que le centre de figure du rotor prenne une flèche ρ. Ce centre doit alors se frayer un chemin, à travers le milieu ambiant, avec la vitesse $\alpha\rho$, en surmontant sa viscosité. Si nous désignons par q un coefficient d'amortissement constant, le centre de gravité doit fournir un travail égal à $q\alpha^3\rho^3$. Un couple égal à $q\alpha^2\rho^3$ s'opposera donc à la production du mouvement de précession.

L'arbre flexible ne peut tourner autour de son axe neutre déformé sans fournir un certain travail d'hystérésis proportionnel à la vitesse $(\Omega - \alpha)$ et à une certaine fonction $\varphi(\rho)$ de la flèche ρ. Il y a donc production d'un couple égal à $\varphi(\rho)$, qui tend à s'opposer à la production du mouvement de rotation de vitesse $(\Omega - \alpha)$ et à rendre la vitesse α égale à la vitesse Ω. Tant que l'on a $q\Omega^2\rho^3 < \varphi(\rho)$, les forces qui tendent à s'opposer au glissement des molécules de l'arbre, les unes par rapport aux autres, sont indéterminées et produisent un couple égal et de signe contraire au couple $q\Omega^2\rho^3$. Il n'y a pas de glissement et il n'y a qu'une vitesse de précession égale à Ω. Mais dès que la flèche ρ ou la vitesse Ω deviennent assez grandes, pour que l'on ait $q\Omega^2\rho^3 \geqq \varphi(\rho)$, les molécules de l'arbre glissent les unes par rapport aux autres, le couple opposé à ce glissement ayant une valeur $\varphi(\rho)$. Alors il y a décomposition de la vitesse Ω en une vitesse de rotation $\Omega - \alpha)$ et une vitesse de précession α.

Cette décomposition se produit pour une valeur de la flèche ρ d'autant plus petite que la vitesse Ω est plus grande, la fonction $\varphi(\rho)$ croissant moins vite que $q\rho^3$ avec la flèche ρ. On démontre qu'elle ne se produit, toutefois, que si l'on a $\Omega \geqq \omega$, lorsque le rotor est parfaitement équilibré. Elle se produit pour une valeur de la vitesse Ω inférieure à ω, mais très peu différente, lorsque le rotor est mal équilibré.

On désigne par l la distance du centre de gravité du rotor à l'origine de l'arbre flexible, par M la masse du rotor, par J son moment d'inertie, par rapport à son axe naturel de rotation xy, et par $\alpha\rho$ le couple de rappel développé par l'arbre flexible, lorsque le centre de gravité est fléchi d'une quantité ρ.

La décomposition de la vitesse Ω détermine la production d'un couple gyroscopique égal à $J\Omega(\Omega - \alpha)\rho/l$, qui tend à ramener l'axe xy vers l'axe OO'. La condition d'équilibre dynamique A est alors :

$$M\alpha^2\rho - J\Omega(\Omega - \alpha)\frac{\rho}{l} = \alpha\rho,$$

et l'on a toujours : $$q\alpha^2\rho^3 = \varphi(\rho),$$

équations qui déterminent la vitesse α et la flèche ρ. L'équilibre est stable parce que $\varphi(\rho)$ est une fonction naturelle qui croît moins vite que $q\rho^3$ avec ρ. On trouve que la flèche ρ tend vers zéro, lorsque la vitesse Ω croît de plus en plus.

Si le rotor est mal équilibré, son axe de figure et son axe naturel de rotation prennent un mouvement de rotation de vitesse $(\Omega - \alpha)$ autour d'un axe nouveau, passant entre les deux précédents, qui lui-même a un mouvement de précession de vitesse α et de flèche ρ, données par les équations précédentes, autour de l'axe OO'. On démontre encore que ce régime est stable et que l'amplitude du mouvement de nutation de l'axe naturel de rotation, comme la flèche ρ, diminuent de plus en plus, lorsque la vitesse Ω augmente.

VITESSES TANGENTIELLES. — On peut faire, avec les aciers, modernes, des rotors de turbines dont la circonférence moyenne de la couronne d'aubes ait une vitesse tangentielle de 460 m. et des ailes de ventilateur, symétriques par rapport à un plan diamétral, dont l'extrémité puisse acquérir une vitesse de 500 mètres.

Quant aux rotors de dynamos à collecteur, on est obligé de recuire leurs tôles et cela abaisse à 45 kgs environ la limite d'élasticité des plus résistantes. Il est probable qu'on ne pourra pas donner une vitesse tangentielle supérieure à 150 m. à ces rotors. Leurs collecteurs faits en lames de cuivre isolées par de la micanite, pourront acquérir une vitesse de 80 m., à condition que leur longueur ne soit pas supérieure à leur diamètre.

TURBINES A VAPEUR. — La dernière roue d'une turbine à vapeur, c'est-à-dire celle qui débouche dans le condenseur, doit toujours fonctionner à injection totale, pour réduire au minimum l'influence des frottements des roues contre le milieu ambiant.

Si l'on se donne la puissance P et la vitesse angulaire Ω de la turbine, le rayon R de cette roue se trouve déterminé. On a, en effet, en désignant par K une constante :

$$P = KR^3\Omega.$$

Si toutes les roues ont le même diamètre, le nombre de roues à associer en série est proportionnel à $\frac{1}{\Omega^2R^2} = \left[\frac{K}{P\Omega^2}\right]^{\frac{2}{3}}$. On a donc tout intérêt à augmenter la vitesse Ω, c'est-à-dire à faire des récepteurs qui, pour une puissance donnée, aient une vitesse angulaire aussi grande que possible.

Lorsque la vitesse tangentielle deviendra égale à 460 m. environ, il suffira de donner une seule roue à la turbine, qui acquierra ainsi son maximum de simplicité. Le rotor d'une pareille turbine aura une puissance spécifique très considérable et il sera peu probable que des récepteurs, tournant à la même vitesse, en aient une plus grande. Si le cas se présentait, il conviendrait de faire une turbine à roues associées, non plus en série, mais en parallèle.

