

7

REVUE
DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE
ET DE LEURS APPLICATIONS INDUSTRIELLES

SOMMAIRE DU N° II

P. Bunet : Les moteurs à courant alternatif.

E. Beauvais : L'Or.

Revue mensuelles : Physique. — Chimie. — Electrochimie. — Bibliographie.

LES MOTEURS A COURANT ALTERNATIF ⁽¹⁾

par PAUL BUNET.

b) *Moteurs synchrones.*

A part quelques types peu répandus, les moteurs synchrones à courants alternatifs polyphasés sont des appareils identiques aux dynamos génératrices employées généralement. Une partie inductrice est excitée avec du courant continu et produit des pôles alternativement nord et sud. Un induit reçoit des enroulements décalés les uns par rapport aux autres de $\frac{1}{n^{\text{ème}}}$ de l'intervalle entre deux pôles de même nom et est traversé par les n courants polyphasés, chacun parcourant un enroulement. L'inducteur ou l'induit peuvent être mobiles; en général, il vaut mieux avoir l'induit fixe, ses enroulements étant plus délicats; de plus, l'on n'a pas à faire passer par des bagues le courant alternatif qui est très souvent à tension élevée.

Un moteur synchrone est caractérisé par ce fait que le mouvement relatif de l'induit et de l'inducteur est tel qu'il y a un déplacement

(1) Voir *Rev. Phys. et Chim.*, 5^e année, p. 241 et 349.

relatif rigoureusement égal à la distance entre deux pôles de même nom pendant un temps égal à la durée d'une période. Le moteur est alors dit *accroché*.

S'il en était autrement, la force contre-électromotrice développée par le moteur s'ajouterait à certain moment à celle du réseau de telle sorte que le moteur deviendrait génératrice et baisserait par conséquent de vitesse puisqu'il aurait à produire de l'énergie; il arriverait un moment où l'appareil aurait une force contre-électromotrice opposée à celle du réseau et redeviendrait moteur. Il peut arriver qu'il reçoive à ce moment assez d'énergie pour compenser la force vive perdue; il se remet alors en phase comme un engrenage en mauvais état qui aurait sauté une dent. Si au contraire il ne peut recevoir assez d'énergie, la vitesse peut encore baisser et le moteur se *décrocher*.

La machine est donc tout à fait synchrone ou bien ne tourne pas. C'est une qualité très précieuse sur laquelle il n'est pas besoin d'insister, l'obtention d'un moteur à vitesse constante étant bien souvent avantageuse.

La vitesse se détermine facilement au moyen de la fréquence et du nombre de pôles. Avec 40 périodes par seconde, ou 2.400 à la minute, un moteur à 2 pôles tourne à 2.400 tours, avec 4 pôles à 1.200, avec 6 pôles à 800... avec 40 pôles à 120 tours par minute.

La vitesse est absolument fixée par la fréquence, mais le moteur est aussi soumis à une autre loi; on doit en effet avoir $\Sigma \frac{d\Phi}{dt}$ égal à la force contre-électromotrice (en négligeant la chute de tension dans les conducteurs); cette loi peut se mettre sous la forme $K\Phi\omega = E$ où K est une constante de construction, Φ le flux émané d'un pôle, ω la vitesse angulaire, E la force contre-électromotrice. Dans un moteur à courant continu, on peut régler Φ facilement au moyen du courant d'excitation en faisant varier la vitesse en même temps que le flux. Ici il n'en est pas de même, la vitesse est invariable. Il faut donc que Φ soit le même, quel que soit le courant d'excitation. Ce courant d'excitation peut être juste suffisant pour donner les ampère-tours nécessaires pour vaincre la résistance magnétique, ou insuffisant, ou trop considérable.

S'il est juste ce qu'il faut, tout le flux sera créé par l'inducteur, l'induit n'aura pas à en créer dans la même direction. Le courant

parcourant cet induit produira un flux tournant par rapport aux spires, comme nous l'avons vu plus haut en étudiant les moteurs asynchrones, la disposition des circuits étant la même que celle que l'on emploie dans ces moteurs. Il faudra pour que ce flux n'agisse pas sur le flux inducteur qu'il soit en quadrature avec lui, ou décalé d'un quart de période. On aura une réaction d'induit transversale analogue à celle que l'on a dans les machines à courant continu avec balais à la ligne neutre, produisant un flux sortant entre les pièces polaires, qui n'agit sur le flux inducteur que par suite de causes secondaires comme les différences de saturation magnétique aux deux extrémités de chaque pièce polaire. Or le flux de l'induit est en phase avec le courant traversant l'induit; le courant induit est donc décalé d'un quart de période avec le flux inducteur. La force contre-électromotrice $\frac{d\Phi}{dt}$ est aussi décalée d'un quart de période avec le flux inducteur. Le courant induit est donc en phase avec la différence de potentiel appliquée. Le facteur de puissance est égal à 1 et il n'y a pas de courant déwatté.

Si l'on diminue le courant d'excitation, la charge du moteur restant constante, en plus du courant watté, l'induit absorbe du courant déwatté. Le facteur de puissance n'est plus égal à 1. Autrement dit, le courant se décale sur la différence de potentiel de telle sorte que l'induit produise un flux ayant une composante additive dans le sens du flux inducteur de manière que la loi $K\Phi\omega = E$ soit satisfaite. L'induit doit produire un flux dans le sens tel qu'il crée une partie de la force contre-électromotrice; c'est la même chose que si l'on augmentait sa self-induction, le courant est décalé en arrière de la différence de potentiel appliquée. Si, au contraire, on augmente le courant d'excitation, le flux induit doit avoir une composante soustractive dans le sens du flux inducteur. Le courant se décale encore, mais en sens inverse, le flux induit étant en partie opposé à celui qui crée la force contre-électromotrice; c'est la même chose que si l'on rendait négative la self-induction, c'est-à-dire si l'on intercalait un condensateur dans le circuit. Le courant est décalé en avant de la différence de potentiel appliquée.

Lorsque l'on fait varier l'excitation d'un moteur synchrone à charge fixe et que l'on observe le courant absorbé par l'induit, on voit qu'il passe par un minimum lorsque l'inducteur produit tout le flux et qu'il augmente par une diminution ou une augmentation du

courant d'excitation, une certaine quantité de courant déwatté se superposant au courant watté.

Un moteur surexcité décale le courant en avant. On utilise souvent cette propriété pour réduire l'effet de la self-induction d'un réseau qui décale le courant en arrière de la force électromotrice.

Un désagrément des moteurs synchrones est qu'il faut avoir du courant continu pour les exciter; mais il y a d'autres points plus désavantageux, autrement la constance de leur vitesse et le réglage facile du facteur de puissance les feraient préférer la plupart du temps aux moteurs asynchrones.

Si les alternateurs livrant le courant alternatif ne sont pas à vitesse instantanée absolument constante, c'est comme s'il y avait de continues variations de la fréquence. Il faudrait que le moteur suive ces variations; mais son inertie s'y oppose plus ou moins. Le courant qu'il absorbe varie continuellement, ou, comme l'on dit, le moteur « pompe ». Ce pompage a pour inconvénient d'amener des fluctuations sur le voltage général du réseau; de plus, s'il devient trop considérable, le moteur se décroche. On est donc conduit à mettre des volants énormes aux dynamos génératrices. Le pompage et le décrochage peuvent être bien diminués si l'on munit le moteur d'amortisseurs préconisés par M. Maurice Leblanc. Sous leur meilleure forme, ils consistent à passer dans des trous pratiqués dans l'inducteur près de la circonférence, le plus près de l'induit possible, des barres de cuivre réunies par des cercles formant « cage d'écureuil ».

L'induit, comme nous l'avons vu, produit un champ tournant. Lorsque le mouvement relatif de l'inducteur et de l'induit est synchrone avec les courants alternatifs, ce flux tournant est fixe par rapport aux inducteurs et à l'amortisseur. Ce flux n'induit donc aucune force électromotrice dans l'amortisseur qui n'est traversé par aucun courant. Si le mouvement retarde ou avance par rapport aux courants alternatifs, le flux, tournant toujours synchroniquement avec ces courants, induit des courants énergiques dans l'amortisseur, puisqu'il se déplace dans un sens ou dans l'autre par rapport à celui-ci. Si le moteur est en avance, il devient génératrice asynchrone, ce qui diminue son couple. Si le moteur est en retard, le système induit-cage d'écureuil constitue un moteur asynchrone donnant une addition de couple moteur. L'emploi de pièces polaires en fer massif constitue un amortisseur quelquefois assez efficace.

Le désagrément capital des moteurs synchrones, c'est leur

démarrage. Lorsque le moteur est en repos, son induit produit un champ tournant dans l'espace, dès que l'on y envoie des courants polyphasés; l'inducteur produit un champ fixe. Pour que le moteur tourne, nous avons vu qu'il faut que ces deux flux soient accrochés ensemble d'une manière bien déterminée. Or, le champ produit par l'induit tourne avec une vitesse assez grande pour que le moteur ne puisse généralement le suivre à cause de son inertie et de celle des appareils qu'il met en mouvement. Cependant, si l'on abaissait considérablement la vitesse des alternateurs livrant le courant pour réduire la vitesse du champ tournant au moment du démarrage, on pourrait arriver à mettre en marche un moteur synchrone; mais cette opération est impossible si le moteur n'est pas seul sur le réseau. Un moteur synchrone muni d'amortisseurs, que l'on n'excite pas, constitue un moteur asynchrone qui, comme nous l'avons vu, peut démarrer. Lorsqu'il est lancé, si l'on introduit le courant d'excitation, il peut souvent s'accrocher. Mais on retombe dans les inconvénients des moteurs asynchrones qui exigent une cage d'écurie résistante pour démarrer convenablement; d'autre part, la cage d'écurie doit être la moins résistante possible pour être efficace comme amortisseur. Il faudrait donc un amortisseur à résistances variables, ce qui complique beaucoup la question.

Aussi, les moteurs synchrones sont-ils le plus souvent réservés à des applications spéciales. Par exemple, on fait souvent des transformateurs de courant alternatif en courant continu, constitués par un moteur synchrone actionnant une dynamo. On démarre alors en envoyant du courant continu dans la dynamo, pour lancer le système.

On emploie souvent un induit tournant et une tension faible. Le courant alternatif est amené à des bagues; l'induit porte aussi un petit collecteur sur lequel appuient des balais donnant le courant continu nécessaire à l'excitation. On lance la machine à vide en moteur asynchrone, puis on ferme l'excitation et elle se synchronise. On applique ensuite la charge par un embrayage ou une disposition mécanique analogue.

Comme, dans les moteurs synchrones, la création d'un champ tournant n'est pas ce que l'on a principalement en vue, on peut se permettre de ne produire qu'un champ tournant irrégulier. On peut donc mettre peu de bobines sur l'induit et isoler soigneusement chacune d'elles; il est donc facile de faire des moteurs synchrones à

haute tension, comme des alternateurs. Les moteurs asynchrones, au contraire, ont besoin de beaucoup de bobines, tous les fils devant être placés le plus près possible les uns des autres. Les difficultés de l'isolement font souvent alors préférer les moteurs à basse tension. Il faut alors employer un transformateur intermédiaire entre la ligne et le moteur si la ligne est à haute tension.

2° MOTEURS A COURANT ALTERNATIF SIMPLE.

Le courant alternatif simple est moins avantageux que les courants polyphasés pour la transformation en énergie mécanique. En effet, la puissance transmise par un courant $\sin \omega t$ est proportionnelle à $\sin^2 \omega t$ et est par conséquent variable, en passant par 0 deux fois par période. La puissance transmise par les courants polyphasés est au contraire constante : pour des courants biphasés $\sin \omega t$ et $\cos \omega t$, la puissance est proportionnelle à

$$(\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t) = 1;$$

pour des courants triphasés,

$$\sin \omega t, \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right), \sin \left(\omega t + \frac{4\pi}{3} \right),$$

ce sera

$$\sin^2 \omega t + \sin^2 \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right) + \sin^2 \left(\omega t + \frac{4\pi}{3} \right) = \frac{3}{2}, \text{ etc.}$$

Ces sommes de sinus carrés sont toujours indépendantes de ωt .

Les moteurs à courant alternatif simple ne pourront donc recevoir un couple constant; de plus, on ne peut pas créer facilement un champ tournant. Cependant on fait des moteurs à courant alternatif simple en utilisant les propriétés du champ tournant en se servant du principe suivant.

Un flux alternatif est équivalent à deux flux tournants, égaux de vitesses égales et opposées. En effet, un flux alternatif peut être représenté par $\Phi \cos \omega t$.

Si on prend deux flux égaux à $\frac{\Phi}{2}$ tournant aux vitesses ω et $-\omega$, coïncidant au temps $t = 0$, leur résultante sera

$$\frac{\Phi}{2} \cos \omega t + \frac{\Phi}{2} \cos (-\omega t) = \Phi \cos \omega t.$$

Le flux produit par un courant alternatif pouvant être décomposé en deux flux tournant en sens inverse, si on peut parvenir à en

supprimer un, on pourra faire des moteurs à champ tournant analogues à ceux qui sont alimentés par des courants polyphasés.

a) *Moteurs asynchrones.*

Si l'on prend un moteur asynchrone comme ceux que nous avons décrits plus haut, et que l'on y envoie du courant alternatif simple, cet appareil sera traversé par deux champs tournants, l'un de vitesse $+\alpha$, l'autre de vitesse $-\alpha$. Ce moteur ne pourra démarrer, ces deux champs étant égaux et tendant à faire tourner l'arbre dans des sens différents. Mais si on lui donne une vitesse β soit en le tirant à la main, soit en le balançant par un procédé quelconque, l'un des champs acquerra une vitesse $\beta + \alpha$ par rapport à l'induit, l'autre une vitesse $\beta - \alpha$. Ils'en suivra des courants superposés dans l'induit de fréquence $\beta + \alpha$ et $\beta - \alpha$, avec des forces électromotrices proportionnelles aux vitesses, c'est-à-dire aussi à $\beta + \alpha$ et $\beta - \alpha$. Si la self-induction est faible, les courants de fréquence $\beta + \alpha$ seront considérables et auront pour effet de réduire considérablement le flux $\beta + \alpha$ (les courants induits s'opposant aux variations de flux). Au contraire $\beta - \alpha$ est beaucoup plus faible, et les courants de cette fréquence sont beaucoup moins intenses et laissent passer le flux $\beta - \alpha$. Le moteur continuera alors à tourner dans le sens dans lequel il a été lancé.

Pour les petits moteurs, on fait souvent ainsi. On ferme le courant sur l'inducteur et on tire sur la courroie jusqu'à ce que le moteur parte.

Pour les appareils plus puissants, on emploie divers artifices.

On peut d'abord faire sur le moteur un enroulement ou des prises de courant spéciaux pour le démarrage. Si on fait, par exemple, un enroulement supplémentaire tel que, parcouru par un courant décalé de 90° (courants biphasés) avec le courant alternatif, il donne un flux tournant, on pourra envoyer dans l'enroulement principal le courant alternatif, et dans l'autre ce même courant décalé par une bobine de self-induction. On obtiendra ainsi un flux tournant, mauvais il est vrai, mais suffisant pour assurer le démarrage sous charge réduite.

Dès que le moteur a acquis une certaine vitesse, on coupe le courant dans l'enroulement supplémentaire; puis on applique la charge par un embrayage.

M. Ricardo Arno a trouvé que si l'on fait un induit à résistances variables, comme ceux dont nous avons parlé plus haut, on pourra trouver des résistances telles que si l'on envoie simplement du courant alternatif simple dans l'inducteur; il faudra imprimer une vitesse initiale β extrêmement faible pour que le moteur continue à tourner.

