

REVUE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

**Produits Chimiques. — Couleurs. — Teinture. — Métallurgie. — Distillerie. —
Pyrotechnie. — Engrais. — Combustibles. — Electro-Chimie.**

N° 147

TOME XIII

MARS 1902

LES ALLIAGES

Par O. BOUDOUARD, Docteur ès-sciences

Connus dès la plus haute antiquité, les alliages occupent dans l'industrie une place très importante : ce sont de véritables métaux, possédant des propriétés spéciales, différentes de celles des éléments qui les constituent.

Si les progrès faits par la chimie dans le courant du XIX^e siècle ont donné une impulsion nouvelle à un grand nombre d'industries, il n'en est pas de même de l'industrie des alliages où l'on en est encore sur bien des points aux vieilles recettes empiriques qui se transmettent dans les usines comme un précieux secret. Ce n'est que depuis quelques années que des recherches scientifiques ont été faites, à la suite de l'introduction des méthodes de la métallographie microscopique dues à M. Sorby, d'une part, et à M. Osmond, d'autre part. Ce mouvement date de 1895, et deux puissantes sociétés industrielles, la Société des ingénieurs-mécaniciens de Londres et la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de Paris ont largement subventionné les études nouvellement faites (1). A une date plus récente, dans

un ordre d'idées plus spécial ayant trait à ce qui se rapporte au fer et à l'acier, nous voyons l'Iron and Steel Institute de Londres, grâce à la libéralité de son vice-président, M. Andrew Carnegie, disposer d'une ou de plusieurs bourses pouvant être accordées chaque année, sans distinction de nationalité, à toute personne qui se livrera à des recherches sur la métallurgie du fer et de l'acier et sujets s'y rapportant.

Le problème qui se pose dans l'étude scientifique des alliages aussi bien que dans leur étude industrielle est de rattacher leurs différentes propriétés aux causes immédiates dont elles dépendent, c'est-à-dire de trouver une relation entre la dureté, la malléabilité, la fusibilité, la conductibilité électrique des alliages et certains facteurs élémentaires, plus simples et plus généraux, dont les deux principaux sont la constitution chimique et la constitution physique, ou structure.

Nous nous proposons, dans cet article, de passer rapidement en vue les travaux relatifs aux alliages qui ont été effectués dans l'année 1901. Tout

« Contribution à l'Etude des Alliages », dans lequel ont été réunis les résultats des recherches effectuées en France de 1896 à 1900. L'ingénieur consultera certainement avec fruit ce document relatif à l'histoire des alliages : il y trouvera à la fois les travaux faits sous les auspices de la Société d'Encouragement par Madame Curie, MM. Gautier et Charpy, et les travaux personnels de MM. Osmond, Carnot, Guillaume et H. Le Châtelier.

(1) La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a édité en 1901, sous la direction et le contrôle de sa Commission des Alliages, un ouvrage important intitulé

d'abord, nous dirons quelques mots de la métallographie microscopique.

Métallographie microscopique

Il y a longtemps que l'industrie sidérurgique se sert de l'examen à l'œil sur des cassures des fers et aciers comme d'une ressource précieuse pour guider les praticiens, soit dans la conduite d'une fabrication, soit dans le classement des produits obtenus. Mais c'est à une époque relativement récente que l'étude microscopique de la structure des métaux et la représentation de leurs aspects par le dessin ou par la photographie ont acquis l'importance qu'elles possèdent aujourd'hui et sont devenus l'un des modes d'investigation qui préoccupent le plus les métallurgistes. Les premiers travaux sur ce sujet remontent à 1864 et sont dus à un savant anglais, le Dr Sorby, de Sheffield. En 1878, M. le professeur Martens, de Berlin, étudiait de préférence les lois générales de la rupture, les cassures, les soufflures et les cristallisations des métaux. En 1880, M. Osmond, ingénieur au Creusot, commençait avec M. Werth des travaux microscopiques sur la structure cellulaire de l'acier fondu. Mais ce n'est que depuis quelques années que les études microscopiques sont poursuivies avec ardeur : MM. Martens, Wedding et Heyn à Berlin, MM. Sorby, Ewing et Stead en Angleterre, MM. Harrisson, Dudley, Howe, aux Etats-Unis ; M. Jüptner en Autriche ; M. Behrens aux Pays-Bas ; MM. Osmond, Werth, Guillemin, H. Le Chatelier en France, et d'autres encore, ont fait tellement progresser l'analyse micrographique des métaux qu'on doit maintenant la considérer comme un moyen d'investigation et de contrôle qu'il n'est plus permis aux industriels de négliger.

Nous ne rappellerons pas ici tous les détails de la technique de la métallographie microscopique ; ce serait sortir du cadre de cette monographie. Nous renverrons aux articles que M. Cartaud a publiés dans la *Revue de Physique et de chimie et de leurs applications industrielles* (1). Nous signalerons simplement les perfectionnements apportés à cette nouvelle méthode d'investigation depuis qu'elle est devenue d'un emploi aussi général ; au laboratoire comme à l'usine on doit avoir la même préoccupation d'économiser la main-d'œuvre, on doit opérer rapidement : c'est le but que s'est proposé M. Le Chatelier (2).

(1) *L'analyse micrographique des aciers au carbone* ; 4^e année, p. 255 et 289. — *Les applications de la métallographie microscopique*, 5^e année, p. 289 et 433.

(2) *Bull. Soc. Encouragement*, septembre 1900 ; *The Metallographist*, 1901, p. 1.

Les opérations métallographiques comprennent quatre parties distinctes : 1^o préparation de la surface polie ; 2^o attaque chimique ; 3^o examen microscopique ; 4^o préparation des alliages.

Polissage. — Pour obtenir une surface polie, il est impossible de s'adresser à un polisseur de profession ; il faut opérer soi-même, car le polissage est un art dont la théorie n'est pas faite, et le succès dépend de causes et de différences souvent très petites en apparence dans la qualité des matières à polir et dans la manière de s'en servir. Ce premier point a attiré l'attention de M. Le Chatelier et alors qu'autrefois la préparation d'un échantillon était une opération très fatigante et très longue, il suffit maintenant de cinq minutes pour obtenir une surface polie prête à être examinée.

Le perfectionnement apporté réside dans la préparation convenable des matières à polir ; le point capital de cette préparation est d'arriver à un classement rigoureux par ordre de grosseur, que l'on obtient avec la méthode de lavage employée par M. Schloësing pour l'analyse des kaolins. Une propreté extrême est nécessaire dans toutes les opérations : les soins minutieux de propreté constituent d'ailleurs à eux seuls la moitié de l'art du polissage. Une fois les poudres préparées, il faut les conserver pour l'usage et éviter toute introduction de matières étrangères : un procédé donnant de bon résultats consiste à en faire une pâte avec du savon, et à la conserver dans des tubes en étain semblables à ceux qu'on emploie pour les couleurs à l'huile.

Les matières donnant les meilleurs résultats sont, rangées dans leur ordre de qualité :

- 1^o L'alumine, provenant de la calcination de l'alun ammoniacal ;
- 2^o La potée d'émeri du commerce ;
- 3^o L'oxyde de chrome provenant de la combustion du bichromate d'ammoniaque,
- 4^o L'oxyde de fer provenant de la calcination à l'air de l'oxalate de fer.

Enfin les supports sur lesquels ces matières sont employées pour le polissage doivent être souples pour s'appliquer sur la surface de l'échantillon ; leur qualité essentielle est de ne pas renfermer de grains durs capables de rayer le métal. L'alumine, la peau sont préférables, mais on peut employer le papier, le drap, le velours, le feutre. Les disques peuvent être montés verticalement sur une machine susceptible de donner une grande vitesse de rotation.

Les métaux mous, comme le plomb, l'étain, leurs alliages sont difficiles à polir. MM. Ewing et Rosenhain ont proposé de couler les métaux fondus sur une lame de verre ou sur l'acier poli ; M. Le Chatelier fond l'alliage dans un tube de verre et y introduit verticalement une lame de verre, ce qui donne deux échantillons à la fois ; M. Hannover préconise l'emploi du mica qui présente sur le verre l'avantage de ne point se rompre sous l'influence des variations de température (1).

Attaque de la surface polie. — Les réactifs utilisables varient évidemment suivant les alliages. M. Le Chatelier recommande particulièrement d'effectuer l'attaque sous l'action du courant électrique au sein d'une dissolution sans action sur le métal ; on peut alors, par l'intensité du courant, régler l'énergie de l'attaque. Cette intensité du courant peut varier de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{100}$ d'ampère par centimètre carré, avec une durée d'action variant de quelques secondes à quelques minutes.

Pour la conservation des préparations, le plus simple est de les vernir avec du zapon : la couche de vernis, très mince et très transparente, permet très bien l'examen microscopique.

Examen microscopique. — L'étude micrographique des métaux, comme toutes les études purement descriptives, exige une certaine éducation de l'œil, qui ne s'habitue pas de suite à voir dans un dessin complexe les particularités intéressantes. Il sera donc toujours très délicat de reproduire très exactement par le dessin ce que l'on verra dans le microscope, et l'on conçoit l'intérêt qu'il y a à appliquer la méthode photographique dans de semblables recherches.

En principe, tout microscope, muni d'un dispositif convenable, peut servir à l'étude micrographique d'une préparation métallique ; mais il faut cependant que l'échantillon se trouve sous forme de plaquettes. Il peut arriver que les échantillons aient des formes quelconques.

Dans le microscope construit par M. Pellin sur les indications de M. Le Chatelier, l'objectif est renversé et regarde vers le haut, ce qui permet d'examiner des objets de formes quelconques et de volume considérable. De plus, pour les échantillons ordinaires, il suffit d'une seule face plane qui est posée directement sur un support remplaçant la platine du microscope. L'oculaire est placé hori-

zontalement sur le côté et reçoit l'image qui lui est renvoyée par un prisme à réflexion totale placé sous l'objectif. L'examen se fait donc facilement en étant assis devant une table. Au-dessous de l'appareil, dans l'axe de l'objectif, se trouve tout le système photographique qui, pendant l'examen à la vue directe, est masqué par le prisme à réflexion totale. La chambre obscure peut recevoir à la partie inférieure des châssis pour clichés $4,5 \times 6$ cm. La distance est telle que lorsque l'image donnée par l'objectif est nette sur la plaque, elle est également nette à la vision directe. Ces petites photographies doivent être amplifiées ; mais il est préférable d'effectuer de suite le grossissement de l'image avant de la recevoir sur la plaque ; pour cela, on installe à la place du petit châssis un oculaire à projection grossissant deux fois, et on place la plaque photographique, 9×12 par exemple, un mètre plus bas.

Nous renverrons au mémoire original cité plus haut, pour des détails plus complets sur l'emploi de ce microscopie, réellement très pratique ; on y trouve également des considérations sur le meilleur mode d'éclairage : l'éclairage, en effet, présente une importance capitale au point de vue de la photographie.

Alliages du fer.

Etant donnée la multiplicité des applications du fer et de ses alliages, principalement des fontes et des aciers, il n'est pas étonnant que ce sujet ait fixé et fixe encore l'attention à la fois des savants et des industriels. La question des rapports entre le fer et le carbone est en effet d'une extrême importance, non seulement pour l'industrie sidérurgique, mais aussi pour la science ; malgré le nombre infini des travaux publiés, elle n'a commencé à sortir du chaos que depuis peu d'années, grâce aux nouveaux principes scientifiques qui l'ont fait entrer dans une nouvelle période ; qu'il nous suffise de rappeler les belles recherches de MM. de Jüptner, H. Le Chatelier, Osmond, Roberts-Austen et Stansfield, etc.. Il manquait un lien entre tous les faits observés dans les phénomènes multiples que présentent les alliages de fer et de carbone quand on les refroidit, lentement ou rapidement, depuis leur point de fusion jusqu'à la température ordinaire. M. Bakhuys Roozeboom a tenté de donner une explication rationnelle de ces phénomènes dans un magistral mémoire paru dans le *Zeitschrift für physikalische Chemie* mémoire

(1) Bull. Soc. Encourag., août 1900 ; The Metallographist, 1901, p. 29.

dont on trouve la traduction dans l'ouvrage que je mentionnais précédemment (*Contribution à l'étude des alliages*) (1).

L'étude de M. Roozeboom sur l'application de la loi des phases aux alliages du fer et du carbone présente un intérêt considérable, bien qu'elle n'apporte aucun fait expérimental nouveau et consiste uniquement en une exposition plus méthodique de faits antérieurement connus. Cette étude est d'une science absolument rigoureuse. Son intérêt est le suivant : les phases, c'est-à-dire les différents états de la matière entrant dans la constitution des fers, aciers et fontes, sont extrêmement nombreuses. Il y en a six à la température ordinaire : ferrite, martensite, austénite, troostite, cémentite, graphite, auxquelles il faut en ajouter cinq pour les températures élevées : les variétés allotropiques β , γ , δ du fer, la variété non magnétique de la martensite, le métal fondu. Soit au total onze phases. Pendant les périodes successives de refroidissement depuis l'état complètement liquide jusqu'à la température ordinaire, ces phases peuvent être juxtaposées 1, 2, 3 ensemble, et peut-être plus. Le nombre des permutations possibles entre ces diverses phases est énorme, et l'étude expérimentale de phénomènes aussi complexes serait absolument impossible sans un fil directeur, qui nous est fourni par la loi des phases. C'est ce point qu'a fait ressortir M. Roozeboom, qui a précisé ainsi les conditions dans lesquelles devaient être dirigées les recherches relatives aux divers équilibres existant entre le fer et le carbone.

M. Lebeau (2) a déterminé les constituants des ferrosiliciums industriels ; il en a caractérisé trois : Si Fe², Si Fe dans les ferrosiliciums à 33 p. 100 de Si et Si² Fe dans les ferrosiliciums à 80 p. 100 de Si. Il a également montré sous quelle forme existe le silicium dans les fontes et aciers à faible teneur. Le siliciure Si Fe ne peut se rencontrer en présence d'un excès de fer, et tout le silicium se trouve alors à l'état combiné sous forme Si Fe². Ce composé ne pourra apparaître à l'état isolé dans les produits siliciés que lorsqu'il sera en proportion supérieure à celle que devra renfermer la solution saturée dans le fer, vers son point de solidification.

(1) *Le fer et l'acier au point de vue de la doctrine, des phases*, p. 327. — *Remarques sur le mémoire de M. Roozeboom*, par Osmond, p. 370. — *Observations sur le mémoire de Roozeboom*, par H. Le Chatelier, p. 379.

(1) *Comptes Rendus*, t. 132, p. 681 ; t. 133, p. 1008.

MM. Fay et Badlam (1) ont étudié l'effet du recuit sur la microstructure des aciers peu carburés. A 890°, la structure ressemble à celle de la porcelaine ; au-dessus de 1100°, on a un système de bandes et de stries parallèles traversant quelquefois les lignes de jonction des grains. A ces changements de structure, correspondent des changements de propriétés physiques ; la température à laquelle on a le maximum de ténacité et la variation de grosseur du grain (1140°) est précisément celle que M. Roberts-Austen a observée pour le plus haut point critique de transformation du fer.

M. Stead a publié une très longue étude sur les fers phosphorés (2) ; il a recherché sous quel état se trouve le phosphore dans des fers contenant de 0 à 24 pour 100 du métalloïde ; il n'existe que deux phosphures Fe³ P et Fe² P. Il a également recherché l'influence du carbone sur le fer contenant du phosphore : la quantité du charbon pouvant être absorbée dépend de la quantité de phosphure de fer dans le métal initial.

Alliages de baryum et de strontium

M. Güntz prépare l'amalgame de baryum ou de strontium par électrolyse de la solution aqueuse du chlorure correspondant avec une cathode de mercure. En distillant avec précaution l'amalgame de baryum, vers 1000°, il obtient un métal blanc d'argent, dans sa coupure fraîche, mou comme du plomb, s'oxydant à l'air et prenant même feu (3). En chauffant l'amalgame de strontium dans un courant d'hydrogène, ou mieux en le chauffant dans le vide et faisant arriver de l'hydrogène lorsque tout le mercure est sensiblement chassé, il se forme un hydruure de strontium, blanc, fusible au rouge, de formule Sr H² (4).

M. E. Gautier a étudié les alliages du strontium (5). En chauffant au rouge dans un creuset de fer à couvercle à vis un mélange de chlorure de strontium, de chlorure de zinc et de sodium, on a un alliage à 14 p. 100 de strontium ; avec l'iodure de strontium, on arrive à une teneur de 18 p. 100. Ces alliages, par distillation, n'ont pas donné le métal. La même méthode appliquée au cadmium a fourni un alliage à 18-20 p. 100 de stron-

(1) *The metallographist*, 1901, p. 31.

(2) *The metallographist*, 1901, p. 89, 119, 332. — *Iron and Steel Institute*, 1900, n° 2, p. 60.

(3) *Comptes Rendus*, t. 133 p. 872.

(4) *Comptes Rendus*, t. 133 p. 1209.

(5) *Comptes Rendus*, t. 133 p. 1005.

tium, qui, par distillation dans le vide, s'est enrichi jusqu'à tenir 28 et 45 p. 100 de strontium. L'alliage riche prend par la lime un beau poli, mais la surface brillante se ternit vite au contact de l'air; il absorbe l'hydrogène et donne l'hydrure Sr H^2 .

Alliages d'aluminium

M. Guillet, dans plusieurs notes parues aux *Comptes Rendus* de l'Académie des Sciences (t. 132, p. 1112 et 1322; t. 133, p. 291, 684 et 935), expose les résultats de ses recherches sur les alliages d'aluminium avec le tungstène, le molybdène, le cuivre et l'étain. Pour préparer ces alliages, M. Guillet emploie la méthode à laquelle M. Hans Goldschmidt a donné le nom d'aluminothermie; fondée sur le pouvoir réducteur de l'aluminium, elle permet d'utiliser la chaleur dégagée dans la combinaison de ce métal avec l'oxygène: on mélange l'oxyde du métal qu'on se propose d'obtenir avec de l'aluminium en grains ou en poudre et on enflamme le mélange par l'intermédiaire d'une fonte de bioxyde de baryum et d'aluminium. On opère sur des masses de 3 kilogrammes de matière. Quelquefois il est nécessaire de chauffer le mélange à 800° - 1000° dans un four Perrot après inflammation; on peut aussi élever la température en insufflant sur la masse un jet d'oxygène.