En résumé, il n'y a aucune difficulté à donner à une turbine à vapeur de très grandes vitesses angulaire et tangentielle. C'est la nature du récepteur qui imposera la vitesse angulaire à donner à une turbine de puissance voulue. Sa vitesse tangentielle et le nombre des roues seront alors déterminés.

TURBINES A COMBUSTION INTERNE. — Dans une semblable turbine, il ne faudrait pas faire d'explosions, mais réaliser le cycle du moteur Diesel.

Cela n'est pratiquement pas possible, si l'on se sert de l'air atmosphérique comme comburant, mais le devient, si on lui substitue de l'oxygène ou du moins de l'air enrichi d'oxygène. M. Claude est parvenu à produire ce gaz à assez bas prix pour qu'on ait pu s'en servir dans des hauts fourneaux. Il n'est donc pas absurde de songer à s'en servir aussi dans un moteur à combustion interne. De cette manière toutes les difficultés relatives à la compression des fluides comburant et combustible seraient supprimées et on pourrait rendre égaux à 500 les rapports de compression et de détente, ce qui serait nécessaire, pour n'envoyer dans la turbine que des gaz suffisamment refroidis.

On réaliserait de pareils rapports de compression en maintenant, par exemple, une pression de 25 kgs/cm² dans la chambre de combustion de la turbine et en faisant déboucher celle-ci dans un condenseur refroidi à l'eau, où l'on maintiendrait une pression de 1/20 kg/cm².

Mais si l'on voulait maintenir une température très élevée, telle que 2 000°C dans la chambre de combustion, afin d'obtenir un grand rendement, les fluides afflueraient dans la turbine avec une vitesse de 2 400 m. environ. Pour tirer parti de cette vitesse, il faudrait que la turbine pût acquérir une vitesse tangentielle de 800 m., ce qui ne serait pas possible avec les aciers actuels.

La turbine ayant sa vitesse tangentielle réduite à 460 m., il ne conviendrait pas de porter la température dans la chambre de combustion au-dessus de 750°C, en y injectant de l'eau. Dans ces conditions, elle serait encore économique et pourrait rendre des services, si le prix de la tonne d'oxygène ne dépassait pas le quart de celui de la tonne du combustible employé.

COMPRESSEURS ROTATIFS. — Le travail utile fourni par un compresseur est proportionnel à la vitesse tangentielle que possède le fluide comprimé, à la sortie de la roue. Il faut alors, pour que le rendement soit bon, que cette force vive correspondante soit, à son tour, transformée en travail de compression dans un diffuseur.

On tirerait le meilleur parti possible d'une roue de compresseur en ne lui faisant communiquer que de la force vive au fluide et opérant toute la compression dans le diffuseur. Malheureusement, la turbine est mal réversible. Les gerbes qui en sortent sont divergentes et très hétérogènes. Dans ces conditions le rendement des diffuseurs est médiocre et ne dépasse pas 0,75, pour ceux que la pratique a consacrés.

Il vaut mieux tirer un moindre parti de la roue, en diminuant la vitesse tangentielle du fluide. Dans les compresseurs de Rateau, le coefficient manométrique est généralement de 0,5. 70 % du

travail de compression sont fournis au fluide à l'intérieur de la roue et 30 % seulement dans le diffuseur. Dans ces conditions, le rendement final est d'environ 0,7.

Si l'on désigne par Ω la vitesse angulaire d'une roue de compresseur, R son rayon, V le débit du fluide aspiré et K une constante. Le rendement demeure constant, si on réalise la condition :

$$V = KR^3\Omega.$$

Si l'on considère des compresseurs géométriquement semblables, la constante K a la même valeur pour eux tous. Mais on peut la faire varier de 1 à 2,5 environ, en changeant les proportions relatives des divers éléments du compresseur type.

Il en résulte que l'on peut faire des compresseurs de petite puissance et de bon rendement, en leur communiquant de très grandes vitesses angulaires.

La puissance d'un compresseur est proportionnelle au cube de sa vitesse tangentielle et à la densité du fluide aspiré, à égalité de rendement. Il conviendra donc de donner à la vitesse tangentielle une valeur d'autant plus grande que le fluide aspiré sera moins dense.

Avec une vitesse tangentielle de 500 m., on pourra aspirer un fluide très peu dense, tel que la vapeur d'eau provenant de l'évaporation d'une solution saline à — 20° C., sans que les dimensions du compresseur soient exagérées, par rapport à sa puissance.

On peut employer une vitesse de 500 m. avec de la vapeur d'eau parce que sa chaleur spécifique est 0,4805 et qu'alors l'élévation de température du fluide, à l'intérieur de la roue, n'est que de 62° environ. Avec l'air dont la chaleur spécifique est 0,2375, cette élévation de température serait plus que doublée et l'on risquerait de détremper l'acier des ailes. Il ne convient pas, avec lui, de dépasser la vitesse de 360 m.

Rateau a fait des compresseurs multicellulaires, en se contentant de donner une double paroi à leurs enveloppes et diaphragmes et d'y faire circuler de l'eau, pour les refroidir. La température du fluide ne s'y élève pas à plus de 100° au-dessus de celle de l'eau, mais la vitesse tangentielle adoptée n'est que de 140 m.

Avec des vitesses notablement supérieures, telles que 360 m., on ne peut se contenter de ce mode de refroidissement. Il convient de faire passer le fluide, entre la sortie d'un diffuseur et l'entrée de la roue suivante, dans un refroidisseur semblable, comme construction, à un condenseur. Celui-ci sera extérieur au compresseur et on pourra le dimensionner aussi largement qu'il le faudra.

Cela revient à dire que l'on ne peut faire de compresseurs multicellulaires à très grande vitesse tangentielle. Cela n'offre aucun inconvénient, le nombre de compresseurs distincts à associer en série n'étant pas plus grand que le nombre de corps distincts des compresseurs multicellulaires actuels.