M. Maurice Leblanc a eu l'idée de disposer dans l'entrefer un écran constitué par un cylindre de cuivre que l'on fait tourner à la vitesse de synchronisme à l'aide d'un petit moteur synchrone auxiliaire. Cet écran est par conséquent fixe par rapport à l'un des plus tournants en lesquels on peut décomposer le flux alternatif, tandis que l'autre qui a par rapport à lui une vitesse égale au double de celle correspondant au synchronisme y induit des courants annulant ce flux.

On obtient donc les mêmes couples de démarrage que ceux des moteurs à courants polyphasés. Malheureusement cet écran tournant a pour effet d'augmenter considérablement l'entrefer du moteur et par conséquent diminuer le facteur de puissance, augmenter les fuites magnétiques, de telle sorte qu'un tel appareil devient peu pratique.

Un moteur asynchrone à champ tournant alimenté par des courants alternatifs simples est donc mauvais au point de vue du démarrage. Une fois lancé, il jouit des propriétés analogues à celles des moteurs à courants alternatifs polyphasés. Mais l'induit devant toujours être parcouru par des courants s'opposant au flux de fréquence $(\beta + \alpha)$ qui n'ont aucun effet utile, l'échauffement est plus grand et le rendement plus mauvais.

M. Maurice Leblanc a préconisé la transformation du courant alternatif simple en courant biphasé au moyen d'un condensateur décalant le courant en avant de la différence de potentiel et d'une bobine self-induction décalant de courant en arrière. C'est le meilleur moyen, au moins théoriquement, pour faire de bons moteurs à champ tournant alimentés par du courant alternatif simple.

Mais les condensateurs ne sont pas des appareils assez industriels pour l'instant et il y a peu d'applications de ce principe.

Il existe une autre espèce de moteurs asynchrones à courant alternatif simple n'utilisant pas les propriétés du champ tournant, et encore plus asynchrones que les précédents en ce sens qu'ils sont extrêmement peu affectés dans leur vitesse par le changement de

fréquence. Ces moteurs sont identiques à des moteurs à courant continu, à part quelques légères différences.

On sait que si l'on change à la fois le sens du courant dans l'induit et dans l'inducteur d'un moteur à courant continu, son sens de rotation n'est pas changé. Si on alimente un tel moteur par du courant alternatif, son couple sera toujours de même sens. L'inducteur doit être fait en tôles isolées les unes des autres, puisqu'il est traversé par un flux alternatif. Si on fait un enroulement en dérivation, la self-induction considérable de cet enroulement décale les courants traversant l'induit et l'inducteur, et, par conséquent, réduit le couple moyen. Aussi les moteurs de ce genre sont-ils toujours excités en série, le démarrage et les variations de vitesses sont analogues à ce que l'on obtient avec du courant continu.

Nous estimons qu'un tel appareil en tenant compte de la marche en vitesse, du démarrage, du rendement, etc., peut constituer un excellent moteur à courant alternatif, même en le comparant aux moteurs à courants polyphasés.

Malheureusement toutes les applications qui en ont été faites l'ont été dans de mauvaises conditions, et celles que l'on peut voir montrent une commutation bien inférieure à celle des moteurs à courant continu.

En effet, quand une spire est en court circuit par les balais, elle est le siège d'une force électromotrice qui peut être considérable du fait de la variation générale du flux, qui est alternatif. Il faudrait donc s'arranger pour que ce flux ne variât que peu pendant le temps du court circuit par les balais. Or c'est précisément le contraire qui existe généralement.

b) *Moteurs synchrones.*

Les moteurs synchrones sont analogues aux alternateurs et en général on peut en dire les mêmes choses que ce que nous avons dit pour les moteurs à courants polyphasés.

Il faut les lancer pour qu'ils démarrent, mais à l'inverse des moteurs à courants polyphasés, ce peut être indifféremment dans un sens ou dans l'autre.

On peut les démarrer en employant les mêmes artifices que nous avons vu pour les moteurs asynchrones à courant alternatif simple, et les moteurs synchrones à courants polyphasés, en combinant les différents dispositifs que nous avons indiqués.

Les circuits amortisseurs peuvent être employés; mais lorsque le moteur sera complètement en synchronisme, un des deux flux tournants en lesquels se dédouble le flux alternatif de l'induit, se déplacera par rapport à cet amortisseur avec une vitesse égale au double de celle du moteur et induira des courants qui annuleront ce flux. Ceci aura l'avantage de diminuer la réaction d'induit, mais on devra prévoir ces amortisseurs très peu résistants avec une grande quantité de cuivre pour ne pas absorber une trop grande puissance et ne pas trop chauffer.

Quoique cela se fasse souvent, l'emploi de pièces polaires massives n'est pas très recommandable, car elles chauffent assez considérablement en faisant offices d'amortisseurs trop résistants.

L'OR ⁽¹⁾

par E. BEAUVAIS.

TRAITEMENT DES CONCENTRÉS

Les concentrés produits par les appareils précédemment décrits doivent tenir normalement de 50 à 90 % de sulfures. Comme nous n'avons considéré que le traitement des quartz aurifères normaux, les sulfures sont composés presque totalement de pyrite, ou de pyrite arsénicale suivant les gisements; ils tiennent parfois quelques centièmes de chalcopryrite ou de galène, mais en proportion trop faible pour gêner d'une façon notable le traitement subséquent.

Il reste donc dans les concentrés de 10 à 40 % de quartz provenant soit de l'imperfection de la concentration, soit qu'ils aient été laissés intentionnellement dans le but de faciliter le traitement.

Les concentrés sont actuellement traités de trois façons: par *chloruration*, par *cyanuration*, par *fusion*.

Ce dernier mode est appliqué dans le cas où les concentrés tiennent une forte proportion de chalcopryrite ou de galène, ou lorsqu'on les emploie pour former les lits de fusion dans le traitement des mi-

(1) Voir *Rev. Phys. Chim.*, 5^e année, p. 448.

nerais cuivreux ou plombeux : nous ne nous occuperons donc pas de ce cas spécial.

La *cyanuration* des concentrés est très peu employée. Comme l'on traite fréquemment les tailings par cyanuration, il est plus simple, dans ce cas, de ne pas concentrer et de traiter la masse totale directement; nous examinerons donc ces procédés en nous occupant du traitement des tailings.

La *chloruration* est actuellement le mode de traitement le plus employé pour les concentrés.

Chloruration. — Les diverses méthodes de chloruration consistent dans la transformation de l'or en chlorure par l'action du chlore gazeux ou de dissolutions mettant facilement le chlore en liberté.

Le minerai doit préalablement être grillé.

Grillage. — Le grillage a pour but d'éliminer la majeure partie du soufre, de l'arsenic et de l'antimoine, de transformer les métaux en oxydes; la consommation du chlore se trouve être ainsi théoriquement celle nécessitée par l'attaque du métal précieux.

Le grillage oxydant est généralement terminé en grillage chlorurant, par suite de l'addition du sel marin dans le four de grillage.

Les diverses réactions du grillage tant oxydant que chlorurant ont été étudiées ici d'une façon très complète (1); nous n'y reviendrons donc pas.

Le grillage doit être conduit très modérément au début, surtout si, dans les concentrés, il y a de la galène qui a tendance à former des mattes fusibles échappant par suite au grillage. A mesure que le grillage s'avance, la température est élevée, puis vers la fin l'on ajoute le sel marin, généralement 2 à 6 % des concentrés traités, et l'on donne un coup de feu avant de terminer, de façon à se débarrasser le plus possible du sulfate de protoxyde de fer qui, formé pendant la première partie du grillage, augmenterait considérablement la consommation du chlore.

Le résultat du grillage bien conduit est l'élimination presque complète du soufre, de l'arsenic et de l'antimoine; le fer doit être entièrement peroxydé; l'argent et les bas métaux sont à l'état de chlorures, l'or seul restant à l'état métallique.

(1) *Rev. Phys. Chim.*, 5^e année, p. 193. — G. GIN. Contribution à l'étude du traitement des minerais complexes.

Quels que soient les appareils employés, la marche du grillage et ses résultats sont les mêmes.

Le grillage s'effectue soit au four à réverbère, soit aux fours rotatifs, soit au four Stetefeld.

Les fours à réverbère sont employés généralement et surtout dans les régions où le coût de la main-d'œuvre n'est pas trop élevé.

Le four à réverbère ordinaire à une seule sole rectangulaire a l'inconvénient d'exiger une main-d'œuvre considérable, et d'entraîner une forte consommation de combustible; on emploie généralement le four à réverbère dit continu, dont la construction presque identique est également très simple. Il est caractérisé par une sole très longue atteignant parfois 30 mètres; la masse de concentrés y est travaillée en trois ou quatre parties distinctes, comme dans un four à plusieurs soles. Le minerai chargé près du rampant est étalé sur la première partie, il s'y sèche et s'y chauffe; la combustion y commence à température très basse; il est repoussé sur la partie centrale, brassé et étalé; le grillage s'y continue; lorsqu'il est à peu près terminé, il est additionné de sel marin dans la proportion voulue et repoussé vers l'autel pour y recevoir le coup de feu final destiné à décomposer le sulfate de protoxyde de fer et parfaire le grillage.

Les concentrés grillés sont déchargés dans une chambre généralement située sous la sole; en même temps qu'ils s'y refroidissent, la chloruration s'y continue d'elle-même, dans le minerai accumulé. Il y a une grande économie de combustible réalisée par l'emploi du four à réverbère continu; la main-d'œuvre est encore considérable par suite du transport par rablage du minerai d'un bout à l'autre de cette longue sole.

Les fours à soles superposées exigent moins de main-d'œuvre; mais sont d'une construction beaucoup plus délicate.

Ils sont formés de deux ou trois soles superposées; le minerai chargé sur la sole du haut est de là envoyé sur la seconde, puis sur celle du bas, où il subit le coup de feu final; lorsqu'il n'y a que deux soles, le minerai est préalablement séché à part ou plus simplement sur la partie supérieure du four: le travail y est conduit exactement comme dans le four à réverbère continu; la chute du minerai d'une sole à l'autre facilite la division des masses spongieuses qui peuvent se former pendant le grillage.

La capacité de production de tous ces fours à réverbère est variable suivant la nature du minerai traité. S'il s'agit d'un minerai simple-

ment pyriteux, le grillage peut être effectué convenablement en 8 heures; mais s'il contient de l'arsenic ou de l'antimoine, un séjour de 16 ou 24 heures dans le four peut devenir nécessaire, la première partie du grillage devant être effectuée très lentement.

Dans certains fours à réverbère, le travail de grillage se fait automatiquement; tels sont :

Le four de grillage de O'hara, qui est formé de deux soles rectangulaires superposées; des chaînes sans fin entraînent des séries d'outils, rables, crochets, houes, destinés à brasser les concentrés étalés sur les soles. Le minerai est alternativement repoussé vers le centre et vers les parois du four et progresse d'une façon lente et continue du rampant vers l'autel. Le chargement se fait automatiquement vers le rampant, et le déchargement s'effectue de la même façon vers l'autel. Le sel est ajouté de même au point voulu. La chute du minerai d'une sole à l'autre casse les mattes.

Un seul ouvrier suffit à alimenter le four en combustible; divers foyers sont placés sur les côtés du four et réglés de façon que la température aille en croissant de l'entrée à la sortie.

Le four à sole circulaire tournant de Parker réalise le brassage d'autre façon, mais sa capacité est très faible.

Puis viennent les fours rotatifs, dans lesquels la sole plate du réverbère est remplacée par un cylindre horizontal tournant autour de son axe; le plus employé de ces appareils est *le cylindre de Brückner*. Il est formé d'une enveloppe en tôle d'environ un centimètre d'épaisseur; le diamètre extérieur est de 1^m,60 à 2 mètres pour une longueur de 3^m,50 à 6 mètres; les extrémités ne présentent qu'une ouverture centrale de 0^m,60 de diamètre; ces ouvertures correspondent d'un côté à une ouverture semblable pratiquée dans la paroi du foyer et de l'autre à la cheminée ou aux chambres à poussières qui la précèdent.

Le cylindre porte deux rails circulaires roulant sur des galets; du côté du foyer est ajouté extérieurement une roue dentée engrenant avec un pignon qui lui communique le mouvement de rotation.

Des tubes de fer traversent le four et sont destinés à brasser continuellement la charge.

Le cylindre est revêtu intérieurement d'excellentes briques réfractaires, en forme de voussoir, ou portant des moulures formant ancrage; le mortier pour les joints est formé d'argile réfractaire et d'anciennes briques pilées. Le brassage continu et violent du

minerai produit beaucoup de poussières qui sont entraînées par les gaz chauds; il est donc nécessaire, à la suite de ces fours, de leur faire traverser des chambres de dépôt où les poussières qui s'y accumulent représentent parfois 25 % de la charge.

Le chargement et le déchargement s'effectuent par des ouvertures ménagées dans la paroi.

Pour le chargement, ces ouvertures sont amenées à la partie supérieure et des trémies situées au-dessus y déversent le minerai.

Pour le déchargement, les ouvertures étant démasquées, on fait tourner le cylindre à sa plus grande vitesse; le minerai grillé tombe peu à peu dans un wagonnet situé en dessous.

Pour le travail, les minerais pulvérisés sont introduits dans le four porté au rouge sombre; la porte fermée et lutée, le cylindre est mis en mouvement à raison d'un demi-tour par minute; on admet le plus d'air possible pour activer la combustion du soufre, le feu étant tenu bas dans le foyer. Quand la combustion est à peu près terminée, on force graduellement le feu pour amener le four au rouge; le sel est ajouté par la porte de chargement; puis le four est remis en marche; le sel réagit vivement sur les sulfates formés, le chlore gazeux se dégage et son odeur devient sensible un peu avant que le grillage ne soit terminé.

On surveille la marche de la chloruration par des essais faits sur des échantillons prélevés dans le cylindre.

Le four rotatif de Brückner a été modifié de diverses façons.

Le four d'Hoffmann en diffère en ce qu'il est muni d'un foyer à chaque extrémité; l'on chauffe alternativement par l'un et par l'autre.

Dans le *four de Howell*, le cylindre a été allongé et incliné de façon à le rendre continu, le chargement s'effectuant par une extrémité et le déchargement par l'autre.

Le four Stetefeld est d'un principe différent de tous les fours précédents; c'est un puits où circulent les gaz chauds d'un foyer et dans lequel tombe continuellement en pluie le mélange de minerai pulvérisé sec et de sel.

Dans les quelques secondes que dure la chute, le minerai est oxydé et chloruré, cette dernière opération s'achevant dans la masse du minerai accumulé à la base. La hauteur d'un tel four est de 10 à 15 mètres sur 1^m,50 de côté; c'est en somme une cheminée. Ces fours doivent être suivis de chambres à poussières. Jusqu'à présent ils n'ont guère été employés que pour le traitement de minerais auro-

argentifères, et si le résultat du traitement a été bon pour l'argent, les pertes en or ont souvent été énormes.

Le débit de ces fours est très considérable : 60 tonnes environ par jour.

Le grillage chlorurant a donc transformé au moins en partie l'argent et les bas métaux en chlorures ; il y a lieu d'achever cette chloruration par la transformation de l'or en chlorure et de procéder à la lixiviation.

Méthode Plattner. — Ce procédé, le plus ancien de tous, est celui le plus généralement employé ; il consiste dans l'attaque de l'or des sulfures grillés par le chlore gazeux, puis dans la dissolution par l'eau des chlorures, et finalement la précipitation du métal précieux dans les solutions.

Les sulfures grillés sont traités dans des bacs en bois goudronnés munis d'un faux fond portant un filtre formé de quartz et de sable grossier ou de toiles spéciales.

Le minerai, parfois humecté d'environ 3 % d'eau, y est chargé à travers un tamis qui assure une répartition égale de la masse et retient les débris de ferraille contenus dans les concentrés et dont la présence risquerait d'amener une précipitation de l'or dans les bacs de chloruration.