Si l'oxyde est volatil à la température de la réaction, on a généralement des cristaux d'une combinaison de l'aluminium et du métal. Sinon, on a un culot métallique ayant parfois une structure cristalline dont on peut isoler les combinaisons définies en dissolvant l'aluminium par l'acide chlorhydrique étendu ou la potasse étendue. Par suite de la quantité considérable sur laquelle on travaille, on peut obtenir des cristaux relativement volumineux, qu'il est possible d'isoler à la pince: certains ont un centimètre carré de surface.

Dans chaque série d'expériences, M. Guillet varia les proportions relatives de l'aluminium et de l'oxyde réductible, de façon à accumuler dans un culot donné la plus grande quantité de combinaison définie qu'il veut obtenir. Avec l'acide tungstique, il a obtenu trois combinaisons définies: Al Tu^2 , $\text{Al}^3 \text{ Tu}$, et $\text{Al}^4 \text{ Tu}$.

La réduction de l'acide molybdique lui a fourni six combinaisons définies: $\text{Al}^7 \text{ Mo}$, $\text{Al}^3 \text{ Mo}$, $\text{Al}^2 \text{ Mo}$, Al Mo , Al Mo^4 et Al Mo^{10} . Les deux premières et la quatrième se présentent sous forme de cristaux magnifiques.

En traitant l'oxyde de cuivre chimiquement pur,

il a pu isoler trois combinaisons définies: $\text{Cu}^3 \text{ Al}$, Cu Al et Cu Al^2 ; ces composés avaient été prévus par M. Le Chatelier par l'étude de la fusibilité des alliages cuivre-aluminium et leur examen micrographique.

Enfin avec l'acide stannique, il a eu, sous forme de cristaux très nets, les deux combinaisons $\text{Al}^4 \text{ Sn}$ et Al Sn ; la courbe de fusibilité avait fait prévoir cette dernière.

Les alliages d'aluminium et de magnésium avaient été autrefois étudiés par Wœhler, Parkinson; récemment M. Mach a préparé un alliage contenant 10 à 20 0/0 de magnésium, plus léger que l'aluminium, d'une couleur semblable à celle de l'argent, pouvant être tourné, percé, taraudé. M. Boudouard s'est proposé d'utiliser les nouvelles méthodes d'investigation scientifique pour déterminer la constitution chimique des alliages aluminium-magnésium (1). Les données fournies à la fois par l'étude de la fusibilité, par la métallographie microscopique et par les méthodes chimiques lui ont permis d'isoler trois combinaisons définies: Al Mg^2 , Al Mg et $\text{Al}^4 \text{ Mg}$.

Au point de vue de la malléabilité, les alliages contenant, dans des proportions variant de 0 à 15 0/0, soit de l'aluminium, soit du magnésium pourraient seuls devenir intéressants. Si l'on part de l'aluminium pur et si l'on y introduit des quantités croissantes de magnésium, la fragilité augmente progressivement pour devenir maxima pour les proportions suivantes: 50 Al, 50 Mg; cet alliage se brise entre les doigts et peut être pulvérisé au mortier de porcelaine. Puis, si l'on augmente la proportion de magnésium jusqu'à revenir au magnésium pur, la fragilité diminue elle-même progressivement.

MÉTALLURGIE

ENRICHISSEMENT DES MINERAIS DE FER

(Suite)

Le trieur magnétique « Wenstrom » en usage à Dannemora en Suède et en Amérique peut traiter des minerais en gros morceaux au-dessus de 0,075 mm. de diamètre et donne des résultats très satisfaisants. Ce séparateur s'emploie surtout pour traiter le minerai magnétique contenant des fragments de roche ou encore l'argile et le sable des fourneaux, les déchets de cubilots.

(1) *Bull. Soc. Encouragement*, décembre 1901.

Le minerai versé dans une trémie A s'écoule sur un plan incliné oscillant sous l'action d'une came

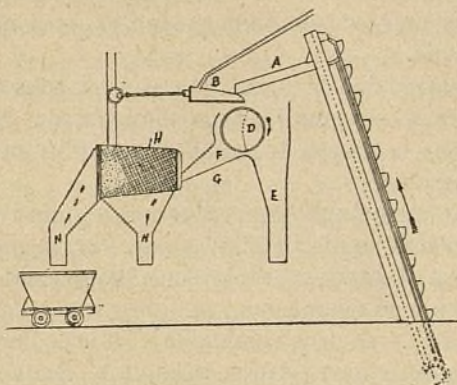


Fig. 4. — Installation de Dannemora.

calée sur l'arbre B et provoquant à chaque recul la chute d'une nappe de minerai sur le tambour. Une série de barreaux de fer doux séparés par des tas-

Trieur Wenstrom.

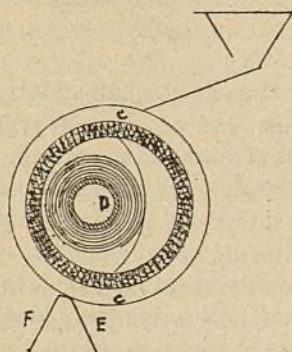


Fig. 5. — Coupe transversale.

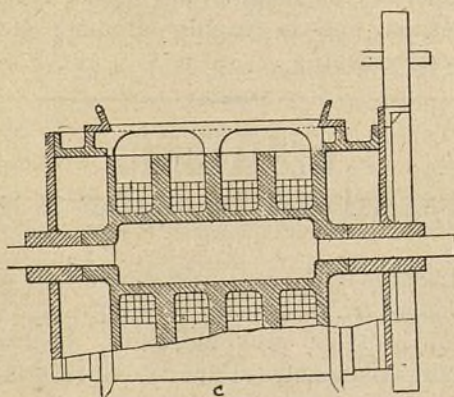


Fig. 6. — Coupe longitudinale.

seaux en bois forme l'armature C dans laquelle un électroaimant fixe D est placé excentriquement. Des plaques non magnétiques réunissent les extrémités

des barreaux. Comme deux barreaux de fer sont aimantés en sens inverse, la force attractive s'exerçant sur les morceaux de minerai assez gros pour toucher 2 barreaux à la fois se trouve accrue.

Le minerai magnétique adhère au tambour tant qu'il est dans le champ créé par l'électroaimant D. Il se détache en E tandis que le minerai non magnétique tombe immédiatement en F.

Une machine ayant 65 centimètres de diamètre sur 60 centimètres de long, tournant à la vitesse de 30 tours par minute, peut traiter 5 tonnes de minerai par heure. Elle demande un courant de 15 ampères et 100 volts.

A Dannemora comme à Gangesberg et à Grangen, où le trieur Wenstrom est en service, la teneur en fer du minerai brut varie entre 38-42 0/0. Celle du minerai trié atteint 58-62 0/0 de fer métallique.

Le trieur *Monarch*, en usage aux mines Ben-

Trieur Monarch

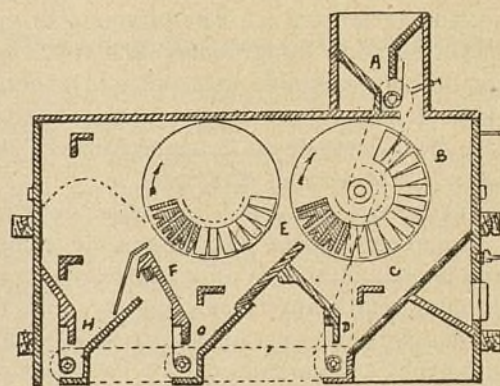


Fig. 7. — Coupe longitudinale.

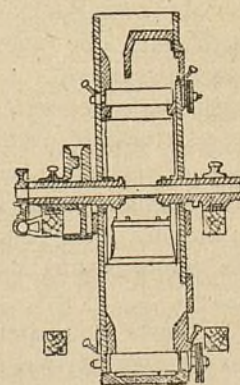


Fig. 8. — Coupe transversale.

son, peut être considéré comme un double Wenstrom, d'un emploi plus délicat : le minerai à traiter

doit être parfaitement sec et passé au crible de 1 millimètre.

De la trémie A, le minerai s'écoule en une nappe mince sur le tambour B au moyen d'un distributeur rotatif à débit réglable, le tambour tourne autour d'électroaimants fixes qui y sont placés intérieurement, suivant une portion de cercle. Une plaque de tôle C convenablement recourbée force la matière à passer près du tambour ; les parties non magnétiques abandonnent immédiatement ce dernier et tombent dans le coffre D d'où un rouleau rotatif les envoie au dehors. Les autres sont happées au passage par le tambour E, en raison de la prépondérance du champ magnétique de ces électro-aimants, et probablement aussi en raison de l'appel d'air causé par la vitesse de rotation des deux tambours, le second tourne en effet six fois plus vite que le premier.

Les parties faiblement magnétiques sont projetées par la force centrifuge plus forte que la force magnétique dans le compartiment FO. Elles constituent les minerais dits « moyens ». Le minerai riche va tomber en F. Les « moyens » sont au besoin broyés et traités une deuxième et une troisième fois. Une combinaison de trois appareils analogues où les moyens de deux d'entre eux passent dans le troisième, peut travailler 200 tonnes de minerai brut par 24 heures.

Le « Conkling » se compose de deux rangées d'électro-aimants, les pôles de même nom de chaque rangée étant reliés à deux longues armatures inclinées à 45°. Une large courroie se meut au-dessus des armatures et entraîne le minerai.

Le coût pour enrichir une magnétite à 35 0/0 de façon à porter sa teneur à 57 0/0 y compris le broyage, l'amortissement du matériel, la perte des résidus, la vapeur nécessaire et autres frais, est de 4 fr. 80 par tonne, ce qui porte le prix primitif du minerai (9 fr. 30) à 14 fr. 10.

En Amérique les divers types de trieurs magnétiques employés aux Etats-Unis sont le « Ball et Norton », le Conkling, le « Wiman » etc., etc.

En Finlande la concentration des minerais de fer se fait comme suit (1) : le minerai qui contient 22 à 32 0/0 de fer et qui consiste en serpentine très dure et résistante contenant de la magnétite et de la pyrite est broyé dans trois concasseurs Blake et ensuite pulvérisé dans huit moulins à boulets « Grondal » qui travaillent d'une façon continue.

(1) *Iernkontorets annales*, vol. LVI, pages 1 à 27.

Le minerai réduit en poudre passe à travers huit séparateurs magnétiques « Grondal », qui, sur trois tonnes de minerai de la mine, donnent une tonne de menu contenant 61 0/0 du fer. Le trieur Delvik Grondal est constitué comme suit : AB est

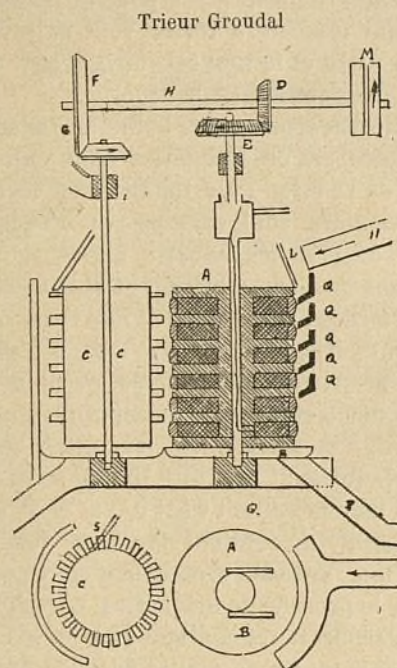


Fig. 10 et 11 — Coupe longitudinale et Plan

un tambour formé de plusieurs plateaux en fonte entre lesquels est placé le fil conducteur du courant électrique. Le tambour est mu par les pignons d'angle E et D et l'arbre moteur H. Un solide cylindre de bois Cc, tournant trois fois plus vite que AB est actionné par l'engrenage FG. et garni de chevilles en fer doux forgé dont chaque rangée tourne exactement et en sens contraire des plateaux du tambour AB. Le minerai purement pulvérisé est amené par le conduit N qui aboutit à la première des auges superposées Q entourant le tambour AB. Le minerai finement pulvérisé est amené par le conduit N qui aboutit à la première des auges superposées Q entonnant le tambour AB sur un tiers de la circonférence environ et offrant ainsi une large surface d'action au tambour.

Un tuyau d'eau arrose en menu temps le minerai. Les particules de fer sont attirées par les plateaux AB et entraînées dans sa rotation. Celles qui s'échappent au premier plateau sont recueillies par les autres, attendu que l'intensité d'aimantation croît de haut en bas, d'un plateau au suivant. Les che-

viles de fer doux du cylindre CC arrivant successivement en regard des plateaux de AB, sont tour à tour aimantées par influence; les particules de fer s'y accrochent en pinceaux et sont transportées par rotation hors du champ magnétique du tambour AB. Elles tombent alors pour la plupart. Les parcelles qui tendent à rester sont enlevées par un fort jet d'eau et le tout est dirigé par une canalisation dans des fosses de dépôt.

A la sortie des séparateurs le minerai ainsi enrichi est transformé en briquettes dans une presse provenant de Dorsten (Westphalie), les briquettes très friables alors, sont calcinées et deviennent si dures que l'on peut les lancer à plusieurs mètres de haut, sans qu'elles se brisent et si elles se rompent, elles ne donnent seulement que trois ou quatre fragments. Aucun agent de liaison n'est employé, une proportion déterminée de minerai en roche et de menu étant seule nécessaire pour l'agglomération. On calcine les briquettes dans un four spécial, qui peut produire 70 tonnes par jour. Le minerai menu contient 0,524 0/0 de S et comme la fonte produite ne contient que 0.035 0/0, il est évident qu'une grande proportion de soufre est éliminé par le procédé de briquettes. Le résidu provenant des séparateurs contient 11 à 12 0/0 de fer dont 2 ou 3 à l'état de magnétite et le reste des silicates.

Trieur Héberlé. — Convient pour les minerais pauvres. Dans ce séparateur, le minerai préalablement pulvérisé est introduit en A avec de l'eau. Une courroie continue en gutta percha BB mue en M par deux pompes CC' passe devant les électro-aimants superposés enfermés dans un compartiment étanche; l'ensemble est entouré par une caisse en bois remplie d'eau jusqu'à un niveau un peu plus élevé que l'électro-aimant supérieur.

Les parties magnétiques du minerai adhérant à la courroie qui les entraînent hors du champ des électro-aimants. Elles sont projetées en E où une pompe les aspire avec l'eau à travers la conduite b F. Les parties non magnétiques tombent directement en G; une pompe les retire par la conduite a H. Un trieur de ce genre peut, avec une courroie de 76 cm. de large, traiter 35 tonnes de minerai brut. Ces trieurs peuvent être employés avec avantage en séries: la concentration du minerai croît d'un trieur à l'autre. On doit alors broyer le minerai à nouveau entre deux triages.

Trieur Héberlé

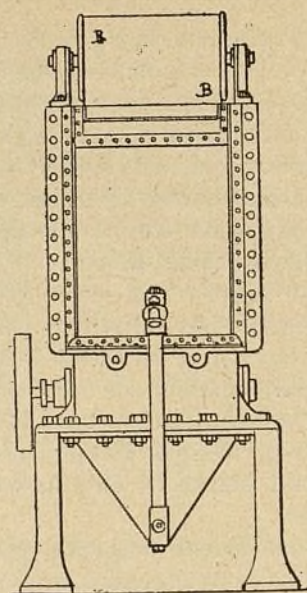


Fig. 12. — Élévation.

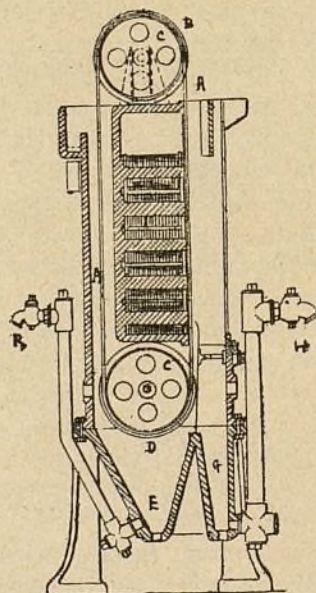


Fig. 13. — Coupe transversale.

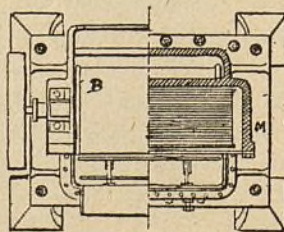


Fig. 14. — Plan. — Coupe.

TRAITEMENT MAGNÉTIQUE DES AUTRES MINÉRAIS DE FER

Les hématites brunes, les limonites et autres oxydes hydratés de fer ne sont pas magnétiques et ne peuvent être concentrés par les trieurs magnétiques. Il a été démontré par C. Jones que ces minerais deviennent magnétiques lorsqu'ils ont été chauffés au rouge, ce qui lui suggéra que de tels minerais peuvent être avantageusement concentrés dans beaucoup de cas après avoir été grillés au rouge cerise. Le minerai est retiré lorsqu'il a atteint cette température et il est alors prêt à subir la concentration magnétique.

On est arrivé ainsi avec la limonite à enrichir les minerais concentrés à près de 50 0/0 de fer métallique, en laissant au schlamme que 2,5 0/0.

D'après G. Prus, il est nécessaire de convertir l'oxyde ferrique en oxyde magnétique avant la concentration, ce qui s'obtient en calcinant le minerai mélange avec 1 à 5 0/0 de charbon menu.

En 1893, Harris dans différentes expériences qu'il fit dans ce but au Mason-Collège montra que ces minerais consistant essentiellement en oxyde ferrique n'étaient pas magnétiques, ou presque pas, aussi bien avant qu'après le grillage au rouge. Ceci fut reconnu vrai pour les différents échantillons d'hématite brune et de limonite examinés dans ces expériences.

Cependant si l'on opère comme l'indique Prus, tous ces minerais deviennent magnétiques quand ils ont été calcinés avec une faible proportion de charbon comme pour assurer leur partielle réduction. Les carbonates de fer ne sont pas magnétiques à l'état natif, mais quand on les chauffe au rouge ils deviennent distinctement magnétiques.

La propriété magnétique cependant semble être connexe avec la présence simultanée des oxydes ferreux et ferrique, soit dans le minerai naturel, soit pendant qu'il est grillé. Les minerais qui ont été calcinés sur une grande échelle sont généralement magnétiques bien que, aucun oxyde ferreux n'existe à l'origine, comme c'est le cas avec le minerai de Northampton. En apparence, il se produit pendant la calcination une réduction suffisante pour rendre le minerai magnétique.