Dynamos a collecteurs. — Une dynamo, faisant plusieurs centaines de tours par seconde, ne peut être qu'une dynamo à collecteur, car on ne saurait utiliser les courants fournis par un alternateur tournant à cette vitesse.

Au point de vue de la construction, elle devra être bipolaire et à enroulement Gramme, les connexions d'un enroulement Siemens étant trop difficiles à maintenir, à cause de la force centrifuge. L'enroulement devra être fait en aluminium. Enfin, tous les conducteurs doivent être noyés dans un écran magnétique, sauf le long de l'entrefer. Cet écran se prolongera par deux pièces cylindriques concentriques à l'arbre et situées de part et d'autre de l'induit. Le stator sera muni de circuits compensateurs du système Ryan, dont les connexions se projetteront sur les pièces cylindriques de l'écran et seront naturellement parcourues par des courants égaux et de signes contraires à ceux qui se formeront dans ces pièces. De cette façon, les courants produits dans l'écran n'auront aucune self-induction appréciable à surmonter. Ils empêcheront tout flux variable de sortir de l'induit, autrement que par l'entrefer, et réduiront au minimum les courants de Foucault, ainsi que la self-induction des bobines mises en court-circuit par les balais.

Un pareil induit pourra acquérir une vitesse tangentielle de 150 m. environ. Sa longueur pourra être d'environ deux fois son diamètre. Enfin, son collecteur devra avoir une longueur égale à environ une fois son propre diamètre et une vitesse tangentielle de 80 m.

Si on augmentait la longueur de l'induit ou de son collecteur, en frettant ce dernier, l'arbre s'allongerait par trop et sa première vitesse critique *propre* ne serait plus suffisamment élevée.

Les dimensions principales d'un pareil induit se trouvent ainsi déterminées en fonction de sa vitesse angulaire. Si nous saturons encore les tôles et continuons à faire passer, le long de l'entrefer, environ 300 ampères par centimètre de développement de l'induit, comme dans les machines lentes, nous arrivons à une machine de très grande puissance spécifique. Bien que la commutation doive être faite en un temps extrêmement court, elle peut l'être dans de bonnes conditions, parce que les circuits ont très peu de développement, n'entourent que des circuits magnétiques de très faible section et fortement saturés et enfin sont protégés contre les fuites magnétiques, par un écran. Leur self-induction est donc extrêmement petite.

La perte d'hystérésis, par centimètre cube, aura augmenté proportionnellement à la fréquence des variations de flux. Cela n'aura pas d'influence sur le rendement de la machine, à cause de la petitesse du volume de fer, mais la surface de refroidissement sera devenue tout à fait insuffisante.

De même la densité de courant sous les balais aura acquis une valeur bien plus grande que celle admise d'habitude.

D'où la nécessité de refroidir les tôles, le collecteur et les balais, avec un courant d'eau.

Une semblable machine fournirait presque aussi facilement des courants alternatifs de fréquence usuelle que des courants continus, si ses inducteurs étaient excités par des courants alternatifs de fréquence voulue. Mais ce serait une grave sujétion d'avoir à produire ces courants d'excitation au moyen d'un alternateur à vitesse lente, qui deviendrait plus grand que la génératrice et que l'on ne saurait comment faire tourner. Heureusement, il est très facile de rendre auto-excitatrice la machine à grande vitesse, en lui faisant produire des courants de fréquence non seulement quelconque, mais variable en volonté, même en cours de marche.

Conclusion. — M. Leblanc pense avoir donné les moyens de communiquer à un rotor une vitesse angulaire aussi grande qu'il est nécessaire, dans tous les cas de la pratique, pour pouvoir atteindre les plus grandes vitesses tangentielles admissibles.

Les qualités des aciers modernes permettent d'atteindre les plus grandes vitesses tangentielles, dont on ait besoin dans les turbines à vapeur et dans les compresseurs rotatifs. Elles ne permettent pas d'atteindre celles qui conviendraient aux turbines à combustion interne. Dans le cas des dynamos, ces vitesses tangentielles sont limitées par la nécessité de recuire les tôles, mais les vitesses alors admissibles sont encore très supérieures à celles usitées aujourd'hui.

La réalisation d'une turbine à vapeur à très grandes vitesses angulaire et tangentielle ne présente aucune difficulté. On ne peut faire une turbine à combustion interne qu'en substituant de l'oxygène ou de l'air enrichi à l'air atmosphérique. Mais pour tirer alors tout le parti possible de ces machines, il faudrait pouvoir leur imprimer une vitesse tangentielle au moins deux fois plus grande que celle que nous pouvons atteindre.

Dans les compresseurs rotatifs et les dynamos à collecteur, à grande vitesse tangentielle, on est obligé de refroidir bien plus énergiquement leurs divers organes que ceux des machines du même genre à petite vitesse, et il faut avoir recours à d'autres procédés de refroidissement, d'ailleurs très simples et dont l'emploi ne donne lieu à aucune difficulté.