Pendant le chargement, il faut éviter avec soin de tasser la masse ; le tassement même partiel gênerait la circulation du chlore et retarderait la filtration des solutions.

Les bacs, presque pleins, sont fermés par un couvercle que l'on lute soigneusement.

Le chlore gazeux est introduit dans le faux fond ; le gaz est envoyé jusqu'à ce qu'il arrive en abondance à la partie supérieure de la charge et on l'y laisse pendant au moins vingt-quatre heures.

Le chlore nécessaire à l'attaque est produit dans un appareil en plomb à fermeture hydraulique, muni d'un agitateur en bois, d'un siphon pour l'introduction de l'acide et de l'eau, et d'une tubulure pour le dégagement du chlore. Il est placé dans un bain de sable chauffé directement par les flammes d'un foyer spécial.

Le bioxyde de manganèse et le sel marin nécessaire pour le traitement d'au moins une charge y sont placés ; puis, l'appareil étant fermé, l'on ajoute l'eau et l'acide par le siphon au fur et à mesure des besoins de chlore. Le gaz est purifié par barbottage dans l'eau, dans des laveurs en plomb ou en verre, de manière à être complète-

ment débarrassé d'acide chlorhydrique, qui risquerait de produire de l'hydrogène sulfuré au contact de sulfures pouvant rester dans le minerai grillé, ce qui pourrait amener la précipitation de l'or dans le bac de traitement.

L'attaque étant jugée complète, on introduit de l'eau dans le bac ; elle s'écoule par filtration ; un tuyau de caoutchouc la conduit du faux fond dans les baquets de précipitation. Le lavage est continué jusqu'à ce que les solutions ne tiennent plus de trace d'or. Souvent les dernières eaux de lavage sont mises à part pour servir au traitement d'une charge suivante.

Les bacs de précipitation sont construits en bois et parfois doublés de plomb. La précipitation est généralement effectuée par l'action du sulfate ou du chlorure ferreux préparés dans l'usine par l'action de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique sur de la ferraille contenue dans un tonneau à peu près rempli d'eau.

La solution est employée en léger excès ; on laisse décanter jusqu'à ce qu'on n'aperçoive plus la couleur de l'or en suspension dans l'eau, ce qui exige souvent vingt-quatre heures. Le liquide surnageant est ensuite conduit sur un filtre de charbon de bois ou de copeaux chargés de retenir les dernières parcelles d'or qui auraient pu être entraînées.

La décantation achevée, l'on envoie dans le bac les eaux de lavage d'une autre charge et l'opération est recommencée.

Le nettoyage du bac s'effectue lorsque l'on juge suffisant la quantité d'or contenue, généralement tous les quinze jours.

On se débarrasse des sels de fer contenus dans le dépôt par un lavage à l'acide chlorhydrique produit dans le bac même par l'action de l'acide sulfurique sur une solution de sel marin ; après décantation, le précipité boueux est envoyé dans des filtres ; séché et fondu au creuset avec les fondants appropriés, l'or est généralement au titre de 0,800.

Les bacs d'attaque du minerai peuvent être modifiés de bien des manières pour diminuer la main-d'œuvre ; on les a parfois montés sur tourillons pour faciliter le déchargement ; d'autres fois des vannes de décharge sont situées dans le faux fond, etc...

L'inconvénient de ce procédé est que le chlorure d'argent formé est insoluble dans l'eau ; s'il se dissout parfois en partie, ce n'est qu'à la faveur de la solution des chlorures de bas métaux existant dans le minerai ; de plus, il peut former autour des parcelles d'or une

gaine protectrice qui empêche l'attaque de ce métal par le chlore. Ensuite le temps nécessaire pour obtenir une attaque complète est toujours long; parfois il faut trois jours de contact avec le chlore.

On a cherché à remédier à ces inconvénients par l'agitation et la pression, ce qui est la caractéristique des procédés suivants :

Procédé Mars. — Le bac d'attaque est remplacé par un tonneau tournant doublé de plomb dans lequel le chlore est introduit sous pression par un des tourillons. Le mouvement des particules facilite l'action de contact du chlore et détruit continuellement les pellicules préservant l'or de l'attaque. Par ce procédé l'attaque est plus complète et le temps économisé. Les autres opérations sont absolument analogues à celles du procédé Plattner.

Procédé Thies. — Ce procédé ne diffère du précédent qu'en ce que le chlore est produit directement dans le tonneau par l'action de l'acide sulfurique sur l'hypochlorite de chaux du commerce.

Les procédés précédents consistent donc à faire réagir le chlore gazeux sur le minerai grillé simplement humide.

Procédé Munktell. — Dans ce procédé, l'attaque par le chlore gazeux est remplacée par celle du chlore à l'état naissant, dégagé par des solutions diluées d'hypochlorite de chaux et d'acide sulfurique admises à la surface des bacs de lixiviation : la lixiviation et la chloruration marchent donc de pair.

Procédé Pollak. — Le chlore est produit par l'action du bisulfate de soude sur l'hypochlorite de chaux. On procède dans un tonneau comme dans le procédé Thies et l'on introduit de l'eau sous pression dans ce tonneau.

Procédé Newbery-Vautin. — Le chlore est produit, comme dans le procédé Thies, par l'action de l'acide sulfurique sur l'hypochlorite de chaux. La masse est additionnée d'eau jusqu'à consistance demi-fluide; puis, l'appareil étant fermé, l'on introduit par un ajutage spécial de l'air comprimé jusqu'à ce que la pression intérieure ait atteint 4 à 5 atmosphères. Sous l'influence de cette forte pression, la solution se fait rapidement; elle est facilitée par le mouvement continu de la charge, le tonneau faisant environ dix révolutions par minute.

Lorsque la solution est complète, la charge est envoyée dans un bac de filtration situé en dessous du tonneau; la filtration est accélérée soit par une aspiration faite par la partie inférieure, soit par la pression de l'air comprimé que l'on fait agir par-dessus.

L'emploi de cette forte pression dans les appareils nécessite une construction robuste et soignée. Le tonneau d'attaque est en tôle d'acier, doublée de bois et de plomb pour résister à l'attaque du chlore; il roule sur des galets qui lui transmettent leur mouvement; il est muni d'une vanne servant au chargement et au déchargement et de valves pour le passage de l'air comprimé.

Le bac de filtration est également en tôle d'acier doublée de plomb; il est mobile autour de tourillons de façon à pouvoir être déchargé rapidement.

Procédé Etard. — Le chlore est obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique sur le permanganate de potassium. Des solutions très diluées d'acide et de permanganate sont mélangées et donnent une solution assez stable, résistant plusieurs jours à la décomposition.

Cette solution de permanganate acide ne dégage le chlore qu'au fur et à mesure des besoins de l'attaque. Le chlore produit dans ces conditions l'est à l'état véritablement naissant, ce qui explique la rapidité de la dissolution de l'or par ce procédé.

La stabilité de la solution et la grande dilution nécessaire pour obtenir cette stabilité rendent surtout ce procédé applicable au traitement de minerais purs à or fin ou des tailings après concentration.

La solution agit également quoique plus faiblement sur les pyrites crues, ce qui peut parfois présenter un grand intérêt.

La coloration du permanganate permet de contrôler facilement et continuellement le pouvoir chlorurant des solutions.

L'agitation favorise l'attaque comme dans les procédés précédents.

La précipitation peut s'effectuer soit par l'acide sulfureux, soit par un sel ferreux; le précipité ne contient pas de sels de fer.

La lixiviation à l'eau des concentrés grillés et chlorurés a bien enlevé l'or, mais l'argent reste en majeure partie dans les résidus; dans le cas de minerais purement aurifères, cela n'a pas grand inconvénient, la valeur de l'argent contenu étant très faible. Dans certains cas particuliers, si l'on craint que le chlorure d'argent n'enrobe du chlorure d'or, ou si l'on désire extraire l'argent, un simple lavage à l'hyposulfite de soude suffira pour entraîner l'argent dans les solutions; ce métal sera précipité à l'état de sulfure dans les liqueurs rejetées d'habitude après la précipitation de l'or.

D'autres méthodes de lixiviation ont été proposées: elles consistent à traiter les sulfures ou minerais ayant subi un grillage chlorurant

par des solutions d'hyposulfite qui dissolvent le chlorure d'argent et paraissent dissoudre aussi l'or métallique finement divisé.

Ces procédés ne sont guère employés que pour le traitement des minerais auro-argentifères complexes.

La méthode de Patera utilise les solutions d'hyposulfite de soude ou de chaux.

La méthode Russell emploie les solutions d'hyposulfite de soude et d'hyposulfite double de soude et de cuivre.

Ces procédés ne sont pas employés lorsqu'il s'agit de minerais purement aurifères.

TRAITEMENT DES RÉSIDUS DE L'AMALGAMATION ET DE LA CONCENTRATION

La pulpe liquide provenant des concentrateurs après extraction des sulfures ou de la batterie après amalgamation, si l'on n'emploie pas la concentration, est actuellement rarement rejetée; généralement sa teneur en or est telle que l'on a intérêt à la recueillir pour lui faire subir un traitement chimique destiné à recueillir une partie du métal entraîné.

L'amalgamation n'a en effet permis de recueillir qu'une partie de l'or contenu dans les minerais; l'extraction atteint rarement 70 % de l'or total, et encore ce chiffre n'est atteint que dans le cas de minerais très facilement amalgamables à or gros.

L'or s'échappant avec la pulpe et constituant les pertes à l'amalgamation se trouve sous plusieurs états.

Une partie se trouve enclavée dans les particules de sables quartzeux et une forte partie de l'or sous cette forme sera fatalement perdue, car il échappe à l'action des réactifs; un broyage plus fin pourrait seul le libérer de sa gangue et permettre son extraction, mais les conditions pratiques du traitement limitent la finesse du broyage et il faut se résigner à une certaine perte de l'or entraîné; les réactifs n'agiront que sur l'or partiellement dégagé de sa gangue et éliminé dans ces conditions.

Une autre partie de l'or des résidus est contenue dans les sulfures à l'état de combinaison et à l'état natif; la concentration et le traitement des concentrés permettent, ainsi que nous l'avons vu, d'effectuer la récupération partielle de cet or.

Les particules fines produites par le broyage échappent en partie par leur ténuité et leur légèreté à l'amalgamation et à la concentration.

L'or très fin, parfois protégé par une couche de matières étrangères, est entraîné par les eaux dans lesquelles il reste en suspension pendant un temps souvent fort long; des sulfures aurifères très finement pulvérisés ont également échappé à la concentration et se retrouvent dans ces parties fines dont la teneur en or à la tonne est généralement supérieure à celle des sables.

Ces poussières fines, ou *slimes*, sont généralement rejetées et perdues; elles constituent fréquemment la majeure partie des pertes en or des moulins.

La pulpe, après amalgamation et concentration, est envoyée dans des bassins; le courant, en les traversant, laisse déposer les sables et une partie des *slimes*.

Pour le traitement par lixiviation des sables ou tailings, l'on doit donner aux bacs de dépôt des dimensions telles que le courant les traversant laisse déposer des tailings contenant de 12 à 20 % de slimes. (Nous considérons alors comme slimes les particules fines passant au tamis de 200 mailles au pouce linéaire, tamis n° 200.)

Au-dessus de 20 %, la filtration des solutions s'effectue mal, surtout si les slimes sont argileux. La proportion de slimes doit être réglée de manière à permettre la filtration des solutions dans le temps voulu, et être aussi considérable que possible pour réduire la perte par les slimes, surtout s'ils ne sont pas traités spécialement.

Jusqu'à présent les slimes ont été généralement rejetés; toutefois des essais de traitement effectués ces dernières années font espérer que leur exploitation pourra se généraliser.

Pour recueillir ces parties fines, on envoie le liquide boueux sortant des bassins de tailings dans un étang artificiel de très grandes dimensions, où la décantation peut facilement s'effectuer: l'eau débarrassée des slimes est retournée au moulin.

La rareté de l'eau dans certaines régions ayant nécessité la création d'étangs de décantation, on se trouve parfois en présence de grandes quantités de slimes dont on peut envisager actuellement la possibilité du traitement.

(A suivre.)

REVUES MENSUELLES

PHYSIQUE

Généralités. Mécanique. Pesanteur. — *Les systèmes binaires et les couples d'éléments cinématiques.* — G. KOENIGS (C.-R., t. 133, p. 483). — Dans cette note, l'auteur montre, entre autres choses, qu'on ne doit pas tenir compte du frottement en tant qu'organe de liaison.

Propriétés générales des couples d'éléments cinématiques. — G. KOENIGS (C.-R., t. 133, p. 533). — L'auteur étudie les propriétés générales des couples d'éléments cinématiques, soit en les considérant en eux-mêmes, soit en les composant entre eux, soit enfin en ayant égard à leur manière d'être dans les chaînes dont ils font partie.

Des ondes qui peuvent persister en un fluide visqueux. — P. DUHEM (C.-R., t. 133, p. 579). — En un fluide visqueux, qui est ou mauvais conducteur, ou compressible, ou à la fois mauvais conducteur et compressible, on peut observer une onde d'ordre n par rapport à certains éléments du mouvement et d'ordre supérieur à n pour les autres. Les deux masses fluides que sépare une telle onde restent les mêmes pendant toute la durée du mouvement.

Aucune onde n'est possible en un fluide visqueux, incompressible et bon conducteur.

Sur les chaînes secondaires. — G. KOENIGS (C.-R., t. 133, p. 621). — Si, dans une chaîne cinématique, on supprime certains membres et que les membres conservés forment encore une chaîne cinématique, on donne à cette chaîne résiduelle le nom de chaîne secondaire. Ce sont les propriétés de ces chaînes que l'auteur étudie.

Sur la mesure de la pression atmosphérique au moyen du ludion. — G. GUGLIELMO (*Nuovo Cim.*, mai 1901, p. 365). — Discussion des conditions de sensibilité d'appareils basés sur le ludion pour la mesure des pressions atmosphériques, soit :

1° En suspendant le ludion à l'un des bras du fléau d'une balance et en faisant varier les poids dans les plateaux jusqu'à ramener le ludion dans sa position d'équilibre;

2° En fixant au sommet du ludion un tube de verre gradué et en faisant fonctionner l'appareil comme un aréomètre;

3° Enfin, en faisant varier la pression à la surface du liquide pour ramener le ludion à sa position d'équilibre.

Chaleur. — *Sur une propriété des gaz monoatomiques.* — D. BERTHELOT (*Journ. Ph.*, 3^e série, t. X, p. 611). — Le rapport $RT_c : p.v_c$ qui caractérise les gaz monoatomiques est très inférieur à celui qui caractérise les gaz polyatomiques. Il paraît voisin de la valeur 2,67 indiquée par la théorie de Van der Waals.

Sur un procédé pour couper le verre. — G. ROY (*Journ. Ph.*, 3^e série, t. X, p. 614). — L'auteur signale l'emploi du thermocautère comme particulièrement propre à cet usage.

Problème de la dissipation, en tous sens, de la chaleur, dans un mur épais à face rayonnante. — J. BOUSSINESQ (*C.-R.*, t. 133, p. 497). — Mémoire d'ordre purement mathématique.

Sur les chaleurs spécifiques des alliages. — M. D. MAZZOTTO (*Nuovo Cim.*, mai 1901, p. 355). — En réponse à une étude critique de M. Van Aubel, parue sur ce sujet dans le *Journal de Physique*, l'auteur explique la divergence des résultats obtenus par M. Spring et les siens sur la chaleur spécifique de l'alliage de Lipowitz à différentes températures, par ce fait qu'on ne peut obtenir de résultats concordants entre eux qu'en restant au-dessous de la température de fusion de l'alliage. Pareil fait se présente pour les alliages de Wood, Rose et Darcet.