Une fois que le minerai a subi l'influence magnétique, il semble retenir son magnétisme bien qu'il soit ensuite complètement oxydé au rouge.

Dans ces expériences, on a pu, au moyen d'élec-

tro-aimants, réduire dans de notables proportions la teneur en silice et en phosphore, dans un échantillon de minerai pulvérisé de Cleveland, lequel avait été calciné dans un kiln d'après la méthode ordinairement suivie.

Dans les minerais anglais cependant, le phosphate de chaux et la silice sont généralement présent à un état de fine division et sont intimement liés avec le minerai.

La concentration magnétique ne donne de bons résultats que dans les cas précédemment décrits, lorsque l'apatite et la pyrite existent sous forme de particules séparées.

Jusqu'à présent il n'a été parlé que des minerais dans lesquels la proportion de fer est prédominante vis-à-vis des impuretés.

L'enrichissement magnétique néanmoins rend de très grands services à l'exploitation de certaines combinaisons de minerai, autrefois sans valeur.

En Amérique en particulier, la préparation magnétique a fait de très rapides progrès notamment dans l'Etat de New-Jersey où l'on extrait des minerais très complexes (franklinite, willemitte) avec des quantités variables de chaux et de calamine.

Voici la méthode suivie aux mines de South-Bethlehem (Pensylvanie).

Le minerai complexe est d'abord soumis à un grillage réducteur afin de transformer le fer en oxyde salin refroidi et ensuite passé à travers un tamis, il arrive sur trois séparateurs magnétiques superposés.

A la sortie de la mine, le minerai à la constitution moyenne suivante :

	Taylor Mine				Sterling Hill	
	I	II	III	IV	V	VI
Acide silicique	10.21	11.08	10.33	11.77	4.86	5.15
Fer	21.93	19.35	21.35	21.63	21.23	19.19
Manganèse	12.22	14.74	21.30	7.95	9.52	10.13
Oxyde de Zn	32.83	35.88	26.34	25.71	29.42	23.38
Alumine	0.21	0.24	1.16	2.01	0.67	0.64
Chaux	5.09	2.01	7.15	10.43	12.65	14.37
Manganèse	»	0.77	1.09	0.99	»	1.98

La partie non magnétique des minerais tombe de chaque séparateur dans des caisses destinées à recevoir les minerais de zinc et contient environ :

46,38 0/0 de zinc
3,76 de fer
6,68 de Mn

Elle est traitée pour zinc d'une très grande pureté (Sterling brand).

Avec l'autre partie riche en fer qui contient :

29,66	0/0 de Zn
37,2	de Fer
9,34	de Mn

on prépare d'abord du blanc de zinc. Les 66 0/0 de résidus laissés par cette fabrication, sont traités pour spiegeleisen et oxyde de zinc dans un haut fourneau de 10 m. 60 de haut avec vent chauffé à 480°.

Ils ont la composition suivante :

Oxyde de zinc	6,10
Fer	38,98
Manganèse	10,38
Acide silicique	19,89
Phosphore	0,026

Le séparateur magnétique employé travaille avec 50 ampères d'intensité de courant et une tension de 30 volts.

Il faut pour l'actionner une force de 20 chevaux et il peut traiter en 24 heures 40 tonnes de minerai.

Le procédé de séparation électro-magnétique de Wetherill réalise le dernier perfectionnement. Il permet de séparer le fer spathique de la blende et des pyrites de fer sans autre préparation préliminaire que le broyage et utilise même la perméabilité très faible de certains minéraux.

Perfectionné par les travaux de Faraday, de Delcasse, de Flucker qui déjà avait donné une classification des minéraux basé sur leur perméabilité magnétique et de Wedding, le principe du procédé Wetherill est basé sur l'utilisation d'un champ magnétique puissamment concentré, sur la concentration des lignes de force magnétiques dans un espace restreint dans lequel est introduit le mélange des fragments de grosseur à peu près égale des divers minéraux plus ou moins faiblement para-magnétiques et où ces derniers sont séparés suivant des classes différentes de perméabilité.

Les minéraux les plus fortement perméables reçoivent un petit écart de la direction qui leur est donnée par les transporteurs de l'appareil.

Dans ce but les pôles des électro-aimants des séparateurs Wetherill sont effilés en forme de coin et peuvent être rapprochés ou éloignés à volonté, jusqu'à ce que l'on ait trouvé le rapport convenable entre l'intensité du champ (quantité

d'énergie électrique employée et la vitesse avec laquelle on fait passer le mélange des minéraux broyés suffisamment et classés avec soin d'après leur grosseur.

Plus la concentration des lignes de force est intense, plus la quantité d'énergie électrique est grande plus on peut augmenter la vitesse de passage et encore avoir un écart suffisamment considérable du minéral perméable de la direction de son mouvement primitif pour aboutir à un séparateur plus énergique.

Toutefois on arrive dans la pratique à une limite de ce rendement industriel car on ne peut pas augmenter à l'infini l'intensité du champ magnétique.

Quelques schémas donneront une idée du mécanisme des différents types de séparateurs. Wetherill dont il sera donné plus loin les principales applications faites à la métallurgie du fer.

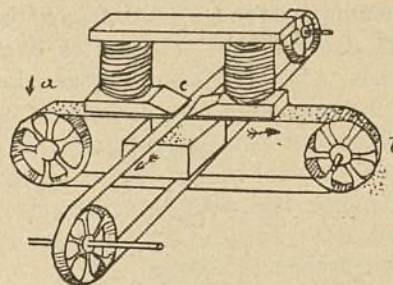


Fig. 15. — Disposition schématique de l'appareil Wetherill

Les minéraux à séparer sont mis en *a* sur un ruban *h* transport à mouvement horizontal, ils passent en *c* où le champ magnétique est concentré. En ce point les minéraux les plus para-magnétiques sont portés en dessous d'un second ruban de transport également horizontal mais

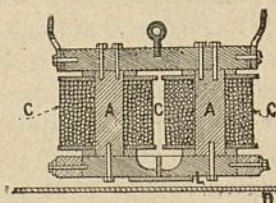


Fig. 16. — Coupe longitudinale.

posé à 90° du premier, ce second ruban fait sortir les minéraux perméables en dehors du champ magnétique pendant que les minerais non perméables ou diamagnétiques restent sur le premier ruban de transport et arrivent en *b* (fig. 15).

La construction des électro aimants de ce trieur est indiquée par les noyaux A de 170 mm. de haut sur 60 mm. de large et 200 de longueur émoulés de 49 couches de fil de cuivre de 3,5 mm. ont leurs pôles écartés de 20 mm. séparés par une languette d'ébonite.

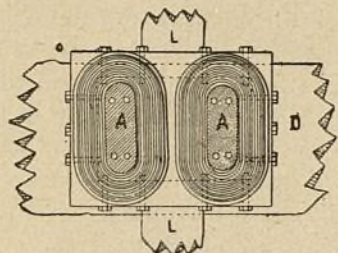


Fig. 17. — Coupe transversale et Plan.

Avec 3 de ces électro-aimants parcourus par des courants continus de 50 volts, 5 ampères et disposés le 1^{er} à 13 mm. de la courroie D et la 3^e à 6 mm. on peut séparer facilement de ce minerai de zinc la franklinite et la Willemite.

La courroie D doit être plus large que la longueur des pôles A de 50 mm. environ et le bec de la trémie supérieure.

Le minerai s'y déverse sur une épaisseur de 3 mm. environ et s'y sépare en 2 parties l'une centrale tirée par les électro-aimants et déversée en G et l'autre latérale non attirée déversée en C puis ramené en A.

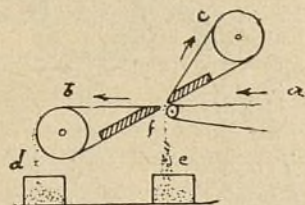


Fig. 18 — Séparateur Type 2

Dans le type 2 (fig. 18) les parties hachées représentent les pointes effilées en lame de couteau des pôles de l'électro-aimant. Les flèches donnent la direction du mouvement des rubans de transport. le chargement se fait en *a*.

Le champ magnétique est assez puissant pour faire passer les parties perméables du ruban *a* sur le ruban *b*, tandis que les minéraux diamagnétiques ou moins perméables tombent en *f*.

Dans le type 3, les parties paramagnétiques tombent en *bc*, les minéraux diamagnétiques en *a* (fig. 19).

Dans le type 4 les parties hachées représentent de nouveau les pointes effilées en lame de couteau des pôles de l'électro-aimant.

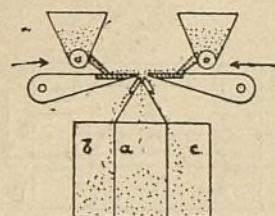


Fig. 19. — Séparateur Type 3

Les flèches indiquent la direction du mouvement des rubans transporteurs.

Le chargement se fait en A. Les parties per-

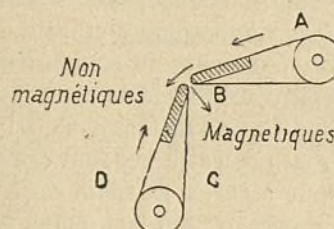


Fig. 20 — Séparateur Type 4

méables reçoivent en B dans le champ magnétique un petit écart et arrivent en C tandis que les substances diamagnétiques tombent en chute libre en D.

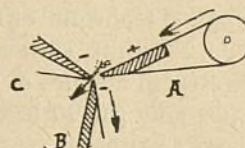


Fig. 21 — Séparateur type 5

Le type 5 (fig. 25) ne possède qu'un seul ruban transporteur, ce qui diminue les frais causés par l'usage rapide des rubans des types précédemment décrits et donne une grande concentration des lignes de force. La fig. 22 montre la façon dont les fils de cuivre sont enroulés sur les électro-aimants

Enfin dans le type n° 6, les rubans ne touchent plus les pointes des pôles et passent sur des rouleaux indépendants aux électro-aimants : dans ce cas l'usure des rubans transporteurs est nulle et on arrive à traiter par heure 1,5 à 2 tonnes de minerai brut.

Le séparateur J. Price Wetherill est en usage d'une façon absolue dans les usines de la New.

Jersey Zinc Co à Franklin (N.J) Il s'agit de la séparation de la franklinite du zinc oxydé et de la willemite qui constitue des dépôts très importants de Sussex County (N. S.).

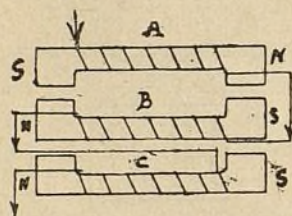


Fig. 22. — Enroulement des fils sur les électro-aimants.

Le minerai est cassé au moyen de broyeurs Blake en grains de 1 25 cm, séché dans un tour « Edison », broyé jusqu'à 60 mailles et séparé en cinq classes dont chacune passe séparément sur le concentrateur magnétique Wetherill qui produit des concentrés contenant du manganèse et du fer utilisés pour faire de l'oxyde de zinc et du spiegelisen et les tailings un mélange de willemite de zincite et de spath calcaire qui sont criblés comme d'ordinaire pour séparer le spath calcaire et produisant un concentré qui est employé pour la fabrication du zinc qu'on exporte en grande partie en Allemagne.

L'installation de préparation à Franklin, traitait en 1899 environ 400 tonnes de minerai cru par jour et il suffisait d'un courant de 3 à 8 ampères pour obtenir comme premier produit séparé, la rhodonite, le grenat, le téphroïte et la franklinite.

L'installation de Franklin s'est augmentée de 17 séparateurs Wetherill doubles de sorte que l'on peut traiter chaque jour par 10 heures de travail de 400 à 1.000 tonnes de minerai.

A Lohmannsfeld également le trieur Wetherill est en usage pour la séparation du fer spathique dans des blendes traitées par la société.

Les filons exploités se trouvent dans le dévotion inférieur et contiennent en dehors de la galène, du fer spathique avec une forte teneur en manganèse jusqu'à 12 0/0, de la blende et comme stérile du quartz, des quartzites dévoniens, rarement de carbonate de chaux et de la baryte.

Avec les appareils Wetherill, à partir de 3 mm. de grosseur on arrive à obtenir des blendes à 42, 46 0/0 et du fer spathique avec 1 à 3 0/0. Le minerai qui arrive à l'usine à des degrés d'humidité de 50 à 200 0/0, est séché et au sortir des trommels de classification arrive sur trois appareils Wetherill, du type 4 et du type 5, doubles et à répé-

tition. Dans la partie supérieure, on sépare avec des courants faibles le fer spathique pur ; ce qui passe comme produit diamagnétique arrive dans la partie inférieure de l'appareil où l'intensité du champ magnétique est plus grande et où l'on sépare alors un produit (blende et fer spathique) comme matière para-magnétique tandis que la blende pure reste comme produit diamagnétique. La largeur des pointes effilées des pôles et de 310 mm. La vitesse du ruban transporteur est pour la partie supérieure de 40 mètres, pour la partie inférieure de 25 mètres par minute. Le courant électrique employé est de 65 volts ; la partie supérieure de l'appareil (type 4) travaille avec 12 ampères, la partie inférieure avec 14-16 ampères.

Pour le type 5, les chiffres correspondants sont : en haut 5 ampères, en bas 8 ampères. L'atelier est en état de séparer 3 à 3,5 tonnes de minerai brut par heure et le nombre des personnes qui s'y trouvent est de huit : un contre-maître, cinq ouvriers de 16 à 18 ans, un mécanicien, un chauffeur.

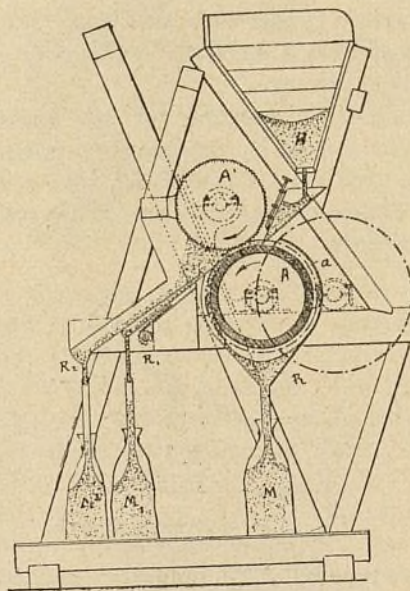


Fig. 23. — Coupe verticale du séparateur Mechernich.

A la société des mines de Mechernich on emploie un séparateur magnétique spécial. Il se compose de deux cylindres A A' verticaux inclinés ou mieux horizontaux tournant en sens inverse l'un près de l'autre et formant des pôles de nom contraire. Le cylindre A inférieur est garni d'une enveloppe *a* de substance non magnétique occupant les deux tiers de l'espace que se sépare du cylindre supérieur A' qui est cannelé.

Le minerai tombe de l'entonnoir H par une fente sur le cylindre supérieur A, son débit étant réglé par une vanne V. Le cylindre A' attire la partie magnétique et la laisse retomber plus ou moins sous l'action combinée de la pesanteur et des forces centrifuge et magnétique. On arrive ainsi à obtenir différentes sortes de minerai qui par les manches R. R₁ R₂ tombent dans des caisses distinctes M. R₁ M₂.

Le cylindre inférieur reçoit le mouvement et le transmet au cylindre supérieur à l'aide des anneaux D D et D₁ D₁, roulant l'un sur l'autre. Ces anneaux servent à fermer le circuit magnétique et à maintenir une distance constante entre les axes des cylindres et par suite entre leurs faces polaires. L'attraction magnétique qui les applique l'un sur l'autre assure leur entraînement par friction et fait que les coussinets des arbres B B et B₁ B₁ n'ont plus à supporter les effets de cette attraction, mais seulement le poids mort.

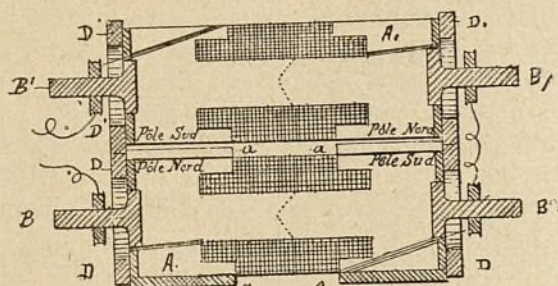


Fig. 24. — Entraînement magnétique du cylindre supérieur par le cylindre inférieur.

La distance des deux cylindres est déterminée d'après la grosseur des minerais : pour la rhodonite ou minerai de Brockenhill, cette distance est de 2,5 mm. beaucoup plus faible que le jeu des appareils Wetherill qui atteint ordinairement 2 ou 3 cm. La rhodonite est attirée dès que le courant atteint 60 volts-ampères ; pour le minerai de blende ferrugineuse, il doit aller jusqu'à 200 volts-ampères. Des appareils ayant une longueur de pôle de 25 cm. trient en 10 heures 5 à 8 tonnes de minerai. Si la largeur est portée à 30 cm. la production s'élève à 10 tonnes. Généralement les minerais passent deux fois au séparateur Mechernich qui a l'avantage de ne pas employer de courroie, mais qui nécessite des fragments de minerai amenés à un degré très avancé.

Parmi les appareils magnétiques employés pour les minerais très complexes de fer, il faut citer un type spécial de trieur Heberlé dont il fait une appli-

cation à Saxhurget (Suède) ou l'on traite un minerai de la composition suivante :

Plomb.	41 0/0
Zinc	22
Oxyde de fer	14
Pyrites magnétiques .	2 à 5
Silice	15 à 20

Le minerai trié, cassé à la main, passe au broyeur Blake, puis à travers des trommels classificateurs, et la poudre est introduite dans le séparateur Héberlé, qui donne d'un côté de la galène et de l'autre les substances magnétiques qui contiennent très peu de zinc et de plomb que l'on rejette.

LEONCE FABRE,
Professeur de chimie industrielle
à l'Ecole d'ingénieurs de Marseille.

L'INDUSTRIE ÉLECTROCHIMIQUE ⁽¹⁾

Par M. André BROCHET, Conférencier et Chef des Travaux pratiques d'Electrochimie, à l'Ecole de Physique et Chimie Industrielles.

Mesdames, Messieurs,

Il y a trois ans eut lieu à Côme une Exposition Internationale d'Electricité qui, peu après son ouverture, fut anéantie par un incendie. Les habitants de Côme qui tenaient à leur Exposition se mirent à l'œuvre et quarante-cinq jours après le sinistre, on en inaugura une nouvelle, sur l'emplacement de l'ancienne, pour recevoir le Congrès d'Electricité.