NOTES ET INFORMATIONS

L'utilisation des Forces Hydrauliques en Italie

Nous empruntons à notre excellent confrère italien, l'*Industria Elettrica*, les renseignements ci-après sur l'utilisation des forces hydrauliques en Italie :

Le nombre des concessions pour dérivations d'eaux publiques, accordées par décret royal, ministériel ou préfectoral, pendant

l'exercice 1910-11, ont été en totalité 185, dont 7 pour usage d'eau potable, 53 pour irrigations, bonifications et autres et 125 pour force motrice correspondant à 79 869,92 chevaux. En limitant l'examen seulement aux concessions pour force motrice, les plus importantes, pour puissances supérieures à 1 000 HP., sont réunies par ordre décroissant dans le tableau ci-dessous :

	CONCESSIONNAIRE	BASSIN OU COURS D'EAU	Quantité d'eau en modules par m."	Force motrice produite en HP
1	Société hydro-électrique italienne...	Cormor, Lanterno, sup. et inf. Mallero sup. et inf.	1.013.69	23.454.19
2	Soldati Vincent, Ingénieur.....	T. Grand Eyvia et Saravanche....	20.—	13.754.—
3	Société Génér. Elec. de l'Adamello.....	T. Poglia.....	25.70	7.584.—
4	Soc. Elettrica Bresciana.....	T. Degnone...	4.50	6.702.60
5	Soc. Ital. Utilizzazione forze idraul....	Lac Santacroce.....	150.—	3.806.—
6	Soc. Gén. Electrique de l'Adamello.....	Lac et torrent Salarno.....	6.62	3.376.63
7	Carlotti et Ronchi..	T. Trobido...	7.—	2.731.50
8	Soc. El. Riviere di Ponente R. Negri.	Cours d'eau la Roya.....	4.50	2.640.—
9	Soc. pour les forces élec. de la Ligurie	T. Orba.....	20.—	2.411.—
10	Società Ital. del Carburo di Calcio....	Rivière Nera..	335.—	1.950.93
11	Soc. Anon. Filature de Grignasco	Rivière Sesia..	100.—	1.012.—

Ces 11 concessions atteignent, dans leur ensemble, environ 70 000 HP. ; les 114 autres qui restent représentent à peine 10 000 HP, et la moitié ne dépassent pas 20 HP avec une moyenne de 10 HP pour chacune.

En groupant par régions les différentes concessions de force motrice, on remarque que le plus grand nombre (25) appartient à la Vénétie ; mais que, pour l'importance d'ensemble, c'est la Lombadie qui l'emporte avec 46 282,78 HP ; puis suivent : le Piémont avec 18 661,58, la Vénétie avec 4 705 ; l'Ombrie avec 3 222,37, la Ligurie avec 2 884,40, etc., pour finir par la Basilicate qui n'a qu'une seule concession de 40 HP ; tandis que les Pouilles, la Calabre, la Sicile et la Sardaigne n'ont fait pendant l'exercice qui nous occupe, aucune installation hydraulique.

En ce qui concerne les industries au service desquelles ont été employées les forces motrices hydrauliques, en compulsant les données recueillies par le Ministère, on peut en déduire que, sur les 79 896,92 HP concédés, il y en a bien 74 362,66 qui servent à produire de l'énergie électrique, et les autres 5 500 HP sont utilisés à peu près ainsi : 3 750 dans les industries textiles, 700 dans les industries agricoles et les 1 000 qui restent dans les industries minières, mécaniques et métallurgiques, du bois, du verre et de la céramique, etc.

Comparativement à l'exercice précédent, il y a peu de différence sur le total des concessions qui fut de 82 307,03 HP, tandis que le nombre a augmenté sensiblement : 125 au lieu de 99.

Afin de mettre sous les yeux l'ensemble de toutes les utilisations d'eau pour force motrice, on donne ci-après un tableau qui récapitule, par régions, les concessions pour force motrice grevées de redevance, jusqu'au 30 juin 1911.

Si, à ces concessions, on ajoute celles accordées par lois spéciales à perpétuité et gratuitement (Société de Ferrari Galliera, concession de Volturno en faveur de Naples, concession de l'Aniene et du Nera en faveur de Rome), on a un total de plus d'un million de chevaux de force retirés de dérivations d'eaux.

Et ce, sans faire mention des concessions dépassant les trente ans, antérieures à 1884 (en 1910-11, on reconnut 144 droits d'usage dont 119 concernent des emplois d'eau dans le but de produire 6 578,31 HP de force hydraulique) et qui comportent plus de 15 000 HP ; et sans compter, non plus, les concessions annuelles que les préfets ont la faculté d'accorder sans les formalités de la loi italienne.

De toutes ces forces motrices ainsi dérivées, la plus grande partie est utilisée pour la production d'énergie électrique employée elle-même surtout comme force motrice et comme éclairage. Bien qu'il n'y ait pas de statistiques spéciales permettant d'indiquer le

	RÉGIONS	Nombre des concessions	Volume d'eau Module-litres	Quantités de force en H P dynam.
Italie du Nord	Piémont.....	586	7.943.79	234.780.79
	Lombardie.....	394	7.208.21	368.196.98
	Vénétie.....	508	5.103.58	68.392.28
Italie Centrale	Ligurie.....	292	782.53	7.255.73
	Emilie.....	120	301.88	7.309.89
	Toscane.....	239	982.07	11.106.02
	Marches.....	123	920.38	31.110.61
	Ombrie.....	96	2.540.58	135.512.03
	Latium.....	120	1.500.—	30.812.56
Italie Mérid. et Insulaire	Abruzzes et Molise.... ...	146	1.053.98	31.535.02
	Campanie.....	69	5.601.08	22.836.04
	Basilicate.....	16	22.78	525.93
	Pouilles.....	2	3.58	3.45
	Calabre.....	36	70.12	1.133.70
	Sicile.....	301	333.65	5.591.42
	Sardaigne.....	8	10.94	44.04
	Total des concessions existant au 30 Juin 1911.....	3056	34.379.21	956.149.49

chiffre de HP hydrauliques ainsi utilisés, on peut, avec une proportion identique à celle établie pour les concessions accordées en 1910-11, conclure sans s'écarter trop de la vérité que l'entité des forces hydrauliques employées pour le service de production du courant électrique n'est pas inférieure à 940 000 HP.

⁂

On remarquera dans le tableau ci-dessus, que le Piémont tient la première place pour le nombre de dérivations et que les Pouilles viennent en dernier lieu ; que le plus grand nombre de HP dynamiques est produit par la Lombardie et que le moindre l'est encore par les Pouilles. La Calabre, qui figure pour une faible potentialité malgré la richesse de ses réserves hydrauliques utilisables, pourra rivaliser avec la haute taille si l'on parvient à construire l'installation grandiose de la Sila, capable de fournir au moins 150 000 HP.