Sur les points d'inversion des dilutions. — A. COLSON (*C.-R.*, t. 133, p. 585). — De ce fait que la chaleur spécifique d'une dissolution n'est pas la moyenne des chaleurs spécifiques des constituants, il résulte que la chaleur de dissolution et la chaleur de combinaison sont variables au point que certaines chaleurs de dissolution changent de signe à une température déterminée. Cette conception de M. Berthelot, appuyée par l'expérience, s'étend aux dilutions, comme l'a vérifié l'auteur; mais il a constaté, en outre, l'existence d'une température à laquelle la chaleur de dilution d'une solution quelconque d'un sel est nulle en dehors de tout changement physique ou chimique.

La limite des réactions chimiques et celle du produit PV dans les gaz. — A. PONSOT (*C.-R.*, t. 133, p. 618). — Les deux hypothèses : 1^o PV tend vers une valeur limite pour V infini; 2^o il y a des réactions chimiques entières, sont incompatibles.

Les deux hypothèses : 1^o PV tend vers une valeur limite pour V infini; 2^o les réactions chimiques sont toujours limitées, sont compatibles.

Les deux hypothèses : 1^o $P=O$ pour une valeur de V très grande et les valeurs supérieures de V; 2^o il y a des réactions chimiques entières et des réactions chimiques limitées, sont compatibles.

Le point d'ébullition de l'hydrogène liquide, déterminé par les thermomètres à hydrogène et à hélium. — J. DEWAR (*Soc. Roy. Londres. Sc.*, 12^e année, n^o 18, p. 858). — Le point d'ébullition de l'oxygène est de $-182^{\circ},5'$ et celui de l'hydrogène $-252^{\circ},5'$. Pour ce dernier gaz, le thermomètre à résistance de platine avait donné $-238^{\circ},4'$.

La thermochimie des alliages de cuivre et de zinc. — T.-J. BAKER (Soc. Roy. Londres. — *Rev. gén. Sc.*, 12^e année, n^o 18, p. 838). — Les résultats confirment l'existence de composés intermétalliques et les valeurs obtenues s'accordent avec celles qu'exige le calcul des dimensions moléculaires du cuivre et du zinc par lord Kelvin.

L'application de la théorie cinétique des gaz aux propriétés électriques, magnétiques et optiques des gaz diatomiques. — J. W. WALKER (Soc. Roy. Londres. — *Rev. gén. Sc.*, 12^e année, n^o 19, p. 801). — L'auteur a cherché à appliquer la méthode de la théorie cinétique des gaz aux propriétés électriques magnétiques et optiques en supposant la molécule comme composée de deux atomes, l'un chargé positivement et l'autre négativement.

Acoustique. — *Sur la mesure des intervalles mélodiques.* — G. ZAMBIASI (*Nuovo Cim.*, juillet 1901, p. 50). — L'auteur se propose de rechercher s'il existe une échelle contenant tous les intervalles musicaux et quelle est cette échelle. Les expériences faites au moyen de phonautographe de Scott l'amènent à conclure qu'entre l'échelle acoustique et celle de Pythagore, l'échelle acoustique est la vraie échelle de la mélodie comme de l'harmonie.

Optique. — *Sur une modification des surfaces métalliques sous l'influence de la lumière.* — H. BUISSON (*Journ. Ph.*, 3^e série, t. X, p. 597. — *Eclair. Electr.*, t. 19, n^o 40, p. 8). — Description d'expériences qui tendent à montrer que la surface d'un métal éclairé est dans un état différent de celui qui existe à l'obscurité et variable avec la nature de la lumière.

Construction géométrique des deux images d'un point lumineux produit par réfraction oblique sur une surface sphérique. — A. CORNU (*Journ. Ph.*, 3^e série, t. X, p. 607).

Electricité. — *Recherches expérimentales sur les oscillations électriques d'ordre supérieur.* — LAMOTTE (*Journ. Ph.*, 3^e série, t. X). — L'auteur montre qu'il y a analogie entre les particularités du phénomène électrique et celle du phénomène acoustique, si on se place dans des conditions comparables. Il faut voir, par exemple, dans le dispositif de Lecher ou de Blondlot l'analogie non d'une corde musicale, mais d'une corde surchargée, et alors l'analogie entre les tons supérieurs acoustiques et les tons supérieurs électriques se poursuit jusque dans les détails.

Sur la décharge électrique dans les gaz. — A. GARBASSO (*Nuovo Cim.*, mai 1901, p. 321). — Ce mémoire contient la description d'un grand nombre d'expériences très variées ayant pour but la recherche du mécanisme qui préside à la décharge électrique dans les gaz. La conclusion de l'auteur est que la conduction électrique dans les gaz se fait très probablement par électrolyse, mais que ce phénomène est plus compliqué que celui que nous avons l'habitude d'observer dans les solutions salines.

Sur le mercure et les amalgames liquides de bismuth et sur le phénomène de

Hall. — A. AMERICO (*Nuovo Cim.*, mai 1901, p. 342). — Contrairement à l'opinion émise par MM. Amaduzzi et Leone, l'auteur conclut, d'expériences variées, que l'action qu'exerce le champ magnétique sur les lames liquides de mercure et d'amalgame de bismuth, parcourues par un courant, est essentiellement pondéromotrice, qui peut être compliquée d'actions secondaires d'où le phénomène de Hall est exclu.

De l'influence supposée des ondes électro-magnétiques sur la résistance du sélénium. — ALBERTO MATINI (*Nuovo Cim.*, mai 1901, p. 358). — Il résulte des expériences faites par l'auteur que les ondes électro-magnétiques sont sans influence sensible sur la résistance électrique du sélénium; en outre, l'auteur attribue les résultats opposés obtenus par M. B. Agostini à des défauts de contacts qui agissaient en cohérents.

Sur les appareils industriels à échauffement de fil. — CAMILLO OLIVETTI (*Nuovo Cim.*, mai 1901, p. 360). — Étude des voltmètres et ampèremètres constitués par un fil qu'échauffe le passage du courant à mesurer. L'auteur cherche les conditions que ces appareils doivent remplir pour avoir la plus grande sensibilité possible avec une dépense minima d'énergie.

Déformations électriques du verre. — GUIDO ERCOLINI (*Nuovo Cim.*, juillet 1901, p. 5). — M. Sacerdote a donné récemment une formule qui permet de déterminer assez facilement le coefficient k_1 de variation de la constante diélectrique et aussi de décider avec sécurité du signe de la déformation due uniquement au champ électrique. Dans les expériences faites sur le verre, l'auteur mesure les déplacements par les franges d'interférence; il conclut que k_1 est positif, c'est-à-dire que la constante diélectrique du verre augmente avec la traction.

Action de la lumière solaire sur la distance explosive des étincelles dans l'air. — A. GARBASSO (*Nuovo Cim.*, juillet 1901, p. 15). — L'auteur répète une expérience de Manuelli qui avait observé que les étincelles d'une bobine de Ruhmkorff ne se font pas également bien à la lumière du soleil et dans l'obscurité. Une expérience a montré qu'on avait 24 étincelles au soleil, pour 8 seulement à l'ombre, et dans une autre 18 étincelles au soleil et 6 dans l'obscurité.

Sur les tensions dans l'intérieur d'un fluide polarisé magnétiquement et diélectriquement. — LUIGI GIUGANINO (*Nuovo Cim.*, juillet 1901, p. 20). — Étude exclusivement théorique d'où l'on conclut que les fluides polarisés se comportent comme des cristaux uniaxes, ce qui permet de comprendre le phénomène de Kerr dans les diélectriques.

Deux expériences de cours. — A. GARBASSO (*Nuovo Cim.*, juillet 1901, p. 55). — 1° Couplage des piles — Expérience montrant que les mêmes éléments d'une pile doivent être couplés différemment suivant la résistance du circuit extérieur pour donner l'intensité la plus grande.

2° Action pondéromotrice entre les éléments d'un même courant — On connaît l'expérience par laquelle on montre que lorsqu'un conducteur

enroulé en spirale est traversé par un courant, ses spires se rapprochent et la spirale diminue de longueur; l'auteur dispose son fil de telle manière que les parties voisines soient traversées par des courants de sens inverses; il y a alors allongement au passage du courant.

Télégraphie sans fil. — A. TURPAIN (*Eclair. Electr.*, t. 19, n° 42, p. 77). — Description et étude des appareils nouveaux suivants :

Oscillateur et cohérences Armstrong et Orling. Cohérences Brown. Cohérences Maréchal, Michel et Dervin.

Poste et cohérence, relais et décohérence de la Wireless Telegraph and Signal Co. Dispositifs Ferrié. Manipulateur et cohérence Cervera Bariera. Relais Guarini Foresio.

Sur l'accumulateur fer, potasse, peroxyde de nickel. — L. JUMAU (*Ecl. Electr.*, t. 19, n° 42, p. 93). — Exposé d'un nouveau brevet d'Edison qui a apporté des modifications importantes dans la constitution des plaques et principalement dans le procédé de fabrication de la matière active.

Note sur les propriétés des anneaux à collecteur. — M. LEBLANC (*Ecl. Electr.*, t. 19, n° 43, p. 113). — L'auteur arrive à cette conclusion. Si on envoie K courants alternatifs polyphasés dans un anneau à collecteur, par l'intermédiaire de K balais successivement décalés d'angles égaux à $\frac{2\pi}{K}$, les f. é. m. qu'il faut développer entre les divers balais pour déterminer le passage des courants, sont les mêmes, que les balais demeurent fixes ou qu'ils tournent par rapport au collecteur.

Sur l'état variable des courants. — A. PETOT (*C.-R.*, t. 133, p. 510). — Quand on veut étudier théoriquement la manœuvre du combinateur dans les automobiles électriques, on est d'abord arrêté par ce fait que l'on ne connaît pas les lois d'après lesquelles certaines résistances passent de 0 à l' ∞ ou inversement. L'auteur a été ainsi conduit à chercher s'il n'existait pas, dans les problèmes sur l'état variable des courants, des résultats que l'on pût énoncer sans connaître les lois de variation des diverses résistances.

Sur les variations de l'aimantation dans un cristal cubique. — WALLERANT (*C.-R.*, t. 133, p. 630). — M. Weiss a montré expérimentalement que l'induction, à l'intérieur d'un cristal de magnétite placé dans un champ uniforme, variait avec la direction de ce champ. L'auteur établit les relations existant entre cette induction et la direction du champ, en supposant, bien entendu, que cette induction soit uniforme dans le cristal; il vérifie ainsi les conclusions expérimentales de M. Weiss.

Radiations. — *Sur l'ionisation de l'air atmosphérique.* — C. T. R. WILSON (*Soc. Roy. Londres. — Rev. gén. Sc.*, 12^e année, n° 48, p. 859). — La vitesse de décharge dans l'air correspond à la production d'environ 20 ions de chaque signe par centimètre cube et par seconde. L'ionisation est à peu près proportionnelle à la pression: elle ne paraît pas due à l'action de radiations ionisantes traversant notre atmosphère.

BARY-CHÉNEVEAU.

CHIMIE

CHIMIE GÉNÉRALE

Poids atomiques et moléculaires. — *Valeur des poids moléculaires à la température de l'ébullition.* — M. DE FORCRAND (*C.-R.*, t. 133, p. 368). — Etant donnée la loi générale énoncée précédemment par l'auteur (voir *Rev. Phys. Chim.*, 5^e année, p. 215), l'auteur montre qu'elle permet de calculer le poids moléculaire d'un composé à la température T. Il donne les calculs relatifs au brome, à l'acide acétique, à l'anhydride azotique (ce dernier est un cas tout spécial).

Poids moléculaire de l'hydrate de chloral à la température de l'ébullition. — M. DE FORCRAND (*C.-R.*, t. 133, p. 474). — L'auteur applique la règle précédente à l'hydrate de chloral, dont on connaît à peu près toutes les données thermo-chimiques. La valeur trouvée pour le poids moléculaire fait connaître s'il y a réellement dissociation, et, dans une certaine mesure, quelle en est l'importance.

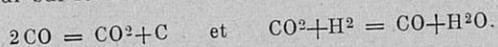
Expériences cryoscopiques sur les bromures d'arsenic et d'antimoine. — F. GARELLI et V. BASSANI (*Nuovo Cim.*, juillet 1901, p. 42). — La cryoscopie de la benzine, du bromoforme, de l'iode, de l'iodure d'arsenic, du diphenyle et du diphenyleméthane donnent des résultats en accord avec les règles de Raoult, en employant comme dissolvant les bromures d'arsenic et d'antimoine.

L'expérience montre que, dans la dissolution du chlorure d'antimoine dans le bromure d'arsenic, il y a réaction chimique des deux corps.

Les auteurs étudient le travail fait sur le même sujet par M. Toloczko et comparent les résultats qu'il a obtenus aux leurs, en les discutant.

Lois des actions chimiques. — *Action de l'hydrogène sur le sulfure de mercure.* — H. PÉLABON (*Bull. Soc. Chim.*, 3^e série, t. 25, p. 777). — Mémoire dont les conclusions ont déjà été indiquées dans cette *Revue*.

Recherches sur les équilibres chimiques. — O. BOUDOUARD (*Ann. Ch. Phys.*, septembre 1901). — Mémoire d'ensemble renfermant les résultats des travaux de l'auteur sur les réactions



Ces travaux ont été analysés dans cette *Revue* au fur et à mesure de leur apparition (3^e année, p. 73, 219, 269, 317, 508 ; 4^e année, p. 77 ; 5^e année, p. 72, 264).

Actions chimiques dans le système éther-eau-acide chlorhydrique. — F. JUTTNER (*Z. phys. Ch.*, t. 38, p. 56). — L'acide chlorhydrique donne

avec l'éther une combinaison chimique saline, qui par addition d'une phase eau s'y dissout en grande quantité. Ces faits, comme les autres analogues déjà connus, expliquent le phénomène étudié par Schuncke : l'éther en présence de l'acide chlorhydrique est plus soluble dans l'eau; cette solution a lieu avec un fort dégagement de chaleur. L'emploi de la loi d'action des masses et de l'équation de van 't Hoff, en adoptant la formule $Et^4 (HCl)^2$, s'accorde avec l'expérience, sans que toutefois la formule de la combinaison donnée plus haut soit prouvée.

Paralysie de la catalyse du platine par les poisons. — G. BREDIG (*Z. phys. Ch.*, t. 38, p. 122). — Réponse à M. W. Raudnitz.

Dissociation. — *Recherches sur l'activité électromotrice des gaz élémentaires.* — E. BOSE (*Z. phys. Ch.*, t. 38, p. 1). — La valeur maxima de la force électromotrice de la chaîne de gaz Grove est 1,1242 volt. La formule suivante peut être employée :

$$E_{25}^{760} = 1,1392 \pm 0,0150 \text{ volt.}$$

ce qui correspond, dans les mêmes conditions, à une énergie de formation de l'eau de

$$F = 52653 \pm 693 \text{ cal.}$$

A l'électrode oxygène de l'élément au gaz Grove, on a un équilibre entre le superoxyde d'hydrogène, l'eau et l'oxygène. Une élévation de température produit un abaissement du potentiel, correspondant vraisemblablement à un changement d'une modification du superoxyde d'hydrogène dans l'autre.

Recherches sur l'activité électromotrice des gaz élémentaires. — E. BOSE et H. KOCHAN (*Z. phys. Ch.*, t. 38, p. 28). — Elles ont trait à l'emploi d'une nouvelle électrode, sensible à la lumière; ces électrodes étaient en or pur. Différentes sources lumineuses ont été étudiées : 1° arc au charbon; 2° lampe au magnésium; 3° arc au mercure; 4° bec Auer; 5° arc au mercure avec solution de permanganate de potasse devant; 6° id. avec verre jaune; 7° arc au charbon ou lampe au magnésium avec verre vert; 8° flamme sodée; 9° bec Bunsen lumineux; 10°, 11°, 12°, arc avec verres rouge et jaune; 13° flamme lithium; 14° arc avec solution alcoolique d'iode devant; 15° 16° violet spectral et rouge spectral obtenus par le prisme.