Le but de cette Exposition, de ce Congrès était de célébrer le centenaire d'une des plus remarquables découvertes des temps modernes, celle de la Pile électrique. Côme, ville natale de Volta, était d'autant plus désignée pour fêter cet anniversaire que le savant italien y fit sa découverte et y soutint sa célèbre controverse avec Galvani.

A la forme près la pile de Volta se compose d'une lame de zinc et d'une lame de cuivre plongeant dans l'acide sulfurique étendu d'eau. Si on réunit les deux lames par un fil métallique, celui-ci est parcouru par un courant électrique, en même temps que le zinc se dissout pour donner du sulfate et qu'un dégagement d'hydrogène se produit à la surface de la lame de cuivre et constitue un matériel gazeux non conducteur de l'électricité, atténuant rapidement l'intensité du courant.

(1) Conférence faite à l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, le 18 février 1902.

Tous les perfectionnements apportés à la pile de Volta ont eu pour principal objet de supprimer ce dégagement gazeux. Les piles basées sur l'emploi d'un dépolarisant chimique, c'est-à-dire d'un composé avide d'hydrogène, furent les seules pratiquement utilisables. Parmi les plus employées, signalons celle de Daniell, dans laquelle le sulfate de cuivre placé dans un vase poreux agit comme dépolarisant; celle de Grove, à acide azotique, nécessitant de ce fait l'emploi du platine, bientôt rendue pratique par Bunsen, qui substitua le charbon au platine; la pile de Grenet, au bichromate de potassium, avec ou sans vase poreux; la pile Leclanché formée d'un charbon entouré de bioxyde de manganèse et plongeant, ainsi que le zinc, dans une solution de chlorhydrate d'ammoniaque, etc....

I

Tous ces appareils transformaient l'énergie chimique en énergie électrique.

Étudions le phénomène inverse, la transformation de l'énergie électrique en énergie chimique. Pour cela plongeons dans un vase en verre renfermant une solution de sel métallique, deux lames de platine, les électrodes, reliées aux pôles d'une source appropriée d'énergie électrique.

Nous pourrions alors constater que le courant traverse la solution, mais en décomposant le sel métallique. En général les métaux, tel le cuivre, les bases, telle la soude, se formeront à la surface de la lame en communication avec le pôle négatif, à laquelle on a donné le nom de cathode. Les métalloïdes, comme le chlore, et les acides comme l'acide sulfurique, iront au contraire à l'anode reliée au pôle positif. Si nous employons une solution de sulfate et que nous remplaçons l'anode en platine par une lame de cuivre, celle-ci se dissoudra peu à peu, d'où le nom d'anode soluble qui lui a été donnée; si dans l'électrolyse d'un sel alcalin nous remplaçons la cathode de platine par une couche de mercure, nous n'obtiendrons pas de soude, mais un amalgame de sodium, lequel pourra nous donner ensuite, au contact de l'eau, de la soude et de l'hydrogène.

Un an après la découverte de la pile de Volta, Carlisle et Nicholson firent la première électrolyse et décomposèrent l'eau en hydrogène et oxygène. La même année, Cruikshank montra que le sel marin pouvait donner directement de la soude caustique sous l'influence du courant. Plus tard Davy décomposa le sulfate de sodium en acide et base, et com-

pléta ses recherches par la découverte, en 1807, du potassium, du sodium et de leur amalgame.

Les découvertes se succédèrent. En 1825, de La Rive remarqua que le cuivre, déposé dans la pile Daniell, avait exactement la forme de la lame sur laquelle il s'était précipité, mais il ne songea pas à tirer parti de cette remarque; et ce fut seulement en 1837 que Jacobi observa à nouveau cette plasticité et pensa que si l'on remplaçait la lame de cuivre par un moule à surface conductrice, on pourrait reproduire l'objet moulé. Il avait découvert la galvanoplastie.

En 1840, de Ruolz, en France, et Elkington, en Angleterre, découvrent simultanément la dorure et l'argenture galvaniques.

Vous connaissez le succès de cette découverte, qui mit à la portée de tout le monde des métaux précieux dans des conditions de prix vraiment extraordinaires pour l'époque.

Le cuivrage, et notamment le cuivrage de la fonte, fut découvert peu après.

Si nous arrêtons le courant passant dans un appareil électrolytique et que nous réunissons les deux pôles par un conducteur, celui-ci sera parcouru par un courant inverse du premier et d'une durée plus ou moins longue. Planté, remarqua en 1859, que si l'on électrolyse une solution d'acide sulfurique avec deux lames de plomb, la quantité d'électricité ainsi restituée ira en augmentant au fur et à mesure que l'on produit une série de courants, alternativement dans chaque sens. L'application de cette remarque le conduisit à la fabrication de l'accumulateur électrique.

Pendant de longues années l'industrie électrométallurgique fut bornée à la galvanoplastie, à la dorure et au cuivrage, c'est-à-dire à la production d'ouvrages d'une valeur suffisante pour compenser la dépense d'énergie électrique produite à l'aide des piles.

En 1872, la première machine Gramme fut employée dans la galvanoplastie par la maison Christophle; mais c'est surtout au moment de l'apparition des machines dynamos, en 1880, qu'une ère nouvelle devait commencer pour l'électrométallurgie et l'électrochimie proprement dite, ou fabrication des produits chimiques.

En même temps que la dorure et l'argenture prenaient un essor nouveau, d'autres industries se développèrent; parmi les premières, il y a lieu de citer le raffinage du cuivre et le nickelage.

En 1880, Faure fit une modification importante à

l'accumulateur Planté, en remplaçant les lames de plomb par des cadres munis d'alvéoles que l'on remplissait d'oxydes de plomb, pouvant être transformés en plomb spongieux par réduction. On pouvait avoir ainsi une plus grande capacité et une formation plus rapide. Ce fut le principal perfectionnement apporté aux accumulateurs.

Les accumulateurs soit à formation Planté, soit à formation Faure, sont encore bien imparfaits; malgré cela ils rendent de grands services, ils en rendront plus le jour où l'on aura augmenté leur capacité spécifique, c'est-à-dire la quantité d'énergie qu'ils peuvent emmagasiner pour un poids donné.

Nous arrivons en 1886 à de nouvelles applications industrielles. Les frères Cowles, en Amérique, réduisent l'alumine par le charbon au four électrique et préparent des bronzes d'aluminium et du ferroaluminium, mais leur procédé devait s'effacer devant celui de M. Héroult qui produisait l'aluminium pur, par électrolyse, et qui est universellement employée actuellement.

En 1889, MM. Gall et de Montlaur firent à l'usine de Villers des essais pour la fabrication du chlorate de potassium à la suite des résultats obtenus, ils montèrent à Vallorbes la première usine pour la fabrication des produits chimiques par électrolyse.

La réussite de cette affaire fait le plus grand honneur à M. Gall en raison de ce que les chlorates étaient surtout fabriqués en Angleterre.

Nos voisins d'Outre-Manche considéraient la fabrication électrolytique des produits chimiques absolument comme une utopie. Ce fut seulement lorsque la production du chlorate de potassium électrolytique dépassa la production des anciens procédés qu'ils commencèrent à s'apercevoir de leur erreur.

M. Moissan commença, en 1892, la publication d'une importante série de recherches sur le four électrique. Il montra que, de même que l'on a supprimé, il y a un quart de siècle, la notion de gaz permanent, en liquéfiant tous les gaz, on pouvait supprimer la notion de corps infusibles.

Grâce à la température obtenue à l'aide du four électrique les corps réputés les plus réfractaires, tels que le silice, la chaux, la magnésie, l'alumine, etc... sont non seulement fondus, mais le plus souvent volatilisés.

Le four électrique permet également d'obtenir en grande quantité un certain nombre de métaux réfractaires, jusqu'alors considérés comme des

curiosités de laboratoire. Enfin des séries entières de corps nouveaux, tels que phosphures, siliciures, carbures, étaient obtenus.

Parmi tous ces composés, le carbure de calcium attira le plus vivement l'attention en raison de sa propriété de donner, au contact de l'eau, de l'acétylène, gaz très riche en carbone, et qui doit à cette particularité son grand pouvoir éclairant.

Ce n'était pas la première fois d'ailleurs que l'électricité donnait naissance à l'acétylène. En 1863 M. Berthelot obtient directement ce gaz en faisant jaillir l'arc électrique dans une atmosphère d'hydrogène. Cette réaction servit de base à ses remarquables travaux sur la synthèse chimique.

Au moment où M. Moissan publiait ses travaux sur le carbure de calcium, MM. Bullier et Héroult, en France, Wilson, en Amérique, en étudiaient la fabrication industrielle.

La facilité de la fabrication du carbure de calcium et de sa transformation en acétylène, le grand pouvoir éclairant de celui-ci, qui *devait, du jour au lendemain, révolutionner l'éclairage*, donnèrent à ces produits une popularité considérable qui se traduisit par un engouement excessif dont bénéficia toute l'industrie électrochimique.

Il se passa alors un fait inouï, inconnu dans les annales industrielles, et comme autrefois l'on eut la fièvre de l'or, nous vîmes la folie du carbure; les capitaux affluèrent par millions. En trois ou quatre ans plus de cinquante usines furent montées, dont près de la moitié en France; personne n'osait prévoir la surproduction fatale. Elle arriva d'autant plus vite que l'acétylène ne tint pas immédiatement toutes ses promesses, et comme les choses trop vantées, perdit un peu à être connu.

Pourquoi ce mouvement se fit-il sentir chez nous avec une telle intensité?

Nous avons fait remarquer les progrès résultant de la substitution des machines dynamos aux piles dans l'industrie métallurgique. Mais la diminution de prix de l'énergie électrique n'était pas encore suffisante pour les applications de l'électrochimie proprement dite et du four électrique.

Dans les stations centrales utilisant le charbon, on compte, à sa sortie de l'usine, le cheval-heure de 7 à 10 centimes. Ce prix est trop élevé pour permettre à la plupart des produits chimiques préparés par électrolyse d'entrer en concurrence avec ceux obtenus par les anciens procédés.

Beaucoup de ces produits, en effet, ont une valeur commerciale peu importante et exigent, en géné-

ral, une grande quantité d'énergie. On conçoit aisément que le coût de cette énergie soit de la plus haute importance. C'est ce qui a conduit à l'utilisation des chutes d'eau.

Notre pays est on ne peut mieux doté par le nombre et l'importance de ses chutes et si la Suisse, la Norvège, peuvent paraître *a priori* aussi bien pourvues que nous, elles n'ont ni les capitaux, ni les moyens de transport, ni les matières premières, ni enfin les débouchés et l'organisation commerciale que nous possédons.

II

Vous connaissez le dispositif d'une usine hydraulique par le modeste moulin qui égaye de nombreuses vallées de nos campagnes. Un barrage arrête l'eau, celle-ci est amenée, par exemple, au-dessus de la roue. Elle s'écoule dans les aubes et par son poids, fait tourner cette roue et donne le mouvement à tout l'appareillage.

Supposez la quantité d'eau plus importante, la hauteur de chute plus grande; remplacez la roue antique par la turbine moderne; au lieu de meules, mettez une machine dynamo: vous aurez alors l'usine électrique pouvant servir soit au transport de force ou à l'éclairage, soit à la fabrication des produits chimiques ou métallurgiques.

Pour les raisons que nous donnions tout à l'heure, on ne peut dans le cas d'une usine électrochimique, utiliser que des chutes puissantes, de plusieurs milliers de chevaux, afin de réduire la puissance relative et les frais généraux. Aussi capte-t-on même des rivières importantes et dans le cas de cours d'eau de faible débit, on utilise des chutes de grande hauteur. Celles de 100 mètres sont fréquentes; quelques unes ont 400 mètres, et l'on en rencontre qui ont jusqu'à 600 mètres.

Le bief d'amont de l'usine prend en général de grandes proportions: il a quelquefois plusieurs kilomètres de longueur et est constitué, suivant le cas, soit par un canal à ciel ouvert, soit par un tunnel en ciment, soit par un tuyau d'acier. Suivant les conditions locales, il suivra le lit du cours d'eau ou coupera les courbes faites par celui-ci; quelquefois même il traversera une colline de part en part pour venir rejoindre le torrent vagabond qui, lui, a pris le chemin des écoliers.

La chute proprement dite sera formée d'un tube d'acier suivant, en général, la ligne de plus grande pente de la colline; ce tube sera porté tant bien que mal par des piliers de maçonnerie ou même sim-

plement par des tirants et des crampons fixés ça et là dans le rocher.

Ces tuyaux doivent être extrêmement solides, en raison des pressions considérables qu'ils ont à supporter. Dans le cas d'une chute de 600, mètres par exemple, la pression supportée à la base est de 60 kilogrammes par centimètre carré.

Quant au diamètre de ces tuyaux, il variera en raison du débit. Il pourra atteindre un mètre cinquante, deux mètres et jusqu'à trois mètres, dans le cas de chutes de faible hauteur naturellement. L'eau sortant de la turbine est rejetée à la rivière; elle pourra alors être captée pour une nouvelle installation et ainsi de suite.

D'après cet aperçu vous voyez que pour la création de ces usines il ne sera pas difficile de dépenser des centaines de mille francs et des millions.

La houille blanche, il est vrai, ne coûte rien. Il suffira de compter l'amortissement du capital et les frais d'entretien parfois très considérables, notamment dans le cas de rivières dont le fond est très sableux et le courant rapide.

Nous pouvons citer, dans ce cas, l'Arc dont le débit varie de huit mètres cubes par seconde à trois cents suivant les saisons et qui entraîne du sable et des cailloux au point que au moment des crues, la densité du liquide qui s'écoule est de 1,100.

Cependant tous ses frais ne sont rien en raison de la puissance des installations.

On estime en moyenne le prix de revient du cheval-an de 25 à 50 francs, ce qui remet le prix de revient du cheval-vingt-quatre-heures de 7 à 13 centimes. Ce prix est donc du même ordre de grandeur que celui du cheval-heure dans le cas du charbon.

Le prix de l'énergie par les chutes d'eau est d'ailleurs extrêmement variable et si certaines installations reviennent beaucoup plus cher, d'autres coûtent bien meilleur marché.

D'après un document officiel, le prix de revient du cheval-an de l'une de nos principales installations est inférieur à 7 fr. 50. C'est l'énergie électrique pour rien.

Pour terminer ces généralités relatives aux chutes d'eau, je dois vous faire remarquer que la région des Alpes est riche en papeteries qui depuis longtemps utilisaient l'eau comme force motrice. Cette industrie offrit son concours à l'électrochimie naissante et facilita ses débuts. Parmi les industriels qui se sont le plus signalés, il y a lieu de

citer : MM. Mathusière frères et Forrest, Outhenin-Chalandre, Corbin et surtout M. Bergès.

III

La fabrication des alcalis présente un grand intérêt en raison du commerce important de ces produits.

La soude caustique électrolytique se fabrique plus généralement en raison de l'abondance de son minerai, le sel marin ; en Allemagne, cependant, sauf dans l'usine de la Badische Anilin und Soda-Fabrik, on utilise pour la fabrication de la *potasse électrolytique*, le chlorure extrait de Stassfurth.

Le procédé chimique pour l'obtention des alcalis consiste à traiter par un lait de chaux les carbonates alcalins.

Le carbonate de sodium est d'une fabrication complexe, constituant l'opération industrielle la plus importante, celle autour de laquelle gravitent toutes les grandes industries chimiques.

Au contraire, la fabrication des alcalis par électrolyse est très simple, le chlorure de sodium donnant directement le chlore et la soude.

Chose curieuse, cette action électrochimique est presque aussi ancienne que le procédé Leblanc, mais on n'avait pu songer à l'utiliser pour les raisons que vous connaissez maintenant.

Cependant, même avec l'énergie à bon marché, il est encore des raisons qui entravent le développement de la soude électrolytique : des réactions secondaires très gênantes et dont on n'a pas encore raison, la question des diaphragmes, celle des électrodes incomplètement résolue à l'heure actuelle, l'état de dilution des lessives obtenues dont l'évaporation et la concentration qui nécessitent de grandes quantités de charbon dont les frais de transport, dans les pays de chutes, sont considérables.

Ajoutons enfin les tâtonnements, inévitables aux débuts d'une industrie naissante, qui rendent difficile la concurrence de la soude électrolytique et sa lutte contre les produits des procédés Leblanc et Solvay, œuvre d'un siècle et de plusieurs générations de savants et d'industriels, procédés qui ont atteint le dernier degré du perfectionnement et ne laissent plus qu'une faible marge pour les bénéfices.

Il y a lieu de faire remarquer que dans la fabrication des alcalis la dépense de charbon pour la

concentration et l'évaporation des lessives est telle, malgré les appareils perfectionnés que l'on emploie actuellement, qu'un certain nombre de sociétés ont renoncé aux chutes d'eau et placé leurs usines dans des charbonnages voisins des centres de consommation. Ces sociétés préfèrent payer l'énergie un peu plus cher et évitent ainsi les frais de transport de la matière première, du produit fabriqué et du charbon.

La question des *électrodes*, qui intéresse toutes les branches de l'électrochimie, mais plus spécialement la fabrication des alcalis, a été l'un des problèmes les plus difficiles des industries qui nous intéressent. Il n'est d'ailleurs qu'incomplètement résolu à l'heure actuelle.

Le platine est le seul métal à peu près inattaqué quand on l'emploie comme anode, mais en raison de sa grande densité, de son prix élevé, une usine tant soit peu importante ne tarde pas à en avoir pour plusieurs centaines de mille francs. C'est une augmentation de capital que l'on ne peut supporter que dans des conditions tout à fait exceptionnelles.

Si l'épaisseur du platine est trop faible, la répartition du courant est très irrégulière et l'attache des électrodes difficiles ; ce point est cependant résolu à l'heure actuelle. On ne peut employer les métaux doublés en platine ou platinés par électrolyse qui sont d'un mauvais usage.

On s'est donc adressé aux charbons agglomérés employés dans les piles et on a perfectionné la fabrication. Ces agglomérés sont formés de coke, de houille, de cornue ou de pétrole, aggloméré au moyen de goudron transformé lui-même en charbon par la calcination. Ce charbon étant plus facilement attaqué, les anodes sont rapidement désagrégées. On remédie à cet inconvénient en diminuant la quantité de goudron dans la limite du possible, mais alors la matière crue n'étant plus plastique, il faut la soumettre à des pressions considérables de 600 à 2000 kilogrammes par centimètre carré. On cite des presses pour la fabrication des électrodes de four électrique dont la puissance totale est de 2000 tonnes.