Si l'on mettait ensemble toutes ces concessions selon qu'elles intéressent la Haute, la Moyenne et la Basse Italie avec les Iles, on verrait la prépondérance évidente de l'Italie septentrionale sur le centre et tout le midi mis ensemble.

Concession pour force motrice, en vigueur au 30 juin 1911.

ZONES	Nombre	Puissance HP
Italie Septentrionale.....	1 780	678 625,78
Italie Centrale.....	998	215 851,11
Italie Méridionale et Iles...	578	61 672,60
Total.....	3 056	956 149,49

La distribution des dérivations pour les trois groupes régionaux peut être ainsi représentée proportionnellement par les pourcentages suivants :

	Nord	Centre	Midi et îles
Par nombre de dérivations..	58,4	22,7	18,9 %
Par puissance.....	71,0	22,6	6,4 %

⁂

Le mouvement toujours ascensionnel des redevances perçues par l'Etat pour dérivations d'eaux publiques est l'indice le plus satisfaisant et le plus exact, prouvant le progrès économique et le développement industriel qui ont été atteints.

Le tableau suivant, comprend les données relatives aux 13 exercices financiers qui se sont succédé de 1898-99 à 1910-11. Pour les deux dernières années, les chiffres représentent non seulement le montant des sommes effectivement perçues, mais le résultat total des sommes exigibles dans l'année.

Montant des redevances pour concessions d'eaux publiques.

Exercices financiers		R devances perçues
Anno 1898-1899	L.	684 286,05
» 1899-1900	»	752 666,15
» 1900-1901	»	869°269,07
» 1901-1902	»	933 191,40
» 1902-1903	»	1 138 704,56
» 1903-1904	»	1 456 736,72
» 1904-1905	»	1 580 119,16
» 1905-1906	»	1 637 844,31
» 1906-1907	»	1 836 104,80
» 1907-1908	»	2 187 688,20
» 1908-1909	»	2 461 165,92
» 1909-1910	»	2 473 440,52
» 1910-1911	»	2 892 675,40

Comme on voit, l'augmentation des recettes pendant le dernier exercice a été des plus remarquables et la plus forte de toute la série. Dans les recettes provenant des biens de domaine public : concessions de dérivations d'eau, d'usage de plages maritimes ou lacustres, de droits de pêche ; d'usages de routes nationales et constitutions de servitudes sur les routes et sur les chemins de fer, etc., qui se montent à un total de L. 4 200 129,83, les droits pour dérivation d'eau représentent presque les trois quarts de ce total considérable donnant au Trésor public des bénéfices de plus en plus grands.

La consommation des engrais dans le monde

(D'après *Le Génie Civil*)

Jusqu'à présent on ne possédait aucune statistique complète sur la production, la répartition et la consommation des principaux engrais agricoles. Cette lacune a été comblée depuis peu par MM. L. et M. Lambert, qui viennent de publier le premier *Annuaire statistique des engrais et produits chimiques destinés à l'agriculture*, duquel nous extrayons quelques-uns des renseignements qui suivent.

La consommation mondiale du nitrate de soude, presque exclusivement originaire du Chili, a suivi une progression croissante qu'indiquent les chiffres ci-dessous :

Consommation mondiale et prix du nitrate de soude :

Années	Tonne	Prix extrêmes à Dunkerque (francs par 100 kg. sur wagons)	
1831	102	—	—
1850	20 321	—	—
1880	233 691	—	—
1890	908 154	17,75	21,10
1900	1 355 408	17,75	20,95
1906	1 668 351	24,40	28,50
1911	2 385 681	22,45	24,05

La consommation de ces engrais s'est répartie comme suit en 1900 et en 1911 :

Consommation de nitrate de soude dans les différents pays (en tonnes) :

PAYS	1900	1911
Allemagne	455 600	724 400
Etats-Unis	187 969	559 843
France	263 100	331 600
Belgique	160 097	296 845
Royaume-Uni	134 600	132 000

La consommation du sulfate d'ammoniaque se répartit ainsi :

Consommation et production annuelles du sulfate d'ammoniaque (en tonnes) :

PAYS	Consommation 1909	Consommation 1911	Production 1911
Allemagne	126 000	380 000	400 000
Etats-Unis	36 000	193 000	127 000
Royaume-Uni	68 000	87 000	378 500
Autriche-Hongrie	—	—	85 000
France	52 000	83 000	62 000
Japon	1 000	81 000	4 000
Belgique	19 000	51 000	40 000
Consomat. mondiale	410 000	1 050 000	—

Le sulfate d'ammoniaque, comme le nitrate, est en hausse depuis 1900. En 1900, son prix a varié de 27 francs à 30 fr. 25 à Lille ; en 1911, il a varié de 31 fr. 50 à 35 fr. 35. Actuellement, il dépasse 36 francs.

D'après les évaluations faites par Grandeau en 1911, l'agriculture mondiale a consommé, sous forme de sulfate d'ammoniaque ou de nitrate de soude, 550 000 à 600 000 tonnes d'azote, quantité de beaucoup inférieure à celle qui est emportée par les récoltes ; ceci explique l'intérêt qui s'est attaché à la recherche des procédés permettant d'utiliser l'azote atmosphérique à la fabrication de ces engrais. Cinq au moins de ces procédés sont déjà exploités industriellement, mais le chiffre de production n'est connu que pour le nitrate de chaux de Norvège (procédé Birkeland et Eyde), 25 000 tonnes par an de 1909 à 1911. On a consomme approximativement 78 000 tonnes de cyanamide en 1911.