La lumière du jour ainsi que 1° à 5° et 15° abaissent le potentiel d'oxydation de l'électrode, 6° à 9° n'ont aucune action, 10° à 14° et 16° élèvent le potentiel d'oxydation.

Solutions. — *Tension de vapeur des solutions; hypothèse d'Arrhénius.* — A. PONSOT (*C.-R.*, t. 133, p. 341).

Sur la conductibilité électrique des hydrates de soude et de potasse en solutions glycériques. — G. DI CIOMMO (*Nuovo Cim.*, août 1901, p. 81). — Dans

la glycérine à 96 %, l'auteur fait des solutions de teneur variable de soude et de potasse et en détermine la conductibilité à différentes températures. Il observe que les conductibilités passent par un maximum pour une certaine teneur qui n'est pas la même que celle obtenue par Kohlrausch pour les solutions aqueuses : les conductibilités en solutions glycériques sont, d'ailleurs, beaucoup plus faibles que celles des solutions aqueuses.

Couleur des ions. — G. VAILLANT (C.-R., t. 133, p. 366). — On s'est proposé de vérifier les conséquences évidentes suivantes de la théorie des ions : 1° dans les solutions complètement dissociées, ne contenant qu'un ion coloré, la coloration est indépendante de l'autre ion ; 2° si, au contraire, l'ionisation est incomplète, la coloration varie avec la concentration et la nature de l'ion non coloré ; 3° la coloration d'une solution de concentration quelconque doit, dans le cas le plus ordinaire, se relier à son degré de dissociation par une formule à deux modules, et deux seulement, caractérisant l'un la molécule complète, l'autre la molécule dissociée. Les mesures ont été faites au spectrophotomètre Gouy et sur les permanganates de potassium, de baryum et de zinc.

Thermochimie. — *Calcul de la chaleur de volatilisation et de la chaleur de fusion de quelques éléments.* — M. DE FORCRAND (C.-R., t. 133, p. 513). — L'auteur utilise la relation générale qu'il a donnée précédemment (C.-R., t. 133, p. 368). — Il trouve ainsi pour les chaleurs de volatilisation du phosphore 4.200 calories, de l'arsenic 5.138 calories, du sélénium 14.595 calories et du carbone 90.000 calories ; les trois derniers nombres ne sont qu'approchés, car on ne connaît à peu près le poids moléculaire de ces métalloïdes qu'au point d'ébullition.

L'auteur montrera prochainement comment on peut généraliser le mode du calcul qu'il emploie et la signification générale qu'il doit prendre.

Propriétés générales des corps. — *Calcul de la chaleur de dissolution d'après la formule de Kirchhoff.* — F. JUTTNER (Z. phys. Ch., t. 38, p. 76).

La loi de Maxwell $K = n^2$ en rapport avec la théorie moléculaire des corps (1). — A. BATSCHINSKI (Z. phys. Ch., t. 38, p. 119).

O. BOUDOUARD.

CHIMIE ORGANIQUE

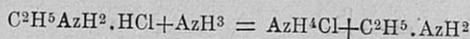
Série grasse. — *Sur une méthode de synthèse d'aldéhydes acétyléniques.* — CH. MOUREU et R. DELANGE (C.-R., t. 133, p. 105). — Les éthers formiques attaquent avec énergie les carbures sodés $R - C \equiv CNa$, et l'eau, sur le produit brut de la réaction, engendrent des aldéhydes acétyléniques $R - C \equiv C - CHO$.

(1) K est le coefficient diélectrique et n l'indice de réfraction.

Action de l'acide hypophosphoreux sur l'acétone. — C. MARIE (C.-R., t. 133, p. 219). — En faisant bouillir longtemps (70 h.) de l'acide hypophosphoreux et de l'acétone, l'auteur obtient trois acides : l'un, cristallisé se déposant par refroidissement, fond à 180° et correspond à la formule (2PO²H³, 2C³H⁶O), l'autre plus soluble fond à 40° serait (PO²H³, C³H⁶O), le troisième fondant à 169° a pour formule (PO³H³, C³H⁶O) ; on sépare ces deux derniers acides par les différences de solubilité des sels de plomb.

Oxydation du propylglycol par le Mycoderma aceti. — A. KLING (C.-R., t. 133, p. 231). — A de très légères différences d'activité près, la bactérie du sorbose et le Mycoderma aceti d'Orléans agissent de la même manière sur le propylglycol racémique, oxydant la fonction alcool secondaire de l'isomère gauche et le transformant en acétol.

Action de l'ammoniaque gazeuse sur les chlorhydrates d'amines grasses. — F. BIDET (C.-R., t. p. 133, 238). — Entre C²H⁵AzH²HCl et l'ammoniaque, il s'établit l'équilibre



mesuré par les tensions suivantes

Températures.....	0°	9°.8	16°.6
Pressions.....	340 ^{mm}	462 ^{mm}	555 ^{mm}

Avec (C²H⁵)²AzH — ClH, les tensions deviennent

Températures.....	0°	9°.5	13°.5
Pressions.....	891 ^{mm}	1167 ^{mm}	1301 ^{mm}

Nouveaux dédoublements du c-butyrylacétylacétate de méthyle. — BONGERT (C.-R., t. 133, p. 165).

Action de l'alcool éthylique sur l'éthylate de baryte; synthèse de l'alcool butylique normal. — M. GUERBET (C.-R., t. 133, p. 300). — A 230-240°, l'alcool éthylique réagissant sur l'éthylate de baryum forme de l'alcool butylique normal, mais avec de très mauvais rendements; la synthèse des alcools diamylique, diœnanthylique, dicaprylique, se faisant mieux, il semble que la réaction soit plus facile lorsque le poids moléculaire de l'alcool employé est plus élevé.

Sur les acides pyromucique et isopyromucique. — CHAVANNE (C.-R., t. 133, p. 167). — Comparaison des propriétés et des constantes de ces deux composés acides.

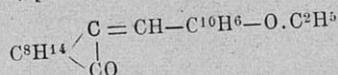
Hydrogénation des carbures incomplets en présence de métaux divisés. — *Action de divers métaux divisés sur l'éthylène et l'acétylène.* — SABATIER et SENDERENS (Bull. Soc. Chim., 3^e série, t. 25, p. 671). — Résumé des propriétés hydrogénantes de l'hydrogène en présence de métaux divisés, travaux publiés dans les Comptes rendus et dont nous avons déjà rendu compte (Rev. Phys. Chim., t. IV, p. 175, 375, 382, 467; t. V, p. 180).

Sur les produits secondaires formés dans l'action de l'acide sulfurique sur le charbon de bois. — VERNEUIL (*Bull. Soc. Chim.*, 3^e série, t. 23, p. 684).

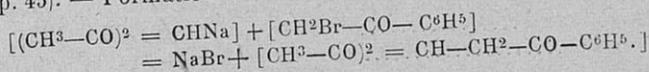
Série aromatique. — Sur la valeur acidimétrique de l'acide parasulfanique. — G. MASSOL (*C.-R.*, t. 132, p. 1372.)

Sur l'action de l'aldéhyde benzoïque sur le menthol sodé et sur de nouvelles méthodes de préparation de la benzylidèmenthone. — C. MARTINE (*C.-R.*, t. 133, p. 41.) — Le bornéol sodé sur l'aldéhyde benzoïque donne le benzylidèncamphre. — M. Haller ayant (*C.-R.*, t. 113, p. 22) montré que le camphre sodé réagit sur l'aldéhyde benzoïque pour former le benzylidèncamphre, l'aldéhyde a pour effet de déterminer l'oxydation du bornéol sodé en camphre sodé, lequel subit alors la condensation. L'auteur de la présente note a cherché à étendre ces réactions aux alcools secondaires; le menthol sodé se comporte comme le bornéol sodé et donne le benzylidèmenthone.

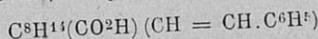
Combinaison du camphre avec l'aldéhyde β -oxy- α -naphtoïque. — A. HELBRONNER (*C.-R.*, t. 133, p. 43). — Étude de la combinaison



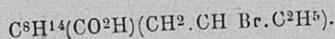
Action de la bromacétophénone sur l'acétylacétone sodée. — MARCH (*C.-R.*, t. 133, p. 45). — Formation d'une tricétone d'après l'équation



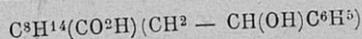
Sur de nouveaux dérivés du benzylcamphre et du benzylidèncamphre. — HALLER et MINGUIN (*C.-R.*, 133 p. 79). — L'acide non saturé



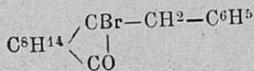
qui prend naissance quand on traite le benzylidène camphre à chaud par HBr, ou le benzylcamphre bromé par de la potasse ou de l'ammoniaque alcoolique, fixe HBr



Cet acide bromé chauffé avec HBr en solution acétique donne

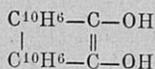


En faisant réagir Br sur du benzylcamphre droit, on obtient deux benzylcamphres bromés stéréo-isomères



Sur le dinaphtoxanthène. — R. FOSSE (*C.-R.*, t. 133, p. 100). — Monographie du bromodinaphtoxanthène, du bis-dinaphtoxanthéamine, du chlorodinaphtoxanthène.

Sur les éthers bromhydrique et chlorhydrique du prétendu binaphtène-glycol. — FOSSE (C.-R., t. 133, p. 236). — L'auteur identifie les composés indiqués ci-dessus avec les éthers bromhydrique, etc., dérivés du glycol aromatique de Rousseau qui posséderait la formule



Action des bases pyridiques sur les benzoquinones tétrahalogénées. — H. IMBERT (C.-R., t. 133, p. 162 et 233).

Sur les acides pyrogallol-sulfoniques. — M. DELAGE (C.-R., t. 133, p. 291). — Monographie de divers sels dérivés de ces acides.

Nouvelle méthode de préparation de l'aniline et des alcalis analogues. — P. SABATIER et SENDERENS (C.-P., t. 133, p. 321). — Les auteurs ont trouvé un excellent procédé d'hydrogénation des molécules organiques, méthode qui peut fréquemment être substituée aux méthodes ordinaires dites de l'hydrogène naissant (HI en tubes scellés, amalgame de sodium et eau, fer, zinc, étain et acides étendus); cette méthode simple consiste à faire réagir soit l'hydrogène libre, soit le gaz à l'eau (mélange H et CO), soit le gaz d'éclairage en présence de la vapeur de la matière à traiter et de métaux divisés. Le nickel est le plus actif, mais le cuivre, le fer peuvent être utilisés. — Ce procédé peut servir en partant du nitrobenzène à préparer industriellement l'aniline avec un excellent rendement.

Sur quelques dérivés éthers phényles iodés. — BRENANS (C.-R., t. 133, p. 160). — Étude de divers éthers dérivés des composés iodés $\text{C}^6\text{H}^3(\text{OH})\text{I}^2(1.2.4)$ et $\text{C}^6\text{H}^2(\text{OH})\text{I}^3(1.2.4.6)$.

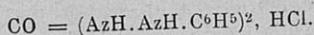
Contribution à l'étude des orthoxylènes dichlorés. — FERRAND (C.-R., t. 133, p. 169). — Le chlore agissant en présence de l'iode sur l'orthoxylène forme trois dérivés chlorés possibles, et non pas un seul, comme Claus (D. ch. G., t. XVIII, p. 1367) l'affirme. L'étude encore incomplète a permis de trouver une combinaison $\text{C}^8\text{H}^8\text{Cl}^2$ solide, et deux liquides : l'un bout à 226-228°; l'autre à 229-231°5).

Condensation de l'éther cétipique avec les orthodiamines. — THOMAS-MAMERT et STRIEBEL (Bull. Soc. Chim., t. 25, p. 712).

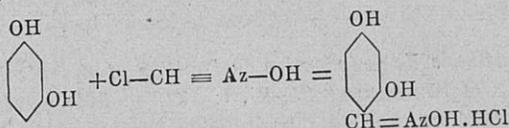
Les bases azotées dans le pétrole roumain. — GRIFFITHS et BLUMAN (Bull. Soc. Chim., t. 25, p. 725). — Des recherches décrites il résulte que le pétrole roumain contient en petite quantité des composés basiques azotés appartenant aux séries de la pyridine et de l'hydropyridine.

Sur de nouveaux dérivés des acides dialcoylamido-benzoylbenzoïques et dialcoylamido-m-oxylbenzoylbenzoïques tétrachlorés; anthraquinones dialcoylamidées et oxyanthraquinone dialcoylamidée correspondantes. — HALLER et UMBROVE (Bull. Soc. Chim., t. 25, p. 745).

Sur le chlorhydrate d'urée de la phénylhydrazine. — CAZENEUVE (*Bull. Soc. Chim.*, t. XXV, p. 757). — Étude de la combinaison du type



Emploi du mercure fulminant dans la synthèse. Synthèse des aldoximes de phénol. — R. SCHOLL et E. BERTSCH (*Ber.*, 1901, 34, 1441). — Si on traite à basse température le fulminate de mercure par l'acide chlorhydrique, on obtient un produit soluble dans l'éther, la formaldoxime monochlorée CHCl Az (OH) . Ce corps sans action sur les phénols monovalents agit sur les polyvalents qui ont un hydroxyde en méta et qui possèdent une position para libre; l'aldoxime est produite sous forme de chlorhydrate.



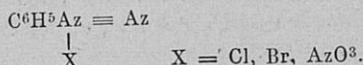
La réaction est très simple à réaliser. Le rendement est bon pour la résorcine et théorique pour la phloroglucine. Les essais sur les phénols aromatiques ont été sans succès.

Sur le myrcénol et sa constitution. — BARBIER (*Bull. Soc. Chim.*, 3^e série, t. 25., p. 687). (Voir *Rev. Phys. Chim.*, t. V, p. 315.)

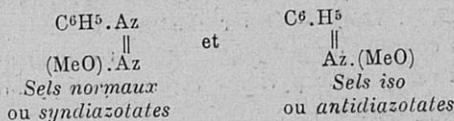
Caractéristiques des essences de fleurs d'oranger de la récolte 1901. — E. THEULLIER (*Bull. Soc. Chim.*, 3^e série, t. 25, p. 762).

Constitution des diazoïques. — A. WALH (*Rev. Ch. p. app.*, 22 septembre 1901, p. 481). — Conférence faite à l'Institut chimique de Nancy, dans laquelle l'auteur s'est proposé de donner les idées actuelles sur cette question. Les opinions qui prédominent aujourd'hui sont les suivantes :

1^o Les chlorures, bromures, nitrates sont des dérivés du diazonium et doivent s'écrire :

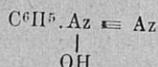


2^o D'après Hantzsch, les sels métalliques, les sulfonates, les cyanures sont des dérivés du diazobenzène $\text{C}^6\text{H}_5 \cdot \text{Az} = \text{Az} \cdot \text{OX}$. Ils existent dans deux modifications qui sont des isomères stéréochimiques :



La plupart des sels métalliques sont des antidiazotates, c'est-à-dire sont stables; ainsi le sel de sodium de la *p*-nitrophényl-nitrosamine est un sel *anti*.

3° D'après Bamberger, les sels normaux sont des dérivés du diazonium :



et se transforment en sels iso ou isodiazotates, dérivés du diazobenzène $\text{C}^6\text{H}^3.\text{Az} = \text{Az}.\text{OH}$.

MOLINIÉ.