Pour rendre les électrodes plus inattaquables, on les transforme en graphite par le chauffage au rouge blanc à l'abri de l'air, soit en faisant passer dans l'électrode un courant électrique intense comme dans les procédés Castner et Acheson, soit en déplaçant la barre dans un four électrique dont elle constitue une des électrodes, comme dans le procédé Girard et Street.

La fabrication de l'aluminium et le four électrique consomment également de grandes quantités d'électrodes. Les matières premières employées doivent être absolument pures, les impuretés s'accumulant dans le produit fabriqué.

Les appareils employés dans la fabrication des alcalis et du chlore se rapportent à trois types principaux :

Les appareils à diaphragme ordinaire, en céramique ou ciment, parmi lesquels nous citerons celui de M. Outhenin-Chalandre, utilisant les diaphragmes tubulaires et qui est exploité par les différentes Sociétés « Volta », Suisse, Française et Italienne dans leurs usines de Vernier, Moutiers et Bussi.

Les appareils à cathode-diaphragme dans lesquels la cathode est en contact avec le diaphragme en ciment. Cette cathode qui ne plonge pas dans le liquide, est simplement mouillée par capillarité. Un courant de vapeur d'eau ou d'acide carbonique la balaye constamment, enlève l'alcali formé et évite ainsi les réactions secondaires. Ce dispositif n'a qu'un seul représentant : l'appareil Hargreaves-Bird, exploité en Angleterre, et dont les brevets français sont la propriété de la Société Saint-Gobain.

Enfin les appareils à cathode de mercure, dans lesquels le sodium libéré forme un amalgame, décomposé ultérieurement par l'eau pour donner de l'hydrogène et l'alcali ; parmi les appareils basés sur ce principe, signalons ceux de la Société Solvay permettant une production considérable et utilisés dans un certain nombre d'usines parmi lesquelles il faut citer celles de Jemappe-sur-Sambre (Belgique), Osternienburg (Allemagne) et Lissitchank (Russie). Ces trois usines sont installées pour produire chacune 6000 tonnes d'alcali par an.

Terminons en disant qu'une dizaine d'usines, dont la moitié en Allemagne utilisent les procédés de la Société « Electron » de Francfort, procédés tenus dans le plus grand secret. Bien que l'on admette généralement que cette Société emploie des diaphragmes en ciment, nous sommes plus porté à croire que ce sont des appareils à cathode de mercure. Ces procédés sont utilisés notamment à la Motte-Breuil près de Compiègne et par l'usine de la Badische Anilin und Soda-Fabrik de Ludwigshafen.

Les *hypochlorites* se préparent très facilement par électrolyse, mais on ne peut obtenir de solution au titre commercial. En effet, dès que l'on arrive

à une certaine concentration, le produit formé est détruit aussi bien à l'anode qu'à la cathode. L'hypochlorite de sodium, le seul que l'on fabrique, doit donc être fait sur place par les usines qui l'utilisent pour le blanchiment des tissus et de la cellulose et qui ne se servent que de solutions très étendues.

Les appareils étant sans diaphragme, on peut utiliser des électrodes bipolaires, dont une des faces sert d'anode et l'autre de cathode, ces lames sont placées à cotés les unes des autres dans le bain, et seules les extrêmes communiquent avec les bornes de la machine. Ce dispositif correspond à plusieurs appareils montés en tension et présente l'avantage de supprimer les conducteurs et les connections. Enfin, on peut au lieu de machines spéciales, employer directement les dynamos d'éclairage.

Signalons les trois principaux appareils employés : celui de Corbin, utilisé à la papeterie Bergès, à Lancey, et par la Teinturerie et Blanchisserie de Thaon. Il permet également de faire des chlorates à Chedde ; il est monté ainsi, que le suivant, avec du platine.

L'appareil Kellner, placé au-dessus d'une cuve de réfrigération, utilisant non pas des lames de platine, mais des plaques de verre sur lesquelles sont enroulés des fils de platine iridium. Il est employé principalement en Allemagne et représente une puissance de 7 à 800 chevaux.

Enfin l'appareil Haas et Ettel, employé également en Allemagne et représentant de 3 à 400 chevaux. Il est monté avec des électrodes bipolaires en charbon ayant subi une préparation spéciale.

Nous avons dit que le *chlorate de potassium* était le premier produit fabriqué industriellement par électrolyse. Ajoutons que c'est lui qui donne les meilleurs résultats. Sa fabrication a été énormément simplifiée et perfectionnée. En réglant bien les conditions, on arrive à le reproduire avec des rendements très élevés. Malgré cela, la dépense d'énergie est considérable, une puissance de un cheval, utilisée jour et nuit pendant un an, ne donnant que 500 kilogrammes. Aussi toutes les usines montées pour travailler avec le charbon ont-elles dû cesser de fonctionner. Il y a lieu d'ajouter que seul le platine peut-être employé comme anode.

La production totale des chlorates électrolytiques atteint de 10 à 12 milles tonnes, pour une puissance de 25.000 chevaux environ. Les princi-

pales usines sont celles de Vallorbes, Saint-Michel de Maurienne, Chedde, Mansboe, Alby, etc....

A coté de ces industries les plus importantes, il y a lieu de signaler la fabrication de certains produits de second ordre, tels que le *permanganate de potassium*, difficile à préparer, mais d'une grande importance commerciale à l'inverse des *persulfates* et *perchlorates* à peu près sans emploi. On fabrique également de la *baryte*, des *chromates* et *bichromates*, du *ferricyanure de potassium*...

La production électrolytique de l'*oxygène* et de l'*hydrogène* nécessaires pour la soudure oxyhydrique se développe régulièrement, mais lentement. L'hydrogène pour le gonflement des aréostats n'est produit que dans une seule usine, à Rome, utilisant une partie de la magnifique chute de Tivoli.

Enfin en chimie organique, on prépare un certain nombre de composés pour lesquels on peut utiliser l'énergie produite par le charbon en raison de la faible quantité fabriquée et de la valeur des produits. Ces fabrications sont perdues au milieu d'autres dans de grandes usines; aussi est-il difficile d'avoir des renseignements, même peu précis, à ce sujet.

Les produits qui se prêtent les mieux à la fabrication par électrolyse sont : l'*iodoforme*, le *paraminophénol*, la *vanilline*, la *benzidine*, et, d'une façon générale, les produits de *réduction des dérivés nitrés*.

On a fait également un grand nombre de recherches sur la *purification des jus sucrés par électrolyse*, mais jusqu'à présent, aucun procédé ne paraît sérieusement établi.

(A suivre).

APPLICATIONS INDUSTRIELLES DES PROCÉDES DE CONTACT

Le vieillissement des eaux-de-vie

PAR

M. P. BÄEHLIN, licencié ès sciences

M. Trillat étudie depuis longtemps les réactions chimiques dues au contact de certains corps, à ce qu'on a souvent appelé l'action catalytique. Il vient de publier récemment un ouvrage important (qui a constitué sa thèse de doctorat) sur « l'oxydation des alcools par l'action de contact. » Ce n'est que la première partie d'un vaste travail qui comprendra une étude analogue des carbures, des

dérivés azotés et des synthèses dues à l'action de contact.

Les expériences sur l'oxydation des alcools qui font l'objet de la publication actuelle ont permis à M. Trillat de tirer des conclusions d'une grande importance et tout à fait inattendues; c'est ainsi que les résultats obtenus avec l'alcool méthylique viennent appuyer fortement une des théories émises sur la formation des hydrates de carbone dans les végétaux; de même, l'analyse des produits d'oxydation de l'alcool éthylique apporte de nouveaux éclaircissements à la question du vieillissement des eaux-de-vie. L'étude de l'action de contact devient donc d'un intérêt général et même industriel, et démontre une fois de plus l'étroite relation de la science pure et de la science appliquée.

Les phénomènes catalytiques sont connus depuis fort longtemps; l'action du platine sous forme de noir, de mousse ou de lames est celle qui a été le plus communément observée; elle fait l'objet de réactions classiques dont quelques-uns ont reçu une application industrielle comme la fabrication de l'anhydride sulfurique par combinaison de l'anhydride sulfureux et de l'oxygène, comme l'oxydation de l'alcool méthylique pour la production de l'aldéhyde formique.

Cette action de contact est commune à beaucoup de corps: Konovaloff l'a observée pour la silice, le charbon, le verre pulvérisé, etc. De nombreuses théories ont été faites pour l'expliquer; l'hypothèse de M. Berthelot qui explique parfaitement l'inflammation du mélange d'oxygène et d'hydrogène, en présence de mousse de platine, par la formation d'hydrures dissociables et attaquables à froid par l'oxygène est la plus connue et paraît la mieux justifiée.

Quoi qu'il en soit, avant de rechercher la cause des réactions, il est utile de bien connaître les réactions elles-mêmes. Or, jusqu'à présent, on n'a jamais observé l'action de contact simple, mais cette action compliquée par des phénomènes de pyrogénéation et de dissociation; si on fait passer un mélange d'anhydride sulfureux et d'oxygène sur un corps poreux, il se forme de l'anhydride sulfurique; si cette action est prolongée, il y a dissociation en anhydride sulfureux et oxygène; maintenir la ponce platinée à une température suffisante et pas trop élevée a même été une des difficultés les plus sérieuses pour la production industrielle de l'anhydride sulfurique.

Pour étudier l'action du contact, il faut donc la rendre aussi courte que possible et refroidir immédiatement les produits formés. Afin d'observer ces conditions, M. Trillat a dû imaginer un dispositif spécial.

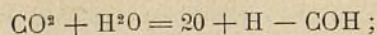
L'appareil qu'il emploie se compose d'un tube étroit de verre mince dans lequel se trouve une spirale de platine.

Deux tubes de cuivre reliés au tube de verre par des liens en caoutchouc et soudés aux extrémités de la spirale servent à amener le mélange d'air et d'alcool et à écouler les produits formés; ils permettent en outre de faire passer dans la spirale le courant électrique qui l'échauffe suffisamment pour déterminer la réaction. Souvent celle-ci continue d'elle-même; quand la chaleur dégagée est trop faible pour maintenir l'incandescence, on fait passer le courant pendant toute la durée de l'expérience. Le tube de contact qui contient la spirale est disposé verticalement dans une éprouvette à trop plein où circule un courant d'eau.

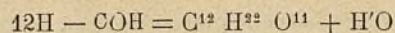
Le mélange d'air et d'alcool est amené par le tube de cuivre supérieur; le tube inférieur communique avec une série de ballons condenseurs entourés de glace. Ajoutons que, pour annuler les dangers d'explosion, on a isolé le tube à réaction par des rouleaux de toile de cuivre. Grâce à ce dispositif, M. Trillat a pu suivre dans des conditions bien déterminées l'oxydation des alcools; ceux qu'il a étudiés avec le plus de soin sont les alcools méthylique et éthylique.

Par oxydation en présence du platine, l'alcool méthylique donne de l'aldéhyde formique, de l'acide dont la proportion s'élève avec la température, et du méthylal dont la présence n'avait jamais été observée. Mais deux faits doivent surtout attirer l'attention: 1° l'eau ne gêne pas et favorise plutôt l'oxydation; 2° la production de l'aldéhyde aux dépens de l'alcool méthylique est une réaction réversible: un mélange d'aldéhyde et d'air donnent dans l'appareil de contact un peu d'alcool méthylique.

Ces résultats sont intéressants au point de vue de la synthèse des hydrates de carbone dans les végétaux. On sait en effet qu'une des théories émises à ce sujet et admises par Beyer suppose la formation de formaldéhyde par combinaison de l'acide carbonique et de l'eau.



la formaldéhyde s'aldoliserait ensuite en donnant une molécule d'eau



Cette synthèse totale des sucres à partir d'éléments minéraux prévoit dans les plantes l'existence de l'aldéhyde formique; on a essayé d'en déceler la présence, mais aucun résultat bien net n'a été obtenu. M. Trillat fait observer qu'il n'en peut être autrement: la formaldéhyde est très toxique pour les végétaux et ne peut s'y trouver qu'à l'état de combinaison; sa présence ne peut donc y être contrôlée qu'indirectement. C'est ce que l'étude de l'action de contact permet de faire: en effet, l'aldéhyde formique peut être transformée dans l'appareil de contact en alcool méthylique; or, M. Maquenne a montré que certains végétaux contiennent de l'alcool méthylique. Il est donc possible, sinon probable que dans les plantes, au contact de corps poreux, une partie de l'aldéhyde formée par action de l'eau sur l'acide carbonique se transforme en alcool méthylique. Cela est d'autant moins impossible, qu'une grande proportion d'eau ne gêne en rien les réactions dues au contact.

La basse température des plantes n'est pas une objection sérieuse; il semble en effet que l'incandescence du fil de platine n'ait pour résultat que de modifier sa structure moléculaire; un fil de platine agit d'autant plus facilement qu'il sert depuis plus longtemps.

La production de l'alcool méthylique aux dépens de la formaldéhyde n'est pas la seule synthèse produite par l'action de contact. M. Trillat a observé avec tous les alcools primaires à chaîne saturée de la série grasse la formation d'acétals. L'alcool isoamylique a fourni également un éther sel, l'isovalérate d'amyle.

L'action de contact effectuée donc à la fois des synthèses et des oxydations: avec les alcools elle fournit des aldéhydes, des acides, des éthers sels et des acétals. Tous ces corps se trouvent dans les eaux-de-vie âgées; il est donc intéressant d'étudier le phénomène du vieillissement en tenant compte des résultats donnés par l'étude de l'action de contact.

Pendant longtemps on a attribué le bouquet qui se développe pendant le vieillissement uniquement à la production d'éthers-sels. Mais si ces éthers donnent d'ordinaire aux eaux-de-vie leur parfum caractéristique, leur importance n'est pas pour cela exclusive. Les eaux-de-vie, aussitôt la distillation, sont incolores et présentent un goût désagréable appelé par les dégustateurs « goût de chaudière ». Cependant le vieillissement n'aug-

mente guère la proportion d'éthers qu'elles contiennent. D'après les expériences de M. Rocques, une eau-de-vie qui, venant d'être distillée, contenait 0 gr. 8014 d'éthers par litre, en contenait 0 gr. 8266 après dix-huit mois et 0 gr. 7990 après quatre ans de fût.

Le bois dont est construit le fût offre de l'importance au point de vue de la coloration et du bouquet; mais cette action est encore très peu connue. D'ailleurs, si la conservation en fût est indispensable pour la production d'une eau-de-vie parfaite il n'en est pas moins vrai qu'on constate un certain vieillissement des eaux-de-vie conservées dans des bouteilles de verre fermées d'un parchemin percé de quelques trous d'aiguille.

Ces faits démontrent que les phénomènes d'oxydation jouent le principal rôle dans le vieillissement des eaux-de-vie.

Cette oxydation se manifeste par l'augmentation de la proportion d'acide qui, de 0 gr. 4920 pour l'eau-de-vie récemment distillée, devient 0 gr. 7680 au bout de quatre ans. Il se forme également une quantité d'aldéhydes sans cesse croissante avec l'âge. M. Trillat ne pense pas que les aldéhydes puissent se trouver en si forte proportion à l'état libre. Il remarque qu'outre les produits trouvés dans les eaux-de-vie vieilles, il a constaté, dans l'oxydation des alcools par action de contact, la présence constante d'acétals. Ces observations l'ont conduit à rechercher ces composés dans l'eau-de-vie. Sur 79 échantillons de liqueurs, 12 lui ont donné la réaction caractéristique de l'acétal éthylique. Pour les autres, ils contenaient sans doute des acétals d'alcools supérieurs qui n'ont pas été recherchés; la méthode d'analyse très sensible employée n'est applicable en effet qu'à la recherche des acétals méthylénique et éthylique.

La présence de l'acétal dans l'alcool brut avait été signalée par MM. Kræmer et Pinner; mais ces résultats étaient contestés. M. Trillat a voulu montrer par une expérience directe que la formation d'acétal est normale toutes les fois que l'alcool et l'aldéhyde se trouvent en présence. Pour cela il a chauffé à 35°, dans un ballon hermétiquement bouché, un mélange d'alcool et d'aldéhyde, une première fois seuls, une seconde fois avec 50 0/0 d'eau. Dans les deux cas il a pu, à partir du huitième jour, déceler la présence d'acétal dont la proportion a sans cesse augmenté pendant toute la durée de l'expérience.

Il est donc naturel que l'acétal existe dans l'eau-

de-vie; la proportion doit en augmenter pendant le vieillissement avec la quantité d'aldéhyde. L'élévation de la température et la présence de corps étrangers qui facilitent la production des aldéhydes doivent également en accélérer la formation.

Par la découverte des acétals dans les eaux-de-vie, M. Trillat a apporté une forte contribution à l'étude de leur vieillissement. Ce phénomène était, il y a quelques années, considéré comme une éthérification. M. Rocques, par ses analyses, a montré l'importance prépondérante des oxydations; l'étude des actions de contact permet à présent de saisir le détail de cette oxydation.

Les résultats obtenus permettent de faire un choix raisonné parmi les procédés de vieillissement artificiel des eaux-de-vie. Les méthodes par oxydation sont les plus nombreuses et les seules à retenir; parmi elles, celle qui nous paraît la plus recommandable consiste à faire agir l'oxygène sous pression sur l'eau-de-vie chauffée au contact de copeaux de bois; elle offre l'avantage de charger la liqueur des principes solubles du bois et de favoriser par une large surface de contact et l'élévation de température la production des acétals.

La majeure partie des eaux-de-vie est fabriquée de toutes pièces à l'aide de l'alcool neutre d'industrie; on l'étend d'eau pour l'amener au degré nécessaire et on l'aromatise par des coupages avec les eaux-de-vie naturelles ou par addition d'éthers et de sauces diverses. La connaissance exacte des produits formés par le vieillissement des alcools sera pour les industriels un guide utile pour les coupages et pourra rendre inutile l'emploi des sauces en permettant de donner aux liqueurs de fantaisie, grâce à une composition analogue, un goût semblable à celui des eaux-de-vie naturelles. Quant aux eaux-de-vie récentes, les procédés de vieillissement artificiel ne font qu'y produire rapidement les modifications qu'on laissait au temps le soin de leur faire subir.

Le processus d'oxydation des alcools par le contact se montre donc identique à celui qu'on observe dans la nature. On est en droit de croire que cette analogie n'est pas fortuite. Une étude semblable sur d'autres séries chimiques pourra seule nous l'apprendre.