La statistique des engrais potassiques a été établie facilement, grâce à la bonne organisation des Sociétés allemandes qui exploitent les riches gisements de Stassfurt, d'où viennent la presque totalité des engrais potassiques. Ces engrais sont divers, ce sont : le chlorure et le sulfate de potassium, la kaïnite, la kieserite, la sylvinite et le hartsalz. Toutefois, on peut évaluer très exactement la quantité totale de potasse pure K^2O qu'ils renferment. Les progrès de leur consommation ressortent du tableau ci-dessous :

PAYS CONSOMMATEURS	Quantités de potasse (K^2O) consommée (en quintaux) 1895	1900	1911	Consommation par Km² 1911
Allemagne	598 000	1 172 114	4 223 417	12,05
Etats-Unis	339 072	651 516	2 375 279	1,41
Pays-Bas	25 416	71 060	343 745	16,95
France	50 327	82 286	264 679	0,80
Royaume-Uni	40 884	79 895	212 167	—
Belgique	28 806	36 073	91 007	4,82
Cons. mondiale	1 191 036	2 328 200	8 485 264	—

La France, la Belgique et les Pays-Bas produisent aussi des sels de potasse (principalement du carbonate), provenant, en majeure partie, des salins de betteraves, qui ne sont pas employés exclusivement par l'agriculture. La production de ces sels en 1911, dans ces trois pays, a été respectivement de 11 400, 4 000 et 5 000 tonnes.

La production et la consommation du phosphate de chaux sont données par le tableau ci-dessous :

Consommation du phosphate de chaux (tonnes) :

	1910	1911
Etats-Unis	1 050 000	1 652 000
France	780 000	1 150 000
Allemagne	320 000	831 028
Royaume-Uni	355 000	500 000
Italie	140 000	475 000
Belgique	177 000	280 000
Consommation mondiale	2 815 000	5 668 022
Production mondiale	4 620 690	9 604 260

Les deux principaux pays exportateurs de phosphates sont les Etats-Unis, dont la production a passé de 1 530 952 tonnes en 1900 à 2 858 400 tonnes en 1911, qui en a exporté 1 100 418 tonnes en 1910, et la Tunisie dont l'exportation a passé de 171 288 tonnes en 1900 à 1 566 351 tonnes en 1911.

L'Algérie, qui exportait 49 693 tonnes de phosphates en 1894, en a exporté 332 897 en 1911. Son exportation est quasi stationnaire depuis 1904. La Tunisie exporte des phosphates en France, en Angleterre, en Italie, en Allemagne et jusqu'au Japan (16 764 tonnes en 1910).

Il convient de signaler les progrès de l'extraction des phosphates en Océanie ; elle a passé de 42 125 tonnes en 1901 à 430 000 tonnes en 1911.

La production des phosphates de la France métropolitaine diminue. Elle a passé de 587 919 tonnes en 1900 à 397 908 tonnes en 1909. Nous importons par suite de plus en plus les phosphates d'Algérie et de Tunisie pour la fabrication des superphosphates (695 196 tonnes importées en 1909). La Somme reste notre principal centre de production, 239 210 tonnes en 1910 ; puis viennent l'Oise avec 40 000 tonnes, l'Aisne avec 20 625 tonnes.

Quelques faits saillants ressortent des chiffres précédents.

La France et la Belgique, pays agricoles dont le sol est riche et où l'agriculture a toujours été pratiquée avec soin, consomment des quantités régulièrement croissantes d'engrais, mais cet accroissement est relativement lent et beaucoup moins important que celui de l'Allemagne et des Etats-Unis. Cet accroissement correspond tout naturellement chez nous à la meilleure utilisation du sol, par des cultivateurs plus avisés, qu'imposent les progrès et l'accroissement des besoins de la population. C'est la continuation d'habitudes anciennes, peu modifiées par les besoins de l'heure présente (1). Au contraire, l'énorme accroissement de la consommation d'engrais en Allemagne et aux Etats-Unis correspond à des faits nouveaux.

L'Allemagne, dont les besoins croissent proportionnellement plus vite que sa population, accroissement qui est d'ailleurs énorme, et dont le sol est extrêmement pauvre, ne peut en tirer les aliments qu'il lui faut sans y incorporer les engrais nécessaires en quantités considérables. D'où une consommation énorme de tous les engrais, aussi bien de ceux qui sont importés, comme les nitrates et le phosphate de chaux, que de ceux qui, comme la potasse et les sels d'ammoniaque, sont produits économiquement dans le pays, grâce à l'essor de l'industrie des salines de Stassfurt et de toute l'industrie houillère allemande. L'importance prise en Allemagne par une culture quasi industrielle, celle de la betterave, et cela dans des sols généralement pauvres, explique aussi la grande consommation de nitrates du Chili.

L'accroissement énorme de la consommation d'engrais des Etats-Unis, non seulement pour les phosphates, dont ils sont grands producteurs, mais aussi pour tous les autres, traduit d'abord, comme pour l'Allemagne, un accroissement des besoins d'une population plus nombreuse, ensuite et surtout, un symptôme d'épuisement du sol des grandes plaines à céréales des Etats du Centre. Il y a quelques années encore, ce sol passait pour inépuisable (2) et ces plaines étaient considérées comme le grenier du monde : les Américains espéraient même anéantir l'agriculture de la vieille Europe par le dumping (to dump, verser à pleines charrettes) de leurs produits agricoles. Or, il y a plusieurs années déjà que les Etats-Unis n'exportent plus de viande de boucherie (3) et presque plus de blé : leur cheptel diminue (4) et leurs terres réclament, elles aussi, des engrais, comme les terres épuisées de la vieille Europe.

La faible augmentation de la consommation d'engrais du Royaume-Uni traduit l'état quasi stationnaire de sa production agricole qui ne s'accroît guère, que par le perfectionnement de la culture, car la surface des terres cultivées tend à diminuer. Il n'y a d'exception que pour le sulfate d'ammoniaque, sous-produit de la fabrication du gaz de houille dont le Royaume-Uni est producteur et grand exportateur. Il en exporte jusqu'au Canada, aux Etats-Unis, à Java, en Chine et au Japon.