CHIMIE BIOLOGIQUE

L'acidité urinaire. — H. JOULIE (*Rev. Ch. p. app.*, 28 juillet 1901, p. 421; 22 septembre 1901, p. 490). — Conférence faite à l'institut Pasteur et recueillie par le Dr Jean Nicolaidi. — Telle qu'on la dose actuellement, l'acidité urinaire ne serait pas l'acidité vraie. M. Joulie propose une acidimétrie différente. Avec l'acidimétrie obtenue par sa méthode et le poids spécifique de l'urine, M. Joulie établit un rapport dont les variations seraient parallèles aux fluctuations de la richesse phosphorique de l'urine et à celle de l'état physiologique de l'individu. Comme conséquence thérapeutique, M. Joulie conseille l'emploi de l'acide phosphorique chaque fois que ce rapport baisse; et pour permettre d'en apprécier la chute, il indique la valeur numérique que ce rapport doit avoir à l'état *normal*.

De l'acidité Joulie de l'urine. — J. WINTER (*Rev. Ch. p. app.*, 22 septembre 1901, p. 504). — Critique des articles précédents, surtout au point de vue chimique, d'après laquelle la valeur normale du coefficient Joulie, s'il existe, reste à trouver.

Différence biochimique des deux principaux ferments du vinaigre. — G. BERTRAND et R. SAZERAC (*Bull. Sc. pharm.*, 1901, p. 225). — Tandis que la bactérie du sorbose oxyde rapidement la glycérine et la transforme en dioxyacétone, le *mycoderma aceti* attaque à peine cette substance, sans donner d'ailleurs d'autres produits que ceux qui correspondent à une combustion complète.

CHIMIE AGRICOLE

Production du lait et du beurre. — MALPEAUX ET DOREZ (*Ann. agronom.*, t. 27, p. 449). — Les auteurs montrent par leurs expériences les causes diverses agissant sur la production du beurre dans le lait. Il y aurait lieu de sélectionner les troupeaux, en choisissant les élèves parmi les descendants des vaches qui donnent le plus de beurre par litre de lait.

Sur l'emploi des engrais ammoniacaux dans les sols calcaires. — E. GIUSTINIANI (*ibid.*, t. 27, p. 462). — L'auteur détermine les pertes d'azote à craindre par double échange entre le sulfate d'ammoniaque et le carbonate

de chaux. La nitrification est difficile dans un sol sableux, moyennement calcaire; les cultures ne profitent que d'une partie de l'aliment azoté et les racines subissent l'action nuisible de l'ammoniaque. Dans les sols favorables, au contraire, la nitrification est complète.

La distribution fractionnée des engrais azotés paraît être utile en favorisant la fructification et élevant le taux d'azote des grains.

Sur l'apparition de la cuscute sur la betterave à sucre. — A. STIFT (*Wochenschrift des Centralvereins für Rubenzucker-Industrie*, 1901, n° 27, p. 405).

Le charbon des céréales. — L. GRANDEAU (*Journ. d'agricult. prat.*, 1901, t. 2, p. 459 et 490). — Essais de trois agents différents de désinfection des semences : aldéhyde formique, gazeuse ou en solution, eau chaude et solutions cupriques. Le formol ne réussit qu'en opérant en couche mince; le meilleur procédé au sulfate de cuivre consiste à laver les grains avec une solution à 1 %, puis à sécher rapidement et à semer aussitôt. Quant à l'eau chaude, on doit l'employer à 55° et y tremper les grains pendant un quart d'heure.

L'osier et les engrais. — Ch. GUFFROY (*Journ. d'agricult. prat.*, 1901, t. 2, p. 527). — Les fumures minérales augmentent considérablement le rendement des oseraies, comme qualité et comme quantité.

A. HÉBERT.

CHIMIE ANALYTIQUE

Mode préparatoire des solutions $\frac{N}{10}$ et $\frac{N}{5}$ d'acide chlorhydrique ou d'acide nitrique. — RICHARD K. MEADE (*Amer. Chem. Soc.*, 1901, 343). — Pour préparer la solution $\frac{N}{4}$ d'acide chlorhydrique, l'auteur opère de la manière suivante.

On pèse 12 gr. 487 de sulfate de cuivre cristallisé pur que l'on dissout dans 500 centimètres cubes d'eau distillée; dans la solution ainsi obtenue on place deux lames : l'une de cuivre, l'autre de platine, reliées avec les pôles négatif et positif d'une source électrique; on couvre le vase et on fait passer le courant pendant 6 ou 8 heures sous une intensité de 1 ampère à 1 ampère $\frac{1}{2}$.

Lorsque tout le cuivre est déposé, on met la solution dans un flacon gradué d'un litre.

D'autre part, on prépare une solution renfermant 12 gr. 215 de chlorure de baryum cristallisé pur que l'on ajoute à la première; on complète à un litre et on ajoute 2 cc. 6 d'eau distillée pour corriger le volume occupé par le précipité de sulfate de baryte. On agite et on laisse reposer. Après décantation, on filtre et la solution est prête pour l'emploi.

Par un procédé analogue, on peut préparer une solution $\frac{N}{5}$ d'acide

nitrique en remplaçant le chlorure de baryum par 13 gr. 076 de nitrate de baryum.

Dosage des substances organiques dans l'eau au moyen du permanganate de potasse, en solution acide. — M. DUYCK (*Z. Allgemeine Oester. Apoth. Verein*, 1901, p. 595). — L'auteur a remarqué que la présence des chlorures était une source d'erreur, en ce sens qu'elle nécessite l'emploi d'une plus grande quantité de permanganate, car l'acide sulfurique met en liberté l'acide chlorhydrique des chlorures, qui, avec l'acide hypermanganique libre, donne du chlore, de l'acide hypochloreux, de l'eau et du chlorure de manganèse.

Pour éviter cet inconvénient, il conseille, avant de doser les matières organiques, de chasser les chlorures. Pour cela, on laisse reposer l'eau pendant 1 à 2 heures en agitant plusieurs fois, avec un excès d'oxyde d'argent, et après séparation du précipité on dose les matières organiques de la manière ordinaire.

Recherches de faibles quantités de manganèse. — (*Z. angew. Ch.*, 1901, p. 549). — On chauffe légèrement la solution avec du persulfate d'ammoniaque en présence du soufre ou d'acide nitrique, en ajoutant une goutte de solution de nitrate d'argent. Ce manganèse est oxydé; on le reconnaît à la coloration rose caractéristique du permanganate.

Réaction du sucre avec le cobalt et le nickel au lieu du cuivre. — SOLLMANN (*Wien. Medic. Presse*, 1901, 1162). — Au lieu de cuivre, l'auteur recommande l'emploi des sels de cobalt et de nickel pour la recherche des sucres, aldéhydes, gommés. Avec une solution de nickel vert-pomme, il se produit une coloration jaune-serin, et avec une solution vert bleu de cobalt une coloration brun rouge. Un excès de métal n'empêche pas la réaction qui se produit dès que l'on chauffe.

L'auteur ne croit pas que l'emploi de ces métaux offre un avantage sur le cuivre, surtout pour la recherche du sucre dans l'urine, car l'urine à l'état normal donne déjà des changements de coloration avec les sels de cobalt.

Détermination quantitative du tungstène dans les minerais. — OLIVIER P. FRITSCHLE (*Eng. and Mining Journ.*, 1901, 1720). — Le procédé de dosage du tungstène dans les minerais recommandé par l'auteur s'effectue de la manière suivante.

0 gr. 5 de minerai bien pulvérisé sont placés dans une capsule de platine de 25 centimètres cubes de capacité avec un mélange à parties égales d'acides fluorhydrique et chlorhydrique, et chauffés pendant une heure environ à la température d'ébullition en ajoutant de temps en temps du mélange des acides. Lorsque tout le minerai est dissous, on concentre par évaporation, pour chasser le fluorure de silicium formé, en ayant soin d'éviter les pertes par projection. Le résidu de cette évaporation est traité ensuite par 20 centimètres cubes d'acide chlorhydrique et 8 centimètres cubes d'acide nitrique pour chasser les dernières traces d'acide fluo-

rhydrique. Dans ces conditions, le fluorure de tungstène se transforme d'abord en chlorure qui, au contact de l'acide nitrique, donne naissance à de l'acide tungstique qui précipite. On étend alors de 50 centimètres cubes d'eau et chauffe pendant une demi-heure pour favoriser la précipitation totale de l'acide tungstique. Après repos à douce chaleur, on filtre, lave à l'eau chaude et sèche le précipité, on le calcine au rouge et l'on pèse à l'état de WO_3 .

Nouvelle réaction de la saccharine. — LEYS (*Chem. Zeit.*, 1901, 424). — Si dans un verre à expériences on met 5 centimètres cubes d'une solution de saccharine (4/10.000), qu'on y ajoute 2 gouttes d'une solution de chlorure de fer obtenue en diluant à 100 centimètres cubes 2 centimètres cubes de chlorure de fer à 30° B., et 2 centimètres cubes d'une solution de peroxyde d'hydrogène à 0,05 volume %, il se produit, au bout de 30 à 45 minutes, une très belle coloration violette qui subsiste pendant une semaine, si l'eau oxygénée n'est pas en excès.

Nouvelle méthode du dosage de la nicotine dans le tabac et dans l'extrait aqueux des feuilles de tabac. — JULIUS TOTH (*Chem. Zeit.*, 1901, p. 610). — Le tabac préalablement séché est divisé, suivant sa nature, en fragments plus ou moins gros ou en poudre.

On en prélève 6 grammes que l'on triture avec 10 ou 20 centimètres cubes de lessive de soude dans une capsule de 200 à 300 centimètres cubes de capacité.

On ajoute alors à ce mélange et par petites portions du plâtre calciné (gypse), jusqu'à ce que la masse totale se laisse facilement réduire en poudre au mortier de porcelaine.

Avec les précautions nécessaires, on place alors la poudre ainsi obtenue dans un tube de verre cylindrique de 25 centimètres cubes de hauteur et de 5 centimètres cubes de diamètre et l'on ajoute 100 centimètres cubes d'un mélange d'éther et d'éther de pétrole (à parties égales); on bouche le tube et on agite le tout 50 fois. Après un repos d'une heure, on prélève 25 centimètres cubes de la solution étherée que l'on place dans un vase de verre de 300 à 400 centimètres cubes de capacité; on ajoute 40 à 50 centimètres cubes d'eau distillée et une goutte de solution d'iode.

Pour faire le titrage, on met un excès connu d'une solution acide $\frac{N}{10}$,

puis on titre l'excès d'acide au moyen d'une solution alcaline $\frac{N}{10}$. La différence des résultats ainsi obtenus multipliée par le coefficient 0,0162 donne la quantité de nicotine renfermée dans la prise d'essai.

L'auteur a étudié de plus l'influence que pouvait exercer sur les résultats la présence de l'ammoniaque existant dans les feuilles de tabac; de ces essais il conclut que les résultats ne sont pas faussés, l'ammoniaque existant dans les feuilles de tabac étant toujours en très faible quantité.

Dosage de la chaux dans les terres. — E. HOTTER (*Z. Landw.-Versuchst. Ocsterr.*, 1901, 632). — La méthode proposée par l'auteur n'offre rien de

bien particulier, si ce n'est le procédé employé pour mettre la chaux en dissolution. Le solvant employé est l'acide acétique à 20 %.

20 grammes de terre séchée et tamisée sont placés dans un vase gradué de 250 centimètres cubes et traités par 50 centimètres cubes d'acide acétique à 20 % pendant une demi-heure à l'étuve à eau bouillante. Le volume de 250 centimètres cubes étant alors complété avec de l'eau distillée, on agite vigoureusement et laisse reposer 12 heures environ. On prélève 200 centimètres cubes de la liqueur claire surnageante et l'on précipite la chaux par l'oxalate d'ammoniaque; la suite des opérations s'effectue alors par les procédés habituels.

L'auteur tient compte, dans son calcul, du volume occupé par la terre qui est de 10 centimètres cubes environ.

Le précipité contient quelquefois des traces de manganèse qui sont sans influence sur les résultats obtenus.

Méthode rapide de dosage du cuivre dans les pyrites. — N. HEIDENREICH (*Z. Anal. Chem.*, t. 40, p. 15). — On dissout 2 à 5^{es} dans l'eau régale, on évapore à sec pour chasser l'acide nitrique; on dissout dans l'acide chlorhydrique, on dilue et on précipite le cuivre par l'aluminium; lorsque tout le fer est réduit, on filtre et lave; on dissout l'aluminium en excès et le cuivre dans l'acide nitrique et on dose le cuivre par électrolyse.

Dosage de l'acide salicylique dans les vins. — *Présence de cet acide dans les vins naturels.* — H. PELLET (*Ann. Ch. analyt.*, 1901, p. 327 et 328). — L'auteur montre que la méthode Pellet et de Grobert, telle qu'elle a été décrite, permet de retrouver des quantités infinitésimales d'acide salicylique dans le vin.

Cette méthode ayant fait l'objet d'une discussion assez vive à propos de vins portugais, M. Pellet cite les essais entrepris par M. Ferreira da Silva, essais tendant à démontrer la présence de l'acide salicylique en quantités extrêmement faibles dans certains vins portugais.

Dosage du soufre dans les pyrites, les mattes, scories, houilles, bitumes, etc. — H. PELLET (*Ann. Ch. Analyt.*, 1901, p. 281). — Prenant comme exemple un combustible, on en pèse 1^{er} finement pulvérisé, on le mélange avec 20^{es} de carbonate de soude sec et pur et 10^{es} de nitrate de potassium pur.

Chauffer jusqu'à fusion (en évitant le gaz de houille). Reprendre par l'eau, filtrer, laver, rendre acide au moyen d'acide chlorhydrique, puis précipiter par le chlorure de baryum et déduire du poids de sulfate de baryte trouvé la quantité de soufre existant dans l'échantillon.

On peut doser, d'autre part, le soufre des sulfates en grillant au préalable un certain poids de l'échantillon, puis dosant le soufre afférent aux sulfates en traitant par l'acide chlorhydrique et précipitant par le chlorure de baryum.

Cette méthode est recommandée par l'auteur pour sa rapidité et son exactitude.

Méthode de séparation du glucose d'avec le maltose. — HILL (*Chem. Soc.*, 1901, p. 45). — La solution contenant les deux sucres (moins de 10 %)

est mise à fermenter au moyen du saccharomyces marxianus pur qui n'agit que sur le glucose.

Après que la fermentation a cessé, on fait bouillir, on filtre, on additionne d'alcool (le tiers du volume environ), puis on évapore dans le vide.

En traitant le sirop obtenu par de l'alcool fort, on sépare le maltose à l'état blanc cristallin.

Sur l'analyse du malt et les rendements en brasserie. — BOONE (*Bull. Suc. Dist.*, 1901, p. 233). — L'auteur critique la méthode d'analyse du malt adoptée par le congrès de Vienne : cette méthode n'indiquant pas le degré de mouture, on trouve des différences parfois considérables. Dans la méthode proposée on opère en deux temps :

1° Digestion à froid de 50^{gr} de farine de malt dans 300^{cc} d'eau pendant deux heures. Mise en réserve de 100^{cc} de ce premier liquide diastastique, puis chauffage du restant comme on l'indiquait au congrès, c'est-à-dire chauffage 1/2 heure à 43°, puis monter à 70° et maintenir jusqu'à ce que l'essai à l'iode n'indique plus d'amidon.

2° Faire bouillir le brassin pendant 1/2 heure, refroidir à 45°, y ajouter les 100^{cc} de liquide diastastique qu'on a mis de côté, maintenir à 43° pendant 1/4 heure, puis monter à 70° jusqu'à essai négatif à l'iode.

Compléter à froid à 450^{gr}.

Par ce procédé de double saccharification, on est assuré que tout l'amidon est transformé grâce au maltage après cuisson de l'amidon qui avait pu échapper.

Recherche de l'huile de sésame. — F. RANWEZ (*Ann. pharm. Louvain*, 1901, p. 289). — Au sujet de la recherche de l'huile de sésame dans les beurres et dans les huiles, M. Ranwez a fait de nombreuses expériences dans le but de s'assurer de l'exactitude de la réaction de l'acide chlorhydrique furfurolé.