A. BECHLIN.

REVUE DES PÉRIODIQUES FRANÇAIS & ÉTRANGERS

Industries chimiques des produits minéraux et organiques

De l'enrichissement du gaz de houille et son influence sur le pouvoir calorifique. — *Journal de l'éclairage au gaz* (3 janvier 1902).

En général le pouvoir éclairant du gaz doit atteindre 103 litres par carcel-heure et pour atteindre ce titre, il faut ou distiller des charbons supérieurs ou mélanger du cannel avec les charbons de qualité ordinaire, ou bien alors distiller ces derniers et ajouter au gaz produit une certaine quantité de benzine à 90 pour cent.

Aujourd'hui cependant, il y a un autre facteur important à considérer, par suite de l'emploi du gaz comme force motrice, c'est le pouvoir calorifique. M. Verdier a constaté expérimentalement que l'emploi de charbons supérieurs n'augmente pas en proportion avec le prix de revient, ce pouvoir calorifique, en outre l'emploi de benzine quoique ramenant le gaz au titre exigé par les cahiers des charges ne lui communique pas le pouvoir calorifique correspondant et il y aurait peut-être avantage, ajoute l'auteur, d'abaisser le titre du gaz sans toutefois abaisser le titre calorifique à moins de 5.000 calories, ce qui ne nécessiterait que l'emploi de charbons de qualité ordinaire. L.

La production et l'emploi économique du gaz de la houille. — *Kraft und Licht* (11 janvier 1902).

L'emploi de nombreuses cornues et la distillation non continue sont ainsi que la montre M. Foulis, à la dernière réunion des ingénieurs écossais, d'un prix onéreux, de plus 17 pour cent d'azote correspondant à 86 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque par tonne de charbon sont perdus. Pour remédier à ce dernier inconvénient le docteur Mond insuffle au rouge dans le gazogène de l'air et une grande quantité de vapeur d'eau, on convertit ainsi la houille en gaz et presque tout l'azote, perdu jusqu'ici, en ammoniaque représentant un bénéfice net par tonne de charbon, de 4 marks 1/2 soit 5 fr. 60, le gaz produit étant, de plus, pur au point de vue des produits sulfurés. L.

Les théories relatives à l'origine du pétrole. — *Journal du pétrole* (1^{er} janvier 1902).

Continuant son étude sur l'origine des pétroles, M. Klément examine dans ce numéro les principales hypothèses émises jusqu'à ce jour, et basées sur des origines minérales. Parmi les théories données on remarque celle de Ber-

thelot, fondée sur la synthèse pyrogénée des divers carbures, celle de Mendeleïf, de Moissan. Toutes sont basées sur l'action de la vapeur d'eau sur les différents carbures métalliques qui se trouveraient dans l'écorce terrestre, il se produirait dans ces réactions, soit de l'acétylène qui se transformerait ensuite en divers hydrocarbures, soit ces derniers eux-mêmes directement. D'autres savants ont aussi émis pour le pétrole une origine végétale, comme par exemple la distillation sèche de la houille, du lignite. Cependant M. Klément objecte l'improbabilité d'une distillation de corps à point d'ébullition si différents sans fractionnement, en outre si le pétrole provenait de combustibles on devrait retrouver, soit du coke, soit des traces de ces corps dans les gisements pétrolifères ce qui n'est pas le cas. L.

L'éclairage intensif à incandescence. — *Journal de l'éclairage au gaz*, (3 janvier 1902).

Examinant les phénomènes de l'incandescence produits par les becs Auer, M. Greyson de Schodt admet qu'en plus des effets calorifiques il s'y place une suite de réactions chimiques qui provoquent la luminescence. Ainsi sous l'influence de la chaleur produite, les hydrocarbures sont décomposés et du carbone à l'état naissant est brûlé, mais par suite du peu d'air qui se trouve sous le manchon, cette combustion est rendue difficile et il se dépose du carbone. Celui-ci se combine avec la petite quantité d'oxyde de cérium pour former un carbure qui se décompose ensuite en redonnant l'oxyde avec un grand dégagement de lumière. L'auteur ajoute que, s'il faut que les hydrocarbures soient décomposés, il est aussi indispensable qu'une certaine quantité de carbone existe à l'état libre et que l'air extérieur vienne en quantité suffisante pour oxyder les carbures formés. Basé sur ces diverses remarques, M. Greyson de Schodt a construit un bec à incandescence intensive, qui a donné de bons résultats. L.

Sur une réforme du procédé des chambres de plomb. — TH. MEYER, *Zchr. ang. Ch.* (17 décembre 1901).

Le procédé par contact est lié à la connaissance d'une température donnée à laquelle la réaction se fait le plus favorablement. L'auteur applique ce principe aux chambres de plomb et arrive à la conclusion qu'une réfrigération produit de bons résultats. Il a disposé dans 3 chambres des réfrigérants à eau pouvant enlever en 24 heures environ 300.000 calories. Chose curieuse la température ne s'est pas abaissée mais est restée à 80°-90°, ce qui tient à la chaleur interne de réaction. Mais en un mois le rendement s'est élevé de 15 0/0. (4.904 kg. d'acide à 50° contre 4.269 kg.). La consommation d'eau était de 8-9 mètres cubes par 24 heures. L'auteur établit par des calculs que le meilleur moyen de favoriser la réaction consiste à précipiter l'acide au fur et à mesure de sa formation, conclusion conforme à celle de Lunge. On y arrive en multipliant les chocs et frottements des gaz dans les colonnes de réaction ; mais celles-

ci ne permettent pas la réfrigération comme l'auteur le propose. Celui-ci établit des prix de revient en admettant que la surface de réfrigération par l'eau est 50 0/0 de la surface extérieure des chambres. D'après ses calculs il y aurait économie sensible.

L. B.

Sur un dispositif fumivore. — *Ern. Schmatolla* *Zschr. ang. Ch.* (17 décembre 1901).

Le principe consiste à faire arriver les produits de la combustion dans une chambre en terre réfractaire après l'autel. De la sorte les parois froides de la chaudière ne refroidissent pas les gaz au-dessous de la température de combustion. En envoyant dans cette chambre un courant d'air secondaire et en brisant la marche des gaz on obtient une combustion complète. On a avec ce dispositif l'inconvénient de diminuer notablement la surface de chauffe. L'auteur y remédie soit en employant des chaudières plus longues, soit en plaçant le foyer en avant de la chaudière. L'auteur démontre que la chaleur absorbée par les parois supplémentaires est insignifiante et qu'au contraire l'économie de charbon est considérable. Le chargement régulier du foyer est assuré par une trémie.

B.

La fabrication de l'alumine et du sulfate d'aluminium. — J. BRONN, *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1901 — *Moniteur scientifique*, Quesneville, janvier 1902.

L'auteur parle des emplois divers de l'alumine et du sulfate d'aluminium décrit les divers procédés de fabrication suivis et s'étend particulièrement sur les procédés Lechatelier, Monn, Dr Bayer, Pemakoff, etc., etc.

La production du sulfate d'ammoniaque dans le monde entier. — *Deutsches Handels. Archiv; stahl und Eisen*, 1901 p. 665.

Avec le développement pris par les usines transformant la houille en coke et recueillant les sous-produits, cette industrie a pris un essor considérable depuis plusieurs années. En 1900 la production totale du monde entier est de 493.000 tonnes réparties comme suit :

	1900	1899	1898
	Tonnes	Tonnes	Tonnes
Angleterre.	210.000	208.000	196.500
Allemagne.	120.000	111.000	100.000
Etats-Unis.	58.000	52.000	49.000
France.	37.000	36.000	35.000
Autres pays européens.	68.000	62.000	60.000
Total.	493.000	469.000	440.500

En 1868 le prix de la tonne était de 360 fr. ; en 1870, 400 fr. ; en 1880, 480 fr. ; en 1890, 290 fr. ; et en 1900, 278 fr. Il était tombé en 1897 à 200 fr.

Le blanc de céruse par le procédé Bailey. — *Oil, paint and drug reporter* (6 janvier 1902).

On sait que dans le procédé hollandais, on produit la céruse en laissant en contact pendant une centaine de

jours environ du plomb avec de l'acide acétique dans des pots reposant sur du fumier, lequel en fermentant produit de l'acide carbonique et un échauffement nécessaire à la volatilisation de l'acide acétique. Le plomb transformé s'élève à 70 pour cent environ, les parties peu corrodées sont employées à la préparation de l'oxyde de plomb, le reste indemne sert pour un deuxième traitement. Ce procédé outre sa grande durée de temps, ne donne pas un produit absolument constant et il est assez dangereux pour ceux chargés de la main-d'œuvre. Dans le procédé Bailey, le plomb en fusion est coulé à travers une filière et les fibres métalliques, ainsi formées, tombent sur des plateaux à fond d'ardoise, lesquels sont envoyés ensuite dans des chambres closes où l'on introduit l'air, l'acide carbonique et l'acide acétique à la température la plus favorable à l'attaque. Ces plateaux étant mobiles, on peut facilement suivre le travail. Au bout de 3 jours les fibres sont corrodées, on les introduit dans un bassin plein d'eau, où elles tombent au fond en une poudre impalpable, de là celle-ci est portée dans un cylindre immergé dans l'eau et dans lequel est tendue une étoffe de gaze à travers laquelle la céruse passe, laissant le plomb non attaqué, qui ne dépasse jamais 8 pour cent et qui est réclamé pour les sels de plomb. On obtient par ce procédé un produit de composition constante qui est :

Carbonate de plomb	63,40
Oxyde de plomb hydraté . . .	35,95

Le procédé Bailey dit « procédé hollandais sous contrôle » est usité dans les manufactures de la société « the union lead and Oil Co » à Brooklyn.

L.

Etude de l'action de l'acide fluorhydrique sur le plomb, par Eug. PROST et HAUT (*B. de l'Ass. Belge des Chim.*, nov.-déc. 1901).

Quand on grille des blendes contenant de la fluorine, les composés fluorés sont entraînés par les gaz et se transforment dans le Glover en acide fluorhydrique. En présence des produits siliceux de la tour, il se forme passagèrement du fluorure de silicium qui, dans des conditions particulières où il se trouve régénère de l'acide fluorhydrique qui passe dans les chambres de plomb. Cet acide étant seul en présence du plomb forme une couche de fluorure insoluble qui arrête l'attaque, mais l'acide sulfurique déplace l'acide fluorhydrique de cette combinaison, ce qui peut expliquer qu'une petite quantité de cet acide peut produire des dégâts considérables. Les auteurs étudient la diminution d'éprouvettes de plomb quand ils font varier la concentration de l'acide sulfurique, la quantité d'acide fluorhydrique et de produits nitreux, puis ils étudient aussi l'action de l'acide fluorhydrique sur le plomb dans le mélange gazeux des chambres. Ce travail montre que si la présence de l'acide fluorhydrique à l'état liquide a peu d'influence sur l'attaque du plomb, il n'en est pas de même de la présence de l'acide fluorhydrique dans le mélange gazeux, où l'influence nuisible est très accentuée bien que les quantités d'acide soient très faibles.

R. M.

Ciments. — Action du sulfate de chaux sur les ciments. — M. L. DEVAL (*Bulletin de la société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, décembre 1901).

Les ciments de laboratoire d'une composition chimique analogue aux ciments de Portland fixent au bout de deux mois plus de sulfate de chaux qu'il n'en faut à leur alumine pour se transformer en sulfo-aluminate.

Les ciments qui se sont montrés capables de résister aux solutions salines n'ont pas au bout de quatre mois retenu assez de sulfate de chaux pour transformer la totalité de leur alumine en sulfo-aluminate. Le ciment avec gaize n'en a fixé que 47 0/0; le ciment avec poussières lourdes 63 0/0; et le ciment anglais 80 0/0.

Le ciment au fer est remarquable par son indifférence en présence du sulfate de chaux. L. F.

Fabrication du ciment en fours tournants. —

MM. STANGER et BLOUNT (*Civil Engineers*, London, 1901).

— Description des fours tournants Ransome, Stokes, Hurry et Seaman, de la Bronson Co Michigan.

La fabrication en fours tournants tend à supplanter celle dans les anciens fours fixes — grâce à la manutention mécanique des matières, et au chauffage économique par du poussier de charbon. — Elle donne un ciment naturellement mou, qu'il n'est pas nécessaire d'aérer par un long emmagasinement. L. F.

Fabrication de l'acide nitrique. — M. C. H. VOLNEY, (*The Journal of the Society of Chemical Industry*, 1901, p. 544). — Perfectionnements apportés par Guttman et Valentin à l'appareil pour la décomposition du nitrate.

Le premier intercale une soufflerie à air chaud entre les tuyaux réfrigérants et l'appareil condenseur. L'air chaud exerce non seulement une action oxydante sur les vapeurs acides venant des cornues, mais produit encore un vide partiel dans les cornues. Le second effectue la distillation de l'acide nitrique dans le vide.

Prussiates de potasse. — (*The oil and colourman's journal*, janvier 1902).

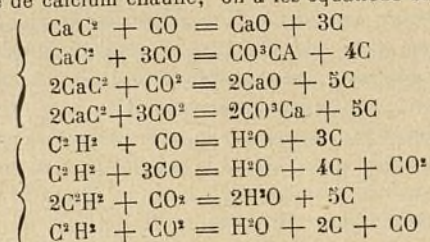
On remarque aussi la fabrication industrielle, des prussiates jaunes par fusion des matières azotées animales avec la potasse et celle des prussiates rouges par oxydation des précédents à l'aide d'un courant de chlore. L.

Noir de gaz ou noir de carbone. — (*The oil and colourman's journal*, janvier 1902).

On utilise en Amérique, les gaz naturels qui se dégagent en si grande abondance dans certains endroits à la production d'un noir de fumée, qui est utilisé surtout pour les encres d'imprimerie et les couleurs. Cependant sa texture granuleuse et sa difficile pulvérisation en sont un obstacle pour son emploi courant. L.

Noir d'acétylène. — (*The oil and colourman's journal*, janvier 1902).

On produit actuellement du noir avec l'acétylène, qui est le carbure le plus riche en carbone, deux procédés sont employés pour cela. Dans le premier on chauffe un mélange d'acétylène et d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique, ou bien on fait passer l'un de ces deux gaz sur du carbure de calcium chauffé, on a les équations suivantes :



Dans le deuxième procédé on décompose en vases clos, à la pression de dix atmosphères, de l'acétylène, à sa température de décomposition soit à peu près 780° sous l'influence du courant électrique. L'hydrogène qui se dégage est recueilli, le charbon se dépose sur les parois. L.

Industries des produits végétaux

Alcool méthylique. — (*The oil and colourman's journal*, janvier 1902).

Suit une étude sur la préparation industrielle et les principales propriétés de l'alcool méthylique, employé surtout dans le séchage des vernis. L.

Diminution de la perte au maltage et augmentation du rendement en extrait du malt par le trempage et l'aération alternatifs, par M. WINDISCHE (*Woch. f. Brauerei*, 1901, p. 573).

Le premier essai est fait en exécutant le trempage à la manière habituelle sur 40 quintaux de grain lavé par aération avec l'appareil de Bothner. La première eau est évacuée immédiatement, puis on renouvelle l'eau toutes les 12 heures. Le trempage a duré au total 72 heures et le grain renfermait 47,2 0/0 d'eau. La couche a commencé à piquer au bout de 40 heures et la température était de 22 R° au bout de trois jours. Le pelletage a été exécuté toutes les 12 heures le premier et le deuxième jour et toutes les 6 heures les jours suivants. Le septième jour on a laissé la masse se refroidir, puis après retournage on a laissé au repos 24 heures. Le fanage a eu lieu au neuvième jour pendant 24 heures en pelletant toutes les 6 heures. Le touraillage qui a duré 48 heures donne 50° R. de température finale.

Le deuxième essai a été fait sur 40 quintaux de la même orge lavée et aérée à l'aide de l'appareil Bothner, puis après évacuation on a laissé tremper pendant 4 heures en aérant 5 minutes avant l'écoulement, l'orge est ensuite restée 4 heures sans eau puis 2 heures sous l'eau, puis 4 heures sans eau, avec aération de 5 minutes avant chaque évacuation. Le trempage a duré 60 heures, l'orge renfermait 46,9 0/0 d'eau, au bout de 10 heures le grain piquait régulièrement. Pendant les six premiers jours le

pelletage avait lieu toutes les 6 heures, puis on a laissé la couche se feutrer pendant 24 heures et après avoir rompu la couche on l'a fannée au neuvième jour de fabrication. La température la plus élevée a été de 18° 5 R. Le touraillage qui a duré 24 heures fut terminé par 5 heures à 58° R.

Voici les résultats de ces deux essais : 1^{er} cas on a obtenu 30 qx.3 de malt dégermé ayant les caractères suivants :

Poids de l'hectolitre	53 kg. 5
Poids de 1.000 grains	32 gr. 5
Eau	3,7 0/0

	Mouture	
	grosse	fine
Rendement en extrait	74,2	75,14
Rapport au malt sec	77,0	77,98

Dans ce cas le rendement en malt a été de 76 0/0. La perte est donc de 24 0/0. Si l'on fait le compte de la teneur en eau de la perte au trempage et de la perte due au germe on voit que la perte par respiration est de 9 0/0.

2^e Cas. — Cet essai a donné 31 qx. 85 de malt dont les propriétés sont :

Poids de l'hecto.	55 kg. 6
Poids de 1.000 grains	33 gr. 9
Eau	2, 6 0/0

	Mouture	
	grosse	fine
Rendement en extrait	74,4	78,4
Rapport au malt sec	78,9	80,0

La saccharification un peu plus longue dans le second cas a donné un mout tout semblable au précédent. Le rendement en malt a été de 78,4 0/0 avec une perte de 21,6 et par le même calcul que précédemment on arrive à une perte par respiration de 5,5 0/0 seulement.

L'expérience a montré que l'excédent de matière se retrouve dans l'extrait du malt, ces quelques chiffres montrent les services rendus par cette modification à l'ancienne méthode de trempage. R. M.

Chauffage des vins rouges après fermentation, par PACOTTET (*Revue de Viticulture*, décembre 1901).