La forte consommation des Pays-Bas en potasse s'explique par la nature du sol qui, formé d'alluvions où les sables sont abondants et la tourbe fréquente, manque fréquemment de potasse, et cela d'autant plus que le sol fait l'objet d'une culture intensive qui épuise vite cet élément dans presque tout le pays. La facilité de se procurer les engrais potassiques de Stassfurt explique, aussi en partie, cette forte consommation, comme dans tout le Nord de l'Allemagne, dont le sol, à certains égards, ressemble d'ailleurs à celui de certaines parties des Pays-Bas.

D'après ce qui précède, on ne doit guère s'attendre à voir augmenter la production agricole du globe par la mise en valeur de terres nouvelles n'exigeant pas d'engrais. Et cependant, les consommateurs se pressent de plus en plus nombreux et sont de plus en plus exigeants. L'enchérissement de la vie n'est donc point près de cesser, puisque l'humanité ne doit guère compter que sur les terres déjà cultivées et sur l'apport des engrais dans ces terres ; or, cet apport est extrêmement coûteux. Malgré cela, le large emploi des engrais reste encore un des meilleurs moyens d'éviter l'aggravation de la crise de la vie chère qui sévit dans tous les pays.

(1) D'ailleurs, tous les nitrates du Chili qui entrent en Belgique n'y son pas consommés ; une grande partie en est réexpédiée.

(2) La faiblesse des dépenses d'amendement et d'engrais était encore considérée en 1910 comme une des caractéristiques de l'agriculture nord-américaine.

(3) Ils en importent au contraire à l'état congelé, de l'Argentine.

(4) De 1907 à 1912 le nombre des bovins a passé de 51.500.000 à 37.250.000 (*Year Book of the U. S. Depart. of Agriculture, 1912*), soit une diminution de 2.500.000 têtes par an. Les bovins sont en diminution dans tous les Etats, sauf la Floride où le cheptel s'est accru légèrement depuis 5 ans.

Usine Hydroélectrique de Bull-Rünn.

La *Portland Railway, Light and Power Cy*, de Portland, Orégon, est en train de terminer l'aménagement de l'usine hydroélectrique de Bull-Rünn, qui sera alimentée par une dérivation des rivières Big-Sandy et Little-Sandy, et qui sera susceptible de développer une puissance maxima de 25.000 HP sous 98 mètres de chute.

Sur sa plus grande longueur, soit sur 5,6 kilomètres, le canal d'amenée est constitué par un aqueduc en planches de $2^{m}90$ de large sur $1^{m}83$ de haut, reposant sur des charpentes en bois. Pour renforcer cet aqueduc contre la poussée latérale de l'eau, on a disposé, à la partie supérieure, des traverses qui viennent s'appuyer sur les charpentes. On a profité de ces traverses pour y poser deux fils de rails qui servent au déplacement d'un chariot pour l'inspection du canal ou pour le transport des matériaux nécessaires aux réparations de la dérivation. On a nettoyé le terrain sur 60 mètres de chaque côté du canal, afin que celui-ci ne soit pas atteint au cas où un incendie viendrait à se déclarer dans la forêt qu'il traverse.

L'usine contiendra quatre grands groupes électrogènes triphasés de 6.250 HP, et deux groupes plus petits, de 300 HP, pour l'excitation. Les axes de tous ces groupes électrogènes sont disposés en biais par rapport à l'axe longitudinal de l'usine, avec lequel ils font un angle de 45°.

Le courant est envoyé à Portland sous la tension de 60.000 volts au moyen d'une ligne en aluminium.

BIBLIOGRAPHIE

Les Textiles Végétaux, par M. BEAUVERIE, docteur ès-sciences, chargé d'un Cours de botanique appliquée, à l'Université de Lyon. Encyclopédie Lechalas, librairie Gauthier, Villars, quai des Grands-Augustins, 55, Paris.

M. Beauverie, qui nous a donné, il y a quelques années, un très substantiel volume sur *le bois* envisagé à tous les points de vue, continue aujourd'hui l'initiation scientifique de l'industrie française par un traité sur les textiles végétaux.

Cet ouvrage, moitié moins gros que celui que l'auteur avait consacré au bois, ne laisse pas d'être encore d'un volume respectable avec plus de 700 pages.

Bien que la table des matières le divise en trois parties principales, il est en réalité en deux : la première traite en onze chapitres, des propriétés communes à tous les végétaux textiles ; la seconde, composée de quatorze chapitres sur les dicotylédonées et

de onze sur les monocotylédonées, traite des particularités relatives à chaque famille.

Bien que ces sujets semblent en dehors des occupations spéciales des lecteurs de *La Houille Blanche*, je crois devoir cependant leur signaler cet ouvrage pour les raisons suivantes : L'industrie textile use des cours d'eau, notamment pour le rouissage, et il peut y avoir intérêt pour ceux qui emploient l'eau courante à des œuvres mécaniques ou chimiques, à savoir en quoi le rouissage peut les contrarier ou les laisser indifférents. Les pages de M. Beauverie sur ce sujet les renseigneront. De plus, nombre de tributaires de la houille blanche peuvent être filateurs et d'autres sont papetiers ; pour ces derniers, bien qu'ils n'aient pas à fabriquer de textile, il peut leur être utile d'être renseignés sur les fibres végétales. Quant aux premiers, le livre est surtout pour eux. Tous trouveront donc dans le livre de M. Beauverie ample matière d'édification, sans compter nombre d'aperçus pittoresques, par exemple sur la manière dont les Chinois entendent la question des engrais pour la culture de la ramie, matière première indispensable à la fabrication des billets de banque. Le livre de M. Beauverie nous donne à entendre que Vespasien eût accepté ceux-ci au pair avec la monnaie d'or, s'il faut croire ce que dit l'histoire de l'opinion de ce prince sur l'origine des versements faits dans ses caisses !

L'histoire du coton, le plus important assurément des actuels textiles, tient 1/4 du volume, laissant loin derrière lui le lin avec 1/20, le chanvre 1/40 et tous les autres en moindre proportion encore.