Il résulte de ces recherches que l'on n'obtient pas de coloration spontanée dans les essais à blanc d'acide furfurolé si l'on observe peu de temps après le mélange, en sorte qu'on peut avoir confiance dans cette réaction pour la recherche de l'huile de sésame, surtout si l'on opère en présence d'un type comme cela est toujours recommandé.

Dosage du soufre dans les huiles. — F. JEAN (*Ann. Ch. analyt.*, 1901, p. 321). — Pour doser le soufre dans des huiles auxquelles il en a été ajouté pour leur donner des qualités lubrifiantes, M. Jean fait une saponification de 5^{gr} d'huile avec 4^{cc} de soude à 36° Baumé et 2^{cc} d'alcool ; il évapore à sec, reprend par l'eau chaude, puis fait monter le savon par le sel marin et filtre.

Dans la liqueur filtrée, additionnée d'eau de Seltz et d'empois d'amidon, il titre le sulfure de sodium au moyen d'une solution d'iode décimale

$$4^{\text{cc}} \text{ d'iode } \frac{N}{10} = 0,0016 \text{ de soufre.}$$

Dosage de mercure dans les solutions antiseptiques à base de chlorure, d'iodure et de cyanure de mercure. — G. MEILLIÈRE (*J. Ph. Ch.*, 1901, p. 356). — On

peut séparer l'iode et le chlorure d'une solution aqueuse en épuisant par l'éther et évaporant ensuite à basse température.

On peut aussi le précipiter de la solution à l'état métallique en réduisant par l'un des réactifs suivants :

Chlorure stanneux, hypophosphite alcalin, magnésium en liqueur acide, soude et eau oxygénée. On peut employer avec avantage une centrifugeuse.

Présence normale d'acide salicylique dans les fraises. — L. PORTES ET DESMOULIÈRES (*J. Ph. Ch.*, 1901, p. 342). — Les auteurs ont recherché l'acide salicylique sur 10 espèces différentes de fraises.

Leurs expériences ont été positives et ils sont arrivés à caractériser nettement l'acide salicylique dans toutes les espèces, mais ils ne pensent pas que cet acide soit libre, mais bien combiné à l'alcool méthylique. Il est même probable que ce salicylate de méthyle n'est pas étranger au parfum des fraises et y apporte une contribution notable. En tout cas, ces essais montrent combien l'analyste doit se méfier de ses conclusions si, comme cela est arrivé, on trouve la réaction de l'acide salicylique dans des confitures de fraises.

Sur un mode de destruction intégrale de matières organiques. — G. DENIGÈS (*J. Ph. Ch.*, 1901, p. 241). — Afin de rechercher l'arsenic et l'antimoine dans des pièces anatomiques, l'auteur indique le procédé suivant pour détruire rapidement ces matières. Il attaque d'abord dans une capsule 200^{gr} de substance avec 200^{cc} d'acide nitrique ($d=1,39$) et 5^{cc} de permanganate à 2 %, il chauffe jusqu'à désagrégation ; puis il ajoute de l'acide nitrique (100^{cc} environ) et couvre d'un entonnoir. Après deux heures au moins, le liquide est évaporé à 70 ou 80^{cc} et il ne doit pas noircir, sinon on ajoute de l'acide nitrique.

On additionne de 100^{cc} d'acide sulfurique pur, il se dégage des vapeurs nitreuses, la masse brunit, on attend deux minutes et ajoute 5^{cc} d'acide nitrique ; on chauffe 5 à 6 minutes ; puis on recommence l'addition d'acide nitrique dans les mêmes conditions et cela 4 fois en tout, puis l'on chauffe fortement et l'on continue les additions d'acide nitrique 10 à 15 fois toutes les deux minutes par fractions de 50 à 60 gouttes.

On évapore à 10 ou 15^{cc} ; le résidu doit être jaunâtre et contient tout l'arsenic et l'antimoine qui pouvaient se trouver dans la matière. On peut alors introduire directement dans l'appareil de Marsh et doser quantitativement.

Dosage de l'aconitine dans les préparations à base d'aconit. — H. ECALLE (*J. Ph. Ch.*, 1901, p. 97). — L'auteur, après avoir essayé les différentes méthodes préconisées, s'est arrêté à la suivante.

Il chasse l'alcool de la teinture en chauffant au bain-marie, acidule après refroidissement au moyen d'acide nitrique dilué, rend ammoniacal et épuise à l'éther. La liqueur étherée d'extraction est agitée ensuite avec de l'acide nitrique dilué pour enlever l'alcaloïde ; cet acide est chauffé légèrement pour enlever l'éther et additionné d'une solution d'acide silico-tungst-

tique à 3%. On chauffe à l'ébullition et on abandonne 24 heures; on filtre sur un filtre *ad hoc*, on lave à l'eau distillée jusqu'à ce que la liqueur ne soit plus acide; on fait sécher le filtre et on calcine. Du poids trouvé on en déduit la quantité d'alcaloïde qui était combinée à l'acide silico-tungstique en multipliant par 0,793 (chiffre déterminé par l'auteur). G. Bertrand admettait 0,907 comme facteur théorique en supposant 4 molécules d'alcaloïde combinées à 12 molécules d'acide silico-tungstique.

Recherche des huiles siccatives et des huiles d'animaux marins. — G. HALPHEN (*J. Ph. Ch.*, 1901, p. 359). — L'auteur a trouvé que l'addition aux huiles d'une certaine quantité de brome en solution acétique détermine pour les huiles siccatives et les huiles de poisson un précipité très important. Pour rendre l'opération pratique, il recommande de préparer au moment du besoin une solution contenant 28 volumes d'acide acétique cristallisable, 4 volumes de nitrobenzine et 1 volume de brome. On emploie 10^{cc} de réactif pour 0^{cc}5 d'huile à essayer.

On peut différencier ainsi les huiles végétales siccatives et les huiles de poisson des huiles non siccatives; l'huile de colza ne donne pas de précipité, mais se trouble et il se sépare deux couches.

En appliquant ce procédé à des mélanges, on peut reconnaître facilement 10 % d'huile siccative dans une autre huile (sauf pour l'huile de noix).

Voir les tableaux très intéressants dans le mémoire original.

Essai des farines. — *Communication du Laboratoire royal serbe de Belgrade*, par le Dr A. ZEGA.

A peu d'exceptions près, on consomme à Belgrade du pain de froment, et ce sont exclusivement les vieux Serbes et Macédoniens qui s'occupent de la boulangerie. Le plus consommé est le pain blanc, puis vient le pain noir et enfin le pain militaire. L'usage du pain de seigle ou de maïs est à peine digne d'une mention. Les analyses suivantes donnent la composition de ces trois sortes de pains, moyenne des analyses effectuées dans ces dernières années :

	EAU	CENDRES	PROTÉINE	GRAISSE	HYDRATE DE CARBONE	CELLULOSE
Pain blanc : mie.....	44.16	1.11	8.42	0.31	45.97	0.33
— croûte.....	43.65	1.82	12.54	0.45	70.86	0.68
Pain bis : mie.....	44.58	1.00	8.09	0.32	44.90	0.51
— croûte.....	20.52	1.84	11.36	0.58	66.72	0.98
Pain militaire : mie.....	45.67	1.56	8.06	0.42	43.34	0.95
— croûte.....	19.20	2.19	12.65	0.68	62.57	1.71

Au printemps dernier, différents boulangers ont mis en vente un pain possédant un goût de moisi désagréable et d'une valeur très infé-

rieure. J'ai eu l'occasion d'examiner comme expert un grand nombre d'échantillons de farines, et dans ces circonstances j'ai pris comme moyen d'orientation la façon dont se comporte la farine vis-à-vis de la fuchsine en solution dans l'acide sulfureux. Les résultats que j'ai obtenus ont été très satisfaisants. Je prépare le réactif de la façon suivante. Je dilue dans 200 cent. cubes avec de l'eau distillée 3 cent. cubes d'une solution alcoolique concentrée de fuchsine et j'y fais passer un courant de SO_2 jusqu'à décoloration complète. A l'aide de cette solution, j'en prépare une nouvelle à 1/10 avec de l'eau distillée; c'est celle dont je me sers pour l'essai. Comme il est nécessaire de mettre toujours en réaction la même quantité d'acide sulfureux, on détermine préalablement l'acidité de la liqueur. J'ai reconnu que le réactif qui convient le mieux pour les farines blanches est celui dont 1 cent. cube est neutralisé par 0 cc. 8 d'alcali $\frac{n}{10}$. Je prends 1 gramme de farine; la quantité n'est pas pesée; je me sers d'un petit vase (creuset ou nacelle) qui contient cette quantité, je le place dans un tube à essais avec 10 cent. cubes d'eau distillée, j'agite fortement, puis j'ajoute 1 cent. cube du réactif de fuchsine, j'agite deux ou trois fois et j'observe la coloration formée. La farine blanche non altérée reste incolore, tandis que celle qui l'est prend aussitôt une coloration rouge plus ou moins forte suivant le degré d'altération. La farine ordinaire employée à la préparation du pain bis a donné pour tous les échantillons un ton qui, quoique souvent faible, est cependant assez fortement rouge et dont l'intensité dépend essentiellement pour la farine en bon état de la teneur en son. L'examen microscopique de la farine colorée en rouge a montré notamment qu'il n'y a qu'une partie de l'écorce du fruit et de la semence qui paraît colorée. J'ai infecté une partie d'une bonne farine blanche avec des champignons de moisissure provenant de farine altérée et je l'ai abandonnée dans un lieu humide; chaque jour je traitais un échantillon de la farine altérée et un de la farine saine par le réactif précité. Au bout de trois jours, la farine infectée me donnait immédiatement la réaction, tandis que la farine saine ne subissait aucune transformation. L'examen microscopique de cette farine (infectée colorée en rouge) a montré que les grains d'amidon réunis en grumeaux de même que les grains isolés brisés présentaient la coloration rouge.

Si l'on a divers échantillons d'une sorte de farine à examiner, on prépare le réactif de telle sorte qu'il entre en réaction autant de SO_2 qu'il en faut pour qu'une farine saine reste blanche après agitation. Pour des farines riches en son, on devra employer 1 cent. 5 ou 2 cent. cubes de solution sulfureuse de fuchsine au lieu de 1 cent. cube; s'il se produit rapidement une coloration rouge, la farine est altérée et de valeur inférieure (riche en son). En général, la réaction n'a lieu que dans les deux ou trois premières minutes qui suivent la réaction.

Nouvelle réaction du sucre. — T. SOLLMANN (*Centralblatt physiol.*, 1901, 35). — L'auteur se sert d'un réactif préparé suivant le principe de la liqueur de Fehling, en ajoutant à un mélange de 50 centimètres cubes

d'une solution de soude à 40 % et d'une solution de sel de Seignette à 5 %, 10 centimètres cubes d'une solution à 1 % de nitrate de cobalt, ou de sulfate de nickel. Le réactif de nickel ainsi préparé a une coloration vert-pomme ; si on le porte à l'ébullition et si on y ajoute une solution de dextrose, il prend une coloration jaunâtre, qui, en présence d'une plus grande quantité de sucre, va jusqu'au jaune-serin intense. La solution reste parfaitement limpide. Le réactif de cobalt est d'abord presque incolore, mais au bout d'une demi-heure, il prend une magnifique coloration bleu verdâtre. Si on le porte à l'ébullition, il se colore en bleu-ciel et redevient vert par refroidissement. Au bout de quelques minutes, il se forme un précipité et la solution perd un peu de sa sensibilité. Si on y ajoute à chaud une solution de dextrose, la coloration change aussitôt, passe du vert-émeraude et du jaune verdâtre au brun rouge. Des traces de sucre ne donnent qu'une coloration vert bleuâtre ; avec des solutions plus fortes, on peut arriver à la coloration brune d'une solution d'iode. Ces colorations ne se modifient pas ou peu par refroidissement, et se maintiennent pendant plusieurs jours. La réaction n'a lieu qu'à chaud ; si le réactif et la solution sucrée sont mélangés à froid, les réactions ne se produisent pas, même après 24 heures ; mais dès que l'on vient à chauffer, elles ont lieu immédiatement. Cette réaction est $1\frac{1}{2}$ — 2 fois aussi sensible que celle que donne le cuivre. L'auteur l'a essayée avec la dextrose, le sucre inverti, le lactose, le galactose et les sucres qui se forment en chauffant les gommés en présence d'acides ; en outre, avec les aldéhydes et les différentes sortes de gommés ; ces derniers ne donnent avec la liqueur de Fehling aucune réaction ou seulement une coloration verte sans précipité. En général, les substances suivantes donnent des résultats négatifs : les autres hydrates de carbone (saccharose, mannite, glycogène, dextrine, amidon), les corps aliphatiques : acétone, alcool, acides, graisses ; les corps aromatiques, le groupe de la xanthine, la créatinine, l'urée, les alcaloïdes, les glucosides ; les corps minéraux réducteurs et oxydants.

Ces réactions se rapprochent donc beaucoup de celles données par la liqueur de Fehling, mais elles sont plus sensibles que celles-ci. Avec les corps albuminoïdes, ces réactions donnent des changements de colorations, qui, si elles sont typiques, paraissent très différentes de celles du sucre.

Précipitation de la caséine. — RIEGEL (*Chem. Zeit.*, 1904, p. 206). — L'auteur, au lieu des acides employés jusqu'à présent, fait usage de l'acide éthylsulfurique, qui précipite la caséine sous forme compacte et sans décomposition, de même que l'acide acétique et l'acide sulfurique ; mais avec cette différence que l'éthylsulfate de chaux étant facilement soluble, on obtient à la première précipitation un produit presque exempt de cendres. De plus, la caséine est plus pauvre en germes que quand elle est précipitée par l'acide lactique ou l'acide acétique, et son pouvoir d'inversion sur le sucre de lait est faible. On peut se servir de l'acide éthylsulfurique brut, obtenu en mélangeant rapidement volumes égaux d'acide sulfurique concentré et d'alcool fort et laissant reposer plusieurs heures dans un endroit chaud.

Coloration du beurre. — VANDRIKEN (*Chem. Zeit.*, 1901, *Rép.* 106). — Le beurre, s'il est pur et non coloré artificiellement, est décoloré instantanément par le nitrite d'amyle, tandis que les beurres artificiels ne le sont pas, excepté s'ils ont été colorés avec de l'orléan. Ce phénomène est basé sur l'action de l'acide nitreux qui existe toujours dans le nitrite d'amyle qui a déjà un certain temps de préparation. « Spiritus ætheris nitrosi » agit de même, mais d'une manière plus faible. L'auteur mélange 2 centimètres cubes de beurre filtré avec volume égal d'éther et y ajoute 6 à 10 gouttes de nitrite d'amyle, ou 25 à 30 gouttes de spiritus ætheris nitrosi, et il agite. En présence du suc de carottes, le beurre n'est pas décoloré; avec le safran et le curcuma, il ne subit qu'une très faible transformation, tandis qu'avec l'orléan il est décoloré.

Dosage de l'acide phosphorique dans les vins. — SARTORI et WOY (*Chem. Zeit.*, 1901, 263 et 291). — Sartori fait remarquer que, dans la méthode usuelle, la température de 80° indiquée pour la précipitation de phosphomolybdate d'ammoniaque ne suffit pas toujours pour précipiter quantitativement l'acide phosphorique. Souvent il arrive aussi que la précipitation est quantitative, mais le précipité ne se forme qu'au bout de quelques heures. On évite cette difficulté en chauffant davantage, ou au moins en suspendant le vase qui contient la solution dans un bain-marie à l'ébullition. En outre, l'auteur recommande de concentrer un peu la solution; car, par la décoloration au noir et les lavages, on augmente le volume, et pour avoir une précipitation quantitative, la solution doit être le plus concentrée possible. De plus, Sartori fait observer que pour la dissolution du précipité de molybdate dans l'ammoniaque, on n'indique pas la force de l'ammoniaque, quoique ce point ait de l'influence sur le résultat. Suivant Frésenius, cette teneur doit s'élever à 2,5 %.