Les vins en sortant de la cuve contiennent encore du sucre. Durant l'hiver la température des chais étant basse il n'y a aucune fermentation, mais à l'été les levures se réveillent et une fermentation nouvelle se produit et trouble le vin. Cet accident peut se produire trois ou quatre années de suite sur un même vin. Un usage répandu surtout en Bourgogne consiste à placer les vins en fûts dans des chais maintenus à des températures déterminées et nommés chauffoirs. Dans ces conditions la quantité de sucre contenu dans les vins disparaît par fermentation dans un temps variant de quinze jours à deux mois et après cela le vin n'a plus rien à redouter de l'élévation de la température estivale. M. Pacottet a reconnu que la température la plus favorable est aux environs de 18° C. Il est intéressant de ne pas dépasser 20°, car au-dessus de cette température la perte par évaporation, et la perte d'alcool serait préjudiciable. R. M.

Sur la respiration du grain d'orge. — R. KOLKOWITZ (*Blatter f. Gasten, Hopfen u. Koutoffelbann*).

Pendant la conservation le poids du grain diminue par dégagement d'acide carbonique. Certaines influences favorisent cette respiration des grains, les principales sont : l'humidité exagérée du grain, l'élévation de la température, l'augmentation de la quantité d'oxygène dans l'atmosphère, le concassage du grain. R. M.

L'installation de la salle à brasser et les méthodes de brassage, par ROCH (*Ann. de Br. et de dist.* 25 décembre 1901).

L'auteur dans une conférence faite à Boston passe en revue l'industrie de la brasserie dans les trois principaux pays producteurs, l'Allemagne, l'Angleterre et les Etats-Unis. Après avoir étudié la disposition de la salle de brassage et des matériaux qui la constituent, il passe à l'étude des méthodes de brassage. M. Roch conclut en conseillant d'utiliser une salle de brassage qui puisse travailler par n'importe quelle méthode et d'étudier pratiquement les découvertes des hommes de science. R. M.

L'emploi de la force centrifuge pour classer les pâtes de bois et pour épurer la cellulose, par M. WYSS (*Le Mon. de la Pap. française*, 1^{er} janvier 1902).

De quelques causes qui diminuent le rendement en extrait, par A. FERNBACH (*Ann. de Br. et de Dist.* 25 janvier 1902).

Les pertes en extrait dans le brassage peuvent se produire soit par une saccharification incomplète de l'amidon, soit par un lavage insuffisant des drèches.

Les rendements maximums en extrait ne pourront s'obtenir qu'avec du bon malt qui soit friable et facile à désagréger, il faut aussi qu'il n'ait pas été touraillé à une température susceptible de détruire de la diastase. Les méthodes de brassage ont aussi une grande influence. Si on attaque un malt déjà pauvre en diastase par de l'eau trop chaude on en limite le pouvoir saccharifiant qui peut ne plus être suffisant pour transformer tout l'amidon. Le même malt empâté à basse température peut cependant donner un bon rendement.

D'ailleurs on sait que d'une manière générale le brassage par décoction donne un rendement en extrait plus élevé que la méthode par infusion.

Il est aussi bien certain que la façon dont est faite la mouture du malt a une importance. Une mouture fine favorisera la saccharification surtout sur un malt dur dans laquelle la cytase aurait eu une action insuffisante.

Enfin un matériel incommode et ne permettant pas de régler avec précision la température dans la cuve matière peut amener une diminution de la diastase et n'en laisser qu'une quantité insuffisante pour activer la saccharification.

De toute façon le brasseur doit toujours s'assurer par la réaction de l'iode que tout l'amidon a été saccharifié et que la cuve renferme bien par conséquent tout l'extrait qu'elle peut renfermer.

Il s'agit maintenant de faire passer cet extrait dans la chaudière à cuire. Toutes les trempes étant réunies sur la cuve de filtration et le moût fait étant écoulé on effectue les trempes de lavage qui doivent débarrasser la drêche de tout l'extrait qu'elle peut contenir. Il faut donc conserver dans la chaudière à cuire assez de place pour mettre les trempes de lavage et par conséquent le moût fait doit occuper aussi peu de place que possible, ce que l'on obtiendra en faisant la salade suffisamment épaisse. La pratique a montré que pour être dans de bonnes conditions le volume du moût fort doit toujours être compris entre un quart ou un tiers du moût total. Si ce volume allait à la moitié du volume final, il faudrait une évaporation considérable qui entraîne une dépense de combustible.

Les meilleures conditions seraient que la chaudière étant pleine, les drêches soient complètement épuisées et le moût à la densité voulue. Le chauffage à la vapeur qui permet d'élever la température sans addition d'eau chaude, et la perfection des faux fonds perforés permettant un lavage parfait en utilisant le moins d'eau possible contribuent largement à la réalisation de ces desiderata.

En tous les cas le brasseur devra toujours se rendre compte de la quantité d'extrait restant dans la drêche. Le résultat du lavage pourra être considéré comme bon, lorsque ayant prélevé un échantillon moyen représentant environ 10 kg. de drêche, puis l'ayant pressé pour recueillir le liquide qui s'en écoule, la densité de ce liquide ne diffère pas sensiblement de celle de la dernière trempé de lavage.

R. M.

Etude sur le trempage de l'orge, par C. BLEISCH et H. WILL (*Zeits. f. d. ges. Brauw.*, 1902, p. 17).

Dans un long travail les auteurs étudient les résultats du trempage et de la respiration des grains d'orge, ils arrivent aux conclusions suivantes. Dans une orge ayant un faible pouvoir germinatif le trempage à l'abri de l'air peut gêner la germination. En considérant la production et l'action des diastases et la respiration, on voit que le trempage n'a d'action sur la germination que par l'apport d'eau. On a remarqué qu'un trempage long était nécessaire pour assurer une bonne germination bien que la quantité d'eau absorbée n'augmente plus après un temps assez court. Les auteurs expliquent ces faits en montrant que la répartition de l'eau dans le grain est assez longue et que la formation des diastases partant de la périphérie demande un certain temps pour atteindre le centre des grains. En Bavière par exemple où la trempé longue permet l'accomplissement des phénomènes préparatoires, la germination part très vigoureusement. De plus on a vu que ce trempage dans l'eau diminue la puissance germinative on a donc dû s'arranger pour rapprocher le trempage de la germination en faisant piquer le grain dans la cuve à tremper par une aération

convenable. Cette méthode a encore l'avantage d'éviter le surtrempage qui occasionne l'échauffement des couches, l'élévation de température entraîne une transformation rapide de l'amidon qui est toujours en relation avec une transformation de matière azotée qui est emportée par les radicelles.

R. M.

Séchage des laques et vernis à l'huile de lin. — (*The oil and colourman's*, janvier 1902).

Dans un article sur le séchage des différents vernis l'auteur indique que, si une huile de lin est additionnée d'une grande quantité d'huile minérale, la première seule séchera et se prendra en masse par oxydation, tandis que la seconde restera liquide. C'est donc là un moyen de reconnaître sans analyse spéciale l'addition d'une trop grande quantité d'huile minérale dans l'huile de lin.

L.

Huile de bouleau. — (*The oil and colourman's*, journal, janvier 1902).

En Russie pour assurer la bonne conservation des cuirs employés à la reliure, on les trempe dans un bain d'huile de bouleau.

L.

Un nouveau calorifuge. — (*Bulletin-journal des fabricants de papier*, 1^{er} janvier 1902).

MM. Grouvelle et Arquembourg ont réalisé un nouveau calorifuge consistant en un papier ondulé ignifuge qu'on enroule autour des conduites de vapeur. Si cette dernière est à haute pression, on a soin auparavant d'entourer la conduite d'une corde d'amianté.

L.

Les chauffoirs à vin, par R. PACOTTET (*Revue de Viticulture*, 24 décembre 1901).

La fabrication du vin pour être faite rationnellement demanderait trois locaux différents. La cave de fermentation, le chauffoir et la cave de garde. Les chauffoirs qui existent actuellement sont assez mal installés. Généralement, au-dessous du niveau du sol, humides et peu éclairés, ces locaux présentent trop de cause d'infection, le mode de chauffage, le plus souvent un vulgaire poêle à cloche, laisse beaucoup à désirer à cause de l'irrégularité de la température obtenue. Ces chauffoirs gagneraient beaucoup à être installés avec soin. Les parois du chauffoir doivent être enduits de plâtre que l'on peut désinfecter facilement par badigeonnage avec une bouillie cuivrique. Les murs percés de lucarnes qui peuvent être obturées par des volets que l'on peut faire fonctionner de l'intérieur. Le sol sera dallé aux endroits des chantiers et sablé aux endroits où on roule les fûts. La source de chaleur devra être à l'extérieur afin d'éviter les poussières et les allées et venues; le chauffage se fera soit par la vapeur, l'eau chaude ou simplement l'air chaud. Il est aussi important de munir le chauffoir d'un ventilateur qui permettra d'enlever l'acide carbonique, et la fermentation terminée de refroidir le local pendant l'hiver en faisant aspiration sur l'air extérieur. Dans ces conditions le vin ayant terminé sa fermentation complémentaire se

dépouillera par l'abaissement de température et l'hiver passé pourra être mis dans la cave de garde. R. M.

Industries des produits animaux

La fabrication de la margarine. — (*Corps gras industriels*, 1^{er} janvier 1902).

Pour donner à la margarine le goût et l'arome du beurre, M. Poppe a imaginé le procédé suivant, basé sur ce fait que cet arôme est dû à la présence des acides gras volatils et en particulier à l'acide butyrique, sans que cependant celui-ci ajouté directement dans la margarine n'influe sur son goût. Aussi l'auteur a eu l'idée d'isoler les acides gras d'une certaine quantité de beurre, et de les ajouter, durant le cours de travail, à une quantité correspondante de margarine. Ces acides disparaissent à peu près dans la suite du traitement, non sans laisser au beurre artificiel cet arôme qui caractérise le beurre naturel. LÉVI.

La science du savonnier. — (*The oil and colourman's journal*, janvier 1902).

Un autre article a trait aux combinaisons de la glycérine avec les différents acides gras ainsi qu'à la décomposition, c'est-à-dire la saponification des corps gras. Un tableau annexé indique, pour cent, les quantités d'alcali, potasse ou soude, nécessaires pour saponifier les principales matières grasses connues. Selon l'auteur la décomposition de ces corps se fait en trois phases dans lesquelles il se forme successivement, des diglycérides, puis des monoglycérides et enfin la glycérine d'une part et les acides gras de l'autre. L.

Les bougies. — (*The oil and colourman's journal*, janvier 1902).

M. Georges Hust dans son étude sur les bougies continue et termine son article sur les mèches et leur fabrication. L.

Préparation d'un charbon à grand pouvoir décolorant. — (*Chem. Z.* 1901, n° 99).

On traite des substances végétales ou animales par des solutions aqueuses de chlorure de calcium, de chlorure de magnésium ou autres chlorures. Après distillation sèche à l'abri de l'air le charbon est lavé à l'eau puis à l'acide chlorhydrique et encore une fois à l'eau et enfin séché (Brevet anglais 14224 du 8 août 1900. R. Ostrejko, Suthuny, Russie). L. B.

Sur l'influence du sel marin dans la saponification. — C. STIEPEL, *Seifenfabrikant*, 21. 1901. 933 (*Extrait du Ztsch. ang. Ch.*).

Si une solution de carbonate de soude est bouillie avec un excès d'acide gras, il y a dégagement d'acide carbonique. Si ensuite on ajoute de petites quantités de sel marin, le dégagement se renouvelle. L'auteur explique ce fait par un état d'équilibre entre carbonate, acide gras et savon; l'addition de sel rompt cet équilibre par suite de la

tendance du savon à se séparer, et provoque la formation d'une nouvelle quantité de savon, d'où dégagement gazeux.

Succédané des graisses animales. — (*Les corps gras industriels*, 15 janvier 1902).

Il résulterait des récents essais sur l'extrait de la noix de coco, ou palmine que celle-ci pourrait prendre le pas sur les diverses graisses animales, par suite de sa plus haute teneur en graisse, 99, 93 pour cent. L.

Comment on peut reconnaître par des moyens chimiques si une bière a été pasteurisée. — A. BAU (*Woch. f. Braue*) p. 44, 1902.

Il est quelquefois intéressant de savoir si une bière a été pasteurisée, et le plus souvent la bouteille ne porte pas de traces qui permettent de conclure. L'auteur pour cette détermination se base sur la présence de la sucrase qui a diffusé des cellules de levures dans la bière pendant la fabrication. 20 cc. de la bière à examiner sont mélangés à 20 cc. d'une solution de saccharose à 20 0/0 puis on fait digérer pendant 24 heures à la température ordinaire. On fait une expérience semblable avec de la bière que l'on a fait bouillir pour détruire la sucrase. Dans ces deux cas on décolore par 0 cc. 5 d'acétate de plomb et on étend à 50 cc.; on filtre et on observe au polarimètre, s'il y a une différence c'est que la sucrase n'a pas été détruite. Or l'auteur a montré que la sucrase était presque toujours tuée à la température de 57° C. Or si la bière en contient encore c'est qu'elle n'a pas été pasteurisée. R. M.

Métallurgie

Sur l'état du silicium dans les fontes et ferrosilicium à faible teneur. — P. LEBEAU (*Bull. Soc. chim.*, t. 27, p. 39).

Les fontes silicieuses renferment tout le silicium à l'état combiné sous forme de silicium Si Fe². Ce composé étant très soluble dans un excès de fer donne facilement une masse homogène, et ne peut apparaître à l'état isolé dans les produits siliciés que lorsqu'il est en proportion supérieure à celle que devra renfermer sa solution saturée dans le fer vers son point de solidification. O. B.

Action de quelques réactifs sur le silicium amorphe. — P. LEBEAU (*Bull. Soc., chim.*, t. 27, p. 42).

Voici les résultats obtenus :

Nature du réactif	Poids Si employé	Poids Si retrouvé	
		dans l'air libre	dans courant de CO ²
	gr.	gr.	gr.
Solution CuCl ² à 10 0/0.....	0,200	0,203	0,2004
Solution SO ⁴ Cu à 10 0/0.....	0,200	0,2002	0,2012
Solution CuCl ² + AzH ⁴ Cl à 10 0/0..	0,200	0,1996	0,2008
Solution CuCl ² + KCl à 10 0/0....	0,200	0,2015	0,1998
AzO ³ H étendu de son volume d'eau.	0,302	0,3015	»
Solution acide chromique à 10 0/0 ..	0,2372	0,2363	»
Solution Fe ² Cl ⁶ à 10 0/0.....	0,3135	0,3133	»
Solution FeCl ³ à 10 0/0.....	0,229	0,2296	»

La résistance du silicium, même très divisé, aux réactifs

employés généralement pour l'attaque des fontes et aciers est nettement établie. O. B.

Cémentation de fer par le silicium. — P. LEBEAU (*Bull. Soc. chim.*, t. 27, p. 44)

Si l'on chauffe un mélange intime de fer réduit et de silicium très divisé à 950° dans le vide ou dans un courant d'hydrogène, la combinaison s'effectue entre ces deux éléments à une température très éloignée de celle de leur fusion. O. B.

Sur les alliages d'aluminium et de magnésium. — O. BOUDOUARD (*Bull. Soc. chim.*, t. 27, p. 45)

En utilisant les données fournies d'une part par la métallographie microscopique, d'autre part par les méthodes chimiques, l'auteur a pu confirmer celles fournies par l'étude de la fusibilité des alliages. Par l'emploi de réactifs convenables, il a pu isoler les combinaisons définies Al^2Mg , $AlMg$ et Al^3Mg (voir *Bull. Soc. Encouragement*, décembre 1901). O. B.

Les propriétés des aciers coulés. — J. O. ARNOLD (*The Metallographist*, 1902, p. 2)

Mémoire très long dans lequel sont étudiées : 1° l'influence de la composition chimique et du recuit sur les propriétés mécaniques et les microstructures des aciers coulés ; 2° l'influence mécanique des variations dans les poids spécifiques de ces aciers ; 3° la différence des résultats obtenus au creuset ou au Siemens-Martin ; 4° l'influence de la masse, c'est-à-dire la différence entre les propriétés des grandes et des petites coulées ; 5° l'influence du traitement thermique sur les aciers recuits ou non ; 6° l'influence de la trempe à l'huile ; 7° l'influence du silicium et du manganèse sur la chaleur de récalescence au point Ar_1 dans le but d'obtenir des renseignements sur la formation de carbures doubles ou triples ; 8° les propriétés relatives des aciers recuits et des mêmes métaux après forgeage.

Le fer pur et l'acier carburé ne conviennent pas pour les usages auxquels les ingénieurs destinent l'acier coulé. La ductilité obtenue est parfaite, mais la ténacité correspondante n'est pas suffisante ; de tels métaux peuvent cependant acquérir la ténacité requise, mais aux dépens de la ductilité qui disparaît presque complètement. Ainsi donc, le fer presque pur n'offre qu'un intérêt médiocre au point de vue industriel. Néanmoins il forme la base sur laquelle l'influence mécanique du silicium et du manganèse peut être étudiée scientifiquement. O. B.

Alliages de cuivre et de fer. — J.-E. STEAD (*The Metallographist*, 1902, p. 25)

Ces alliages peuvent être classés en trois sections : 1° alliages contenant 97,2 de cuivre et 0 à 2,73 de fer pour 100 ; 2° alliages compris entre les limites suivantes : 2,73 fer et 97,2 cuivre — 92 fer et 8 cuivre ; 3° alliages contenant de 0 à 8 pour 100 de cuivre.

La présence du carbone limite la quantité de cuivre pouvant être alliée au fer (maximum de 7,5 0/0 pour les fontes grises contenant 3 0/0 silicium ; maximum de 15 0/0 pour les aciers à 1 0/0 carbone). Le cuivre dans la fonte ne semble pas avoir d'influence en retenant le carbone sous la forme combinée, ou en causant une séparation de graphite. L'étude micrographique montre que le cuivre retarde la formation de la perlite. O. B.

Trempe des alliages de cuivre et d'étain. — C. T. HEYCOCK et F.-H. NEVILLE (*The Metallographist*, 1902, p. 41).

Les auteurs ont déterminé les courbes de refroidissement de ces alliages par une méthode d'enregistrement photographique, et ont examiné, au point de vue microscopique, les alliages trempés. Ils ne croient pas pouvoir affirmer l'existence de la combinaison définie Cu^3Sn . O. B.

Cristallisation produite dans les métaux solides par la pression. — W. CAMPBELL (*The Metallographist*, 1902, p. 57.)

Trois microphotographies jointes au mémoire permettent de voir la différence de structure produite par le martelage sur l'étain ; mais la modification n'est que superficielle. O. B.

Grillage des minerais de fer en vue de la métallurgie. — L. FABRE (*Bulletin de l'Association de l'Ecole d'Ingénieurs de Marseille*, février 1902).

L'auteur passe en revue le grillage en tas, en stalles, en kilns, dont il donne divers modèles en usage dans l'industrie sidérurgique et termine par le grillage au moyen du combustible gazeux.

La production du mercure dans le monde industriel (*Journal of the Society of Chemical Industry*, 1901).

Les sources importantes de production sont à Almaden (Espagne) Huancavelica (Perou), dans l'Idria, à Kotterback et à Dobschan (Hongrie) à Monte Annata (Toscane), à Comachino et à Montebuono, à Nikitwdka, district de Bachmunt (Russie) : les mines de la Napo consolidated Quicksilver Mining Company New Almaden, à New-Idira, à Altoona et à Etna (Californie), le district minier de Terlingna (Texas).

La Chine, le Japon, le Chili, le Perou et le Mexique exploitent le mercure sur une échelle qu'il est difficile d'évaluer.

Une hausse très sensible s'est fait sentir sur le mercure en 1899 et ces prix ont été les plus élevés qu'on ait relevés depuis 1890.

Applications de la physique à la chimie industrielle

Le développement de l'industrie du Carborundum.

— *Minerals Resources of U. S. — Mines and Minerals*, 1902, janvier, p. 245.

L'industrie du carborundum a fait en Amérique de remarquables progrès, le corps fut découvert par M. A. G. Acheson (Monou gateula, Pa) alors qu'il conduisait une série d'expériences en vue de trouver une nouvelle matière apte à polir le diamant. Le carborundum est composé de 32 0/0 de carbone et de 68 0/0 de silicium. Tel qu'il sort du four, il est à l'état de cristaux noirs d'un très grand éclat et d'une dureté extraordinaire. On l'essaie sous des meules en grains de différentes dimensions, on le lave à l'acide et à l'eau pour éliminer les matières solubles, on le tamise pour l'avoir d'une finesse uniforme.

Le premier usage du carborundum a été fait par les lapidaires qui s'en servaient à la place de poudre de diamant, mais depuis lors on l'emploie comme matière polisseuse et on en fait des pierres à aiguiser des meules et autres objets. Le prix a considérablement diminué et on peut actuellement acheter le carborundum à 250 fr. la tonne. Au début de sa fabrication en 1893, alors que la production quotidienne ne s'élevait qu'à 93 gr. 31 et n'était vendue — comme article commercial — qu'aux chaudronniers sur cuivre et aux lapidaires, le prix oscilla de 18 fr. 75 à 2 fr. 50 le kilo. A la fin de 1894, après l'agrandissement des usines de la compagnie et le développement de l'industrie, on était arrivé à produire 37 t. 241 kilos de carborundum. En 1895, l'on construisait la fabrique du Niagara Falls : en 1896, on y travaillait avec une énergie électrique de 1.000 chevaux. En 1898, on arrive à utiliser 2.000 chevaux et la compagnie d'exploitation voit sa production s'élever en 1899 à 650 tonnes de carborundum qui est vendu à raison de 1 fr. 20 le kilo. En 1900 la production arrive à 896 tonnes 900. L. F.

La Fabrication du Carborundum aux Chutes du Niagara, par S. NUSSBAUM (*Revue générale de Chimie Pure et appliquée*, 1901, Paris).

Description complète de la fabrication et du four Acheson. Confection, moulage des objets en carborundum L. F.

Le four électrique en métallurgie. — (*Journal de l'électrolyse*, 1^{er} janvier 1902).

On sait avec quelle activité sont poussées actuellement les recherches sur le traitement des différents minerais et métaux au four électrique. M. Pitaval étudie l'utilisation industrielle du courant à la production des alliages métalliques, tels que ferromanganèse, ferrotungstène, ferrotitane dont l'emploi se généralise dans la fabrication des différents aciers. L.

Chimie analytique

Sur le dosage colorimétrique de l'acide azotique. — H. NOLL (*Ztschr. ang. Ch.*, 31 décembre 1901).

L'auteur passe en revue les différents procédés existants, puis décrit le sien. Il traite la solution étendue par une dissolution de 0 gr. 05 de brucine dans 20 cm³ d'acide

sulfurique de densité 1.840 et compare la teinte obtenue au colorimètre avec une solution de richesse connue traitée dans les mêmes conditions. L. B.

Dosage du potassium. — (*Reichard Chem. Z.*, 1901, n° 102).

L'auteur a étudié le dosage à l'état de picrate de potasse qui ne se dissout que dans 260 fois son poids d'eau à 15°.

Il dissout le sel à doser dans aussi peu d'eau que possible ; fait bouillir et verse une solution bouillante d'acide picrique en quantité nécessaire. Après refroidissement on laisse le précipité reposer quelques heures. Par ce moyen il se présente à l'état cristallisé. On décante le liquide sur un filtre et on lave par de petites quantités d'eau. Après dessiccation du filtre on ajoute le peu d'aiguilles obtenues à la masse du picrate. Ces aiguilles, selon l'auteur, se détachent très facilement du filtre. Le picrate est séché dans la capsule où il a été précipité, et pesé. L'auteur a traité de cette manière 0 gr. 2525 de nitrate de potasse pur.

Obtenu 0.09626 gr.

Calculé 0.0975 gr.

L. B.

Sur la détermination du titre des solutions de permanganate. — HERMANN THIELE et H. DECKERT, (*Ztschr. ang. Ch.*, 3 décembre 1901).

Les auteurs ont comparé les valeurs obtenues en titrant soit à l'acide oxalique soit avec différentes variétés de fer. Le résultat des expériences est que l'acide oxalique donne des résultats suffisants en pratique, tandis qu'avec le fer on obtient des erreurs pouvant atteindre 1 0/0. L. B.

Dosage du silicium dans l'aluminium. — M. HANS GOLDSCHMIDT (*Zeitschrift für Electrochemie*, 1902, n° 8/123).

L'aluminium du commerce contient généralement 1/2 0/0 de silicium provenant toujours des matières premières employées à sa fabrication. En effet, les alumines contiennent ordinairement 0,18 0/0 SiO₂, et la cryolithe artificielle 0,2 0/0 SiO. D'autre part, le charbon des anodes contient toujours lui-même un peu de silicium. Seule, la Réduction C^o de Pittsburg livre de l'aluminium très pur, ne contenant que 0,1 à 0,2 0/0 de silicium et même quelquefois moins, ainsi que l'auteur a pu le constater.

Les méthodes de Moissan, de Haber et Geipert pour le dosage du silicium dans l'aluminium donnent des résultats trop faibles, une partie du silicium étant entraînée à l'état d'hydrogène silicié, lors de l'attaque du métal par l'acide chlorhydrique. Wöhler et Buff avaient déjà fait cette remarque ; l'auteur a vérifié les assertions de ces deux savants, en faisant passer l'hydrogène dans un tube de Marsh et il a reconnu qu'il se formait à la partie chauffée du tube, un dépôt brun de silicium amorphe.

Pour éviter toute perte de silicium, il recommande d'opérer la dissolution de l'aluminium en présence d'un léger excès de brome. M. L.

Détermination quantitative et qualitative de traces d'antimoine en présence de fortes proportions d'arsenic. — M. G. DENIGÈS (Académie des Sciences, 1901).

L'auteur propose deux méthodes : La première consiste à placer dans une capsule de platine la solution antimonée, puis à introduire une lame d'étain touchant le platine au moins par son extrémité immergée. Au bout d'un temps plus ou moins long dépendant de la dilution de la liqueur il se forme sur le platine une tache brune d'antimoine. Cette réaction est sensible au 1/1000 de milligramme ; tandis qu'avec l'arsenic on n'obtient aucun dépôt lorsque la quantité de ce métalloïde ne dépasse pas 3 milligrammes par centimètre cube.

La deuxième méthode est basée sur la formation des cristaux d'iodure double de césium et d'antimoine. On ajoute à la solution du composé antimoné dans HCl au quart ou dans SO_4H^2 au 1/10, une liqueur faite avec 1 gr. de KI, 3 gr. de chlorure de césium dans 10 cc. d'eau. En déposant sur une gouttelette de ce réactif une gouttelette de la liqueur antimonée, on obtient au bout d'une ou deux minutes des lamelles microscopiques jaunes ou grenat. Cette réaction permet de déceler 1/10000 de milligramme d'antimoine en solution sulfurique. L. F.

Dosage du silicium dans les ferrosiliciums à haute teneur au moyen du peroxyde de sodium. — M. le Dr CHARLES RAMONNO (*Moniteur Quesneville*, janvier 1902).

On traite 0,500 gr. de ferrosilicium bien porphyrisé avec 10 gr. du mélange (carbonates de sodium et de potassium) avec 1 gr. de peroxyde de sodium en poudre. On chauffe lentement avec le chalumeau et la désagrégation est complète en peu de temps. On laisse refroidir sur une plaque d'acier poli. On traite dans une capsule de porcelaine avec eau bouillante et après avec de l'acide chlorhydrique étendu. On lave bien le creuset de platine, on porte à siccité au bain-marie après addition de 10 cc. d'acide nitrique et 2 gr. de chlorate de potassium. On chauffe enfin à l'étuve à air à 110° C. On reprend avec 20 cc. d'acide chlorhydrique pur et 200 cc. d'eau distillée : on fait bouillir, on filtre à la trompe et on lave à l'eau chaude, on sèche, on calcine à la moufle, en creuset de platine. On a la silice parfaitement blanche $\text{SiO}_2 \times 0,46667 = \text{silicium}$. Dans la liqueur filtrée on peut doser le manganèse volumétriquement au permanganate et dans un autre dosage le soufre, avec la solution de chlorure de baryum. L. F.

Sur la séparation du fer. — P. NICOLARDOT (Académie des Sciences, 1901 octobre).

Maintenu à 125° le chlorure ferrique arrive à un poids constant sans perte de poids et forme une combinaison complexe dont le sulfate est insoluble. On applique ainsi cette méthode. Le composé à analyser (alliage) est dissout dans l'eau égale : la solution est évaporée à sec en présence de HCl pour chasser zO^3H et portée ensuite à 125° pendant

4 heures. Les différentes données (temps, dilution, etc.) correspondent à 1 gr. de fer. On fait passer avec de l'eau le contenu dans un ballon et l'on étend à 300 cc. On porte à l'ébullition et l'on ajoute 1 gr. environ de sulfate d'ammonium. Au bout d'un quart d'heure d'ébullition on retire le ballon, on laisse le précipité se rassembler et l'on filtre sans arrêt sur un filtre serré (le précipité étant très tenu). D'autres sels précipitent ainsi que le fer dans les mêmes conditions (Sélénates, phosphates, arsénates, vanadates, molybdates). L. F.

La chaleur de combustion appliquée à l'analyse des huiles et les chaleurs de combustion de quelques huiles de commerce, par MM. H. C. SHERMAN et J. F. SNELL (*Journal of the American Chemical Society*, p. 164).

Les chaleurs de combustion sont déterminées au moyen de la bombe calorimétrique d'Atwater Blakeslee. L. F.

Analyse des cuivres et des mattes industrielles. — P. TRUCHOT (*Ann. chim. Analyt.*, janvier et février 1902, p. 1).

Très long et très intéressant article que le résumé ci-dessous pourra faire apprécier.

Echantillonnage. — Limaille ou copeaux privés de fer par l'aimant et de graisse par l'éther.

Attaque. — Sur 10 grammes par 50 cc. acide nitrique à 36°, 10cc. acide sulfurique à 53° et un peu d'eau. Destruction du soufre par le brome, évaporation à sec au bain de sable.

Dissolution. — Dans l'eau sulfurique, filtration et séparation de SnO_2 , Sb_2O_3 , PbSO_4 .

Dosage du plomb. — On traite le précipité à chaud par une solution d'acétate d'ammoniaque saturée, on filtre, on ajoute de l'acide nitrique et l'on électrolyse. On pèse PbO_2 .

Dosage du cuivre. — On électrolyse la solution séparée des oxydes et du sulfate de plomb. Il y a lieu de déduire l'argent, dosé d'autre part.

Dosage du fer. — La liqueur privée de cuivre est évaporée à sec, reprise par HCl, traitée à chaud par H_2S , filtrée puis peroxydée par le brome. Dans la solution on précipite le fer par l'acétate de soude pour séparer du Mn, Co, Ni, Zn.

Dosage du zinc. — Par précipitation dans cette dernière liqueur en solution très légèrement acétique par l'hydrogène sulfuré.

Dosage du manganèse. — Dans la solution séparée du zinc on précipite le manganèse à l'état de phosphate ammoniacomanganeux en ajoutant à la solution de l'ammoniaque et du phosphate d'ammoniaque.

Dosage du nickel et du cobalt. — Par électrolyse de la solution séparée du manganèse. Séparation des deux métaux par le nitrite de potassium.

Dosage du sélénium et du tellure. — Sur 100 gr. traités par AzO^3H en présence d'un sel de fer ; on rend ammoniacal ; l'hydrate ferrique entraîne le sélénium et le tellure en même temps que l'arsenic et le phosphore ; on filtre et lave

puis redissout dans les moins possible d'acide chlorhydrique et précipite par l'hydrogène sulfuré. Les sulfures digérés avec du sulfure de sodium sont filtrés ; la solution contenant le sélénium et le tellure est évaporée à sec, on chasse l'acide nitrique au moyen d'un excès d'acide chlorhydrique et l'on sépare le sélénium par SO_2 à froid, puis le tellure après filtration par SO_2 à chaud en liqueur plus diluée.

Dosage du phosphore. — Dans le liquide séparé des sulfures après le traitement à l'hydrogène sulfuré, on fait passer de nouveau H_2S à chaud, on filtre, fait bouillir puis précipite le phosphore à l'état de phosphate ferrique en ajoutant un peu de perchlorure de fer et rendant alcalin par CaCo_3 . Le phosphate est redissous dans HO^3H et précipité par le molybdate.

Dosage du soufre. — Attaqué par AzO^3H puis brome.

Dosage de l'or. — Dans l'insoluble, par AzO^3H .

Dosage de l'argent. — Par précipitation à l'état de chlorure d'une solution nitrique puis coupellation.

Considérations sur la séparation de l'arsenic et de l'antimoine. — L. BARTHE (*Journ. Pharm.*, février 1902, p. 104).

Examen critique des méthodes d'analyse employées pour effectuer cette séparation délicate. Dans cette critique, M. Barthe fait remarquer combien il est difficile, sinon impossible d'opérer avec exactitude quand on ne possède que de très petites quantités de précipité, l'attaque des sulfures mélangés par l'eau régale ou par le chlorate de potasse et l'acide chlorhydrique entraînant toujours des pertes des deux corps. De plus la précipitation à l'état d'arséniate ammoniaco-magnésien ne peut pas être tout à fait exacte, ce corps étant un peu trop soluble (Frésenius, Ducru) ; le dosage de l'antimoine ne peut donc pas être fait exactement par différence.

Pour terminer l'auteur renvoie aux travaux complets de M. Denigès sur cette question.

Sur le titrage de différents métaux par le chlorure stanneux. — F. WEIL (*Ann. Ch. Analyt.*, février 1902, p. 53).

Modification destinée à opérer à froid afin d'éviter le dégagement désagréable de gaz chlorhydrique. Il suffit d'ajouter au liquide quelques fragments de marbre blanc ; l'acide carbonique empêche la réoxydation à l'air des solutions ; il est nécessaire d'employer une quantité d'acide chlorhydrique un peu plus forte.

Destruction des matières organiques pour la recherche du phosphore, de l'arsenic et des métaux toxiques. — G. MEILLIÈRE (*Journ. Pharm.*, février 1902, p. 67).

L'auteur a combiné l'action des méthodes préconisées par MM. A. Gautier et G. Pouchet pour obtenir une destruction totale et rapide des matières organiques.

On désagrège en chauffant 250 gr. d'organe dans une

capsule de 3 à 4 litres avec 100 cc. d'un mélange oxydant (100 cc. d'acide sulfurique et 400 cc. d'acide nitrique) et de 5 gr. de sulfate de potasse, puis après liquéfaction complète on continue à chauffer en laissant tomber au moyen d'un entonnoir à robinet 200 cc. à l'heure du mélange sulfanitique.

On peut ainsi obtenir la destruction complète en deux heures.

Pour doser séparément le phosphore ou le chlore on détruit la matière organique par l'acide nitrique fumant additionné de 1 0/0 de nitrate d'argent. Le chlore est précipité à l'état de chlorure d'argent qui est séparé par filtration et pesé, puis la liqueur privée d'argent par l'acide chlorhydrique est précipitée par le nitromolybdate d'ammoniaque.

Dosage de l'amidon dans les graines de céréales.

LINDET, *Ann. chim. analyt.* (février 1902, p. 41).

Ce procédé est basé sur le principe suivant :

Si à des grains concassés on ajoute une solution de pepsine légèrement chlorhydrique et qu'on laisse digérer à 40-50° le gluten est dissous et on peut recueillir l'amidon. En pratique, on opère sur 10 gr. de grains que l'on recouvre d'une solution renfermant 1 cc. 5 d'acide chlorhydrique pour 100 et 2 pour 100 de pepsine en pâte. On abandonne à 40-50° pendant 24 heures puis l'on jette sur une soie de bluterie n° 100 et l'on traite à l'eau comme pour faire un dosage de gluten. Les eaux contenant l'amidon sont recueillies dans une fiole conique de 500 cc. où il se forme un dépôt, on siphonne, puis lave plusieurs fois avec de l'eau renfermant du formol, en attendant 12 heures au moins avant chaque décantation.

L'amidon recueilli est saccharifié par l'acide sulfurique à 0,25 ou 1 pour 100 en chauffant 1 heure à 110° ; on dose d'une part le glucose par la liqueur de Fehling et d'autre part la dextrine par polarisation.

On prendra comme chiffre de déviation 52°5 pour le glucose et 195° pour la dextrine.

Sur l'analyse des poivres. — G. A. LE ROY, *Ann. chim. analyt.* (fév. 1902, p. 48).

L'auteur recommande l'emploi du réactif phosphogluco-glucique qu'il a employé il y a quelques années pour la recherche de la sciure de bois dans les farines pour différencier le poivre pur du poivre falsifié par les grignons d'olives.

P. MEYER.

Recherche de l'acide benzoïque et des benzoates alcalins dans les matières alimentaires. — J. DE BREVANS, *Ann. chim. analyt.