M. Beauverie a bien soin de signaler, et cela peut intéresser les papetiers à son livre, les textiles susceptibles de fournir de la pâte à papier, tels que kapok, ramie, mûrier, houblon, genêt d'Espagne, phormium tenax, sansevières, agaves, abalas, alpha, raphia, etc.

Un très abondant index bibliographique termine l'ouvrage à côté de la table des matières et d'un répertoire alphabétique des principaux objets cités dans l'ouvrage.

De nombreuses figures, dont la plupart sont des images de végétaux, de fibres vues au microscope, d'insectes et autres parasites nuisibles, accompagnent le texte. A ce sujet, qu'il me soit permis de formuler le regret qu'on n'ait pas toujours pensé à mettre à côté du dessin une échelle permettant de connaître les dimensions vraies de l'objet représenté.

J'ajouterai aussi qu'en présence des progrès faits dans ces dernières années par la chromolithographie et les impressions typographiques en couleurs, on est étonné qu'il n'y ait pas dans un ouvrage traitant de botanique et d'entomologie une seule image coloriée. L'avenir est pourtant là pour le livre d'enseignement, en même temps qu'avec la photographie en couleurs et la projection lumineuse, dont l'amphithéâtre sera dans un temps très prochain, le procédé de choix pour les démonstrations professorales.

Commandant AUDEBRAND.

Théorie et Calcul des Phénomènes électriques de transition et des oscillations, de Ch. Pr. STEINMETZ, traduit par P. BUNET. In-8° de x-578 pages, avec 102 figures. Dunot et Pinat éditeurs, Paris. Prix broché 22 fr.

Le travail de M. Steinmetz doit son origine à un cours professé à l'*Union University*. Il renferme l'étude des phénomènes qui n'ont été que rarement traités dans les livres, mais qui ont acquis une telle importance que leur connaissance est nécessaire à tout ingénieur-électricien.

Lorsque des centaines de kilomètres de circuits à haute et moyenne tension, de lignes aériennes et de câbles souterrains se trouvent reliés, les phénomènes de capacité distribuée, les effets des courants de charge des ligne et des câbles commencent à prendre une telle importance qu'ils nécessitent une étude approfondie. Certains de ces phénomènes qui n'avaient qu'un pur intérêt scientifique, comme la distribution inégale du courant alternatif dans les conducteurs, la vitesse finale de propagation du champ électrique, etc., méritent maintenant un grand intérêt de la part de l'ingénieur-électricien, car ils se trouvent dans la résistance du rail de retour des chemins de fer monophasés, dans l'impédance effective opposée aux décharges de la foudre dont dépend la sécurité du réseau entier, etc.

Les fonctions transitoires du temps sont étudiées dans la première partie de cet ouvrage ; dans la deuxième partie, on traite les phénomènes transitoires périodiques qui ont pris une certaine importance industrielle dans les redresseurs, dans certains régulateurs, etc. La troisième partie donne la théorie des phénomènes alternatifs en temps et transitoires en distance ; la quatrième et dernière partie a trait aux phénomènes transitoires en temps et distance.

Electrochimie et électrométallurgie, par H. VIGNERON. Un volume de 288 pages avec 82 figures. L. Geisler, éditeur, Paris. Prix 5 fr.

Ce livre présente à la fois un exposé clair et précis des lois fondamentales de l'électrolyse et une étude très complète des applications réalisées. L'examen approfondi des questions économiques ou techniques qui se posent dans chaque industrie et la recherche de l'influence qu'elles ont sur leur évolution constitue une des caractéristiques de cet ouvrage qui comprend trois parties principales :

La première partie est consacrée à la théorie de l'électrolyse. L'auteur indique notamment les résultats remarquables obtenus par Nernst, et peu connus en France.

La seconde partie traite des produits obtenus par électrolyse (Chlore, alcalis, chlorates, hypochlorites, zinc, cuivre, or, argent, etc.) et de leurs applications (zincage, cuivrage, galvanoplastie, etc.)

La troisième partie est consacrée aux fours électriques et à leurs divers emplois. On y trouvera décrits en détail tous les fours actuellement en usage, et des études très complètes sur la fabrication de la fonte au four électrique, la préparation des mattes cuivreuses, des carbures, des siliciures, l'industrie de l'aluminium, etc. Un chapitre spécial est consacré à la fixation de l'azote atmosphérique.

Enfin, l'azote et ses applications forment la matière d'une quatrième partie.

Recueil de problèmes et applications sur l'électricité, par A. PODEVYN, ingénieur, professeur d'électricité. Comprenant le calcul de la force, des groupements, de la lumière, des batteries d'accumulateurs, du prix de revient, etc., aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif. H. Desforges, éditeur, 29, quai des Grands-Augustins, Paris. 1 vol, in-12 broché, avec 43 figures 1912. Prix 12 francs.

Ce Recueil de problèmes et applications sur l'électricité comble une lacune. Les électriciens connaissent généralement le montage, les manœuvres de tableaux, etc., ils savent en expliquer le fonctionnement ; mais ils sont souvent fort embarrassés quand ils doivent résoudre le moindre problème qui leur est posé.

Les problèmes ont tous été conçus d'une façon essentiellement pratique et, afin de faciliter la tâche des élèves, l'auteur a employé la méthode par *formules préliminaires* et *problèmes-exemples* qui lui a toujours donné les meilleurs résultats ; cette méthode est propre à son enseignement et lui appartient. Il passe en revue des problèmes et applications sur les sujets les plus élémentaires, pour arriver graduellement à des problèmes plus compliqués, et pour finir par le calcul d'éclairage de maisons, hôtels, villes, etc., aussi bien par le système continu que par le système alternatif.

Ce recueil est, en quelque sorte, le complément de son *Cours pratique d'Electricité*.

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE

Imprimerie PAUL LEGENDRE ET Cie, 14, rue Bellecordière Lyon