A ce sujet, Woy fait remarquer qu'il faut rechercher la cause de ce phénomène dans ce fait qu'une partie de l'acide phosphorique se transforme en pyrophosphate par l'incinération, lequel pyrophosphate ne précipite pas par le molybdate d'ammoniaque. Par l'ébullition, la transformation en acide orthophosphorique a lieu aussitôt. On peut éviter cette transformation en pyrophosphate par la présence de quantité suffisante de carbonates. Mais si on traite les cendres par l'acide nitrique, les carbonates sont décomposés, tandis que l'acide phosphorique du noir n'est jamais enlevé.

Réaction de quelques alcaloïdes avec l'acide sulfurique additionné de formaldéhyde. — H. LINKE (*Deuts. pharm. Gesellschaft. Ber.*, 1901, 258). — La cocaïne, la pilocarpine, la cantharidine, l'ésérine et la caféine ne donnent pas de réaction ni à la température ordinaire, ni à chaud. La colchicine donne une coloration jaune d'or qui disparaît au bout de quelque temps. L'hydrastinine donne une coloration jaune verdâtre, la strychnine donne une coloration gris brun disparaissant également par chauffage; l'atropine, une coloration brune, devenant par chauffage gris brun verdâtre sale; l'hématropine à chaud, une coloration brune; la skopolamine, une coloration allant du jaune d'or à l'orange et devenant brun noir à chaud; la véra-

trine, une coloration jaune brun, devenant rouge brun à chaud. La digitale donne une coloration variant du rouge-brique au rouge vineux, devenant rouge sombre à chaud.

La morphine donne d'abord une coloration rouge-pêche, puis violette, devenant gris noir par chauffage. La réaction est très belle et très nette. L'apomorphine donne d'abord une coloration violette, rouge-rouille, bleu noir, devenant noir verdâtre sous l'action de la chaleur; la codéine, une coloration bleu violet, se transformant en brun noir par chauffage. Magnifique réaction, très nette.

P. MÉKER — R. ROBINE.

ÉLECTROCHIMIE

Mesure de la vitesse des ions. — STEELE (*Z. Elch.*, t. 7, p. 618). — On utilise deux électrolytes ayant un ion commun, l'anion par exemple, de concentration équivalente et on les superpose dans un tube en U. En faisant passer le courant, l'ion commun se déplace dans un sens, les deux autres en sens inverse, mais à la suite l'un de l'autre. On s'arrange de façon que l'ion dont on veut mesurer la vitesse soit le premier et ait une vitesse inférieure. Lorsque cet ion franchit par diffusion la limite entre les deux électrolytes, il trouve une chute de potentiel plus élevée qui accroît sa vitesse dans le sens des ions et tend à le ramener en avant. Inversement pour l'ion correspondant de l'autre électrolyte. La couche limite se meut donc à une vitesse qui est celle des ions les plus lents avec la chute de tension la plus élevée et celles des ions plus rapides sous l'influence de la chute de tension la plus faible.

Appareils pour la démonstration du transport des ions. — D. STEELE (*Z. Elch.*, t. 7, p. 729). — KOHLRAUSCH (*Z. Phys. Ch.*, t. 34, p. 559). — L. MILLER et B. KENRICK (*Z. Phys. Ch.*, t. 35, p. 440). — Ces différents appareils ont été imaginés dans le but de montrer dans un cours le transport des ions combinés d'après la théorie de Hittorf sur la vitesse des ions.

Théories modernes de l'électrochimie. — A. MINET (*Rev. Ch. p. app.*, 5 juin 1901, p. 309; 14 juillet 1901, p. 397).

Nature acide de l'eau oxygénée. — CALVERT (*Z. Elch.*, t. 7, p. 622). — Dans un tube en U on place à la partie inférieure une solution de gélatine rendue conductrice par une solution alcaline d'oxyde de plomb et de nitrate de potassium. Au-dessus on place de chaque côté une solution de gélatine renfermant seulement du nitrate de potassium. Les deux branches du tube sont ensuite remplies par une solution alcaline d'eau oxygénée. On place le

tout dans la glace et on fait passer au moyen d'électrodes en fer étamé un courant de 0,1 à 0,3 ampère. On remarque alors à la limite de la gélatine renfermant le sel de plomb, du côté du compartiment négatif, une coloration brune de bioxyde de plomb, les ions OH se dirigeant vers le pôle positif. L'eau oxygénée serait analogue à l'acide hypochloreux; elle dégage d'ailleurs de l'oxygène dans les mêmes conditions.

Sur la formation des perchlorates par électrolyse. — F. WINKLER (*Z. Elch.*, t. 7, p. 635). — Les perchlorates sont des sels qui pourront devenir très importants au point de vue industriel en raison de leur forte teneur en oxygène et de leur facile préparation. Le rendement est d'autant meilleur en général que la densité de courant est plus élevée, et baisse lorsque l'on élève la température. Les perchlorates ne se forment que lorsque la solution ne renferme plus de chlorure. Lorsque l'on part d'un chlorate pur, comme il n'y a pas de formation d'hypochlorite, la réduction est nulle.

Fabrication des électrodes. — G. STRAUSS (*Rev. Ch. p. app.*, 16 juin 1901, p. 343). — Description des procédés employés aux usines de Notre-Dame de Briançon, dans laquelle on passe successivement en revue les matières premières (charbon de cornue, coke de pétrole), la fabrication (préparation de la poudre, travail de la pâte, cuisson), les essais des électrodes au point de vue de leur conductibilité électrique (cette conductibilité est fonction de la nature des matières premières, du mode de travail, de la cuisson). Il ressort de cet article que l'industrie des électrodes, toute nouvelle en France, a fait de rapides progrès, et qu'actuellement les produits nationaux peuvent lutter victorieusement avec les électrodes étrangères, allemandes et suisses.

Sur les diaphragmes. — J.-E. LE BLANC (*Z. Elch.*, t. 7, p. 653). — L'auteur a déjà présenté une étude de diaphragmes (*Rev. Phys. Chim.*, t. 4, p. 524). Le travail présent porte sur la comparaison entre le vase de Pukall, la matière étudiée l'année précédente, et une nouvelle matière. Il établit qu'il n'y a aucune relation entre la porosité et la conductibilité d'un diaphragme. D'ailleurs on sait que la résistance est inversement proportionnelle à la section, tandis que la quantité de liquide traversant un tube capillaire est proportionnel au carré de la section.

Sur le chrome électrolytique. — B. NEUMANN (*Z. Elch.*, t. 7, p. 656). — On peut assez facilement obtenir le chrome par électrolyse des solutions de chlorure, acétate, sulfate. La concentration, la température et la densité de courant ont une grande influence sur la nature du dépôt qui peut, soit renfermer de l'oxydure, soit être à l'état cristallin.

Sur une balance voltamétrique. — W. PFANHAUSER (*Z. Elch.*, t. 7, p. 923). — Dans l'argenture galvanique notamment, il est nécessaire de connaître exactement le poids du métal déposé. A cet effet, les objets à argenter formant cathode sont suspendus au fléau d'une balance et lorsque l'argenture est

terminée, le fléau en oscillant interrompt le courant. Au lieu d'opérer de cette façon, il est plus commode de mettre en circuit avec les bains d'argentine un voltamètre à cuivre dont la cathode est suspendue au fléau d'une balance, ce qui permet d'arriver au même résultat avec des appareils de dimensions plus réduites.

L'industrie électrochimique en Europe. — J. W. SWAN (*Journ. of Society of Chemical Industry*, t. 20, p. 663-676). — Dans un discours prononcé au Congrès de l'industrie chimique de Glasgow, le président de la Société de Chimie Industrielle de Londres a présenté l'état actuel de l'industrie électrochimique en Europe, d'après les renseignements que les Sociétés industrielles avaient bien voulu lui fournir. En raison de ce fait, ces renseignements sont encore bien incomplets. Ce discours, portant uniquement sur des procédés en œuvre tous connus, et formant, somme toute, une revue, ne peut être condensé en quelques lignes.

Procédé pour rendre plus actif l'oxygène électrolytique. — BOEHRINGER et FILS (*Brev. All. n° 117129*). — On ajoute au compartiment positif un sel de chrome ou de manganèse et l'on emploie comme anode une lame de plomb ou mieux une plaque d'accumulateur. Applications à la transformation du p. nitro-toluol en acide p. nitro-benzoïque, de l'aniline en quinone.

Sur la réduction électrochimique des acétones. — K. ELBS (*Z. Elch.*, t. 7, p. 644). — On emploie comme anode une feuille de plomb plongeant dans une solution étendue de soude ou d'acide sulfurique et comme cathode une lame de plomb dans une solution alcoolique de l'acétone avec un peu d'acétate de soude ou d'acide sulfurique. $D_c = 0,5$ à $1,5$ amp. : dm^{-2}
 $T = 50^\circ$ à 90° . Les acétones grasses donnent un mélange d'alcools et de pinacones, les aromatiques donnent principalement des alcools secondaires. Le benzhydrol notamment se prépare très bien par ce procédé. On obtient aussi certaines pinacones difficiles à obtenir autrement. Les rendements peuvent s'élever à 90 %.

Sur les amalgames des ammoniums composés. — CROTOGINO (*Z. Elch.*, t. 7, p. 648). — La méthyl et la diméthylamine donnent des amalgames de l'ammonium correspondant. On peut donc ainsi séparer les sels de ces bases de ceux de la triméthylamine et du tétraméthylammonium qui ne donnent pas d'amalgame. De même l'éthylamine en donne un, le diéthyl n'en donne pas.

Sur la réduction électrolytique de l'o-nitroanthraquinone en o-amidoanthraquinone. — J. MOLLER (*J. Elch.*, t. 7, p. 741). — On utilise une solution alcoolique en présence d'acide sulfurique avec $D_c = 1$ amp. : dm^{-2} .

Procédé pour l'impression du papier, des tissus, etc., par voie électrolytique. — FRIESE-GREENE (*Brev. All. n° 118205*). — On emploie des substances très facilement oxydables, telles celles que l'on utilise comme développeurs photographiques. Dans ces conditions, l'électrode n'a pas besoin d'être en métal précieux inattaquable, comme dans les autres procédés.

Réactions pyrogénées et synthèse au moyen du courant électrique. — W. LOB (*Z. Elch.*, t. 7, p. 903). — Dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant communiquant avec un gazomètre, se trouve un fil de platine pouvant être chauffé par le passage d'un courant électrique. Le ballon est chauffé soit à feu nu, soit au bain-marie, de façon à porter le corps à étudier à l'ébullition. Le fil de platine se trouve ainsi dans la vapeur que l'on peut pyrogénérer d'une façon excessivement régulière. C'est ainsi que le chloroforme donne du tétrachlorure et de l'hexachlorure d'éthyle, de l'hexachlorobenzène, etc.

A. BROCHET.

BIBLIOGRAPHIE

Actualités scientifiques. Leçons sur les moteurs à gaz et à pétrole, faites à la Faculté des sciences de Bordeaux, par L. MARCHIS, professeur adjoint de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. — 4 vol. in-16 de XL-175 pages, avec 19 figures; 1901. Prix : 2 fr. 75. — *Gauthier-Villars*, éditeur, Paris; 1901.

Après avoir exposé la constitution des divers moteurs et la composition des différents mélanges combustibles avec lesquels on peut les alimenter, l'auteur examine quelles sont les meilleures conditions dans lesquelles doit fonctionner une machine à gaz, quel est le rendement thermique que l'on doit s'efforcer d'obtenir. Ce problème l'amène à définir et à étudier les conditions théoriques de la marche de ces moteurs.

Pour chaque type de moteur, M. Marchis a défini le diagramme théorique; il a analysé les transformations qui le composent, et, par l'application des principes fondamentaux de la thermodynamique, il en a déduit une expression du rendement thermique théorique. Il montre combien il peut être utile de déterminer dans quelles conditions sont applicables les principes de la thermodynamique, de bien délimiter le domaine dans lequel leur emploi est justifié et d'indiquer quels renseignements ils peuvent fournir dans l'étude des transformations qui caractérisent tel ou type de moteurs.

Ces leçons ont été faites en 1899-1900 devant un auditoire en majeure partie composé d'ingénieurs appartenant aussi bien aux administrations de l'État qu'à l'industrie privée. Les encouragements que l'auteur a reçus montrent qu'il était utile, au point de vue pratique, de bien mettre en évidence les hypothèses sur lesquelles est fondée la théorie.

O. B.

Cours d'électricité (cours de la Faculté des sciences de Paris), par PELLAT (H.), professeur à la Faculté des Sciences de Paris. — Trois volumes grand in-8° se vendant séparément. Tome I : *Electrostatique. Lois d'Ohm. Thermo-électricité*, avec 145 figures; 1901, 10 francs. — Tome II : *Electrodynamique, Magnétisme, Induction. (En préparation.)* — Tome III : *Electrolyse, Electrocapillarité, etc. (En préparation.)* — *Gauthier-Villars*, éditeur, Paris; 1901.

Nous ne pouvons mieux faire que donner la préface de l'auteur.

« Cet ouvrage est un cours complet d'Électricité, divisé en trois parties :

la première comprend l'Électrostatique, les lois d'Ohm et la Thermo-électricité; la deuxième, l'Électrodynamique, le Magnétisme et l'Induction; la troisième, l'Électrolyse, l'Électrocapillarité et les questions qui s'y rattachent. Il a pour but de montrer comment on peut établir solidement les lois fondamentales d'une des plus belles parties de la Science et d'en tirer les principales conséquences. Je n'ai eu garde d'omettre les applications les plus importantes, surtout celles qui s'appuient sur des découvertes récentes, mais je n'ai pu entrer dans de grands détails à ce sujet; ces applications font du reste l'objet de nombreux ouvrages spéciaux.

« Pour faciliter l'étude de l'Électricité à un plus grand nombre de personnes, j'ai cherché les démonstrations qui me paraissent les plus simples; elles n'exigent presque toujours que les principes élémentaires du calcul infinitésimal.

« Bien souvent, je mesuis écarté de la marche habituellement suivie; en particulier, l'Électrostatique a été exposée d'après la méthode entièrement nouvelle que j'ai indiquée dans mon Mémoire sur l'Électrostatique non fondée sur les lois de Coulomb (voir pour les inconvénients de la marche habituelle l'introduction et le chapitre X). Contrairement à l'usage, j'ai placé l'Électrodynamique avant le Magnétisme; j'ai pu mieux montrer ainsi sous son véritable jour la notion de Magnétisme, qui n'est qu'un intermédiaire mathématique très commode, mais qui n'a aucune réalité physique.

« La première partie de cet ouvrage est la reproduction du cours que j'ai fait à la Sorbonne en 1898-1899; la deuxième, celle du cours que j'ai fait en 1899-1900; quant à la troisième, elle correspond au cours que je ferai en 1902. »

Voici les titres des différents chapitres.

I. Phénomènes généraux; lois fondamentales. — II. Propriétés du champ électrique. — III. Densité et tension électriques. — IV. Principe de l'électrostatique; leurs conséquences. — V. Phénomènes d'influence; capacité électrique. — VI. Machines électriques. Charges, usage et formes diverses des condensateurs. — VII. Décharges électriques. Énergie électrique. — VIII. Mesures des différences de potentiel. — IX. Diélectriques. — X. Loi élémentaire de Coulomb. — XI. Lois d'Ohm, de Kirchhoff et de Joule. — XII. Thermoélectricité.

O. B.

Le Gérant : O. DOIN.

PARIS. — IMPRIMERIE F. LEVÉ, RUE CASSETTE, 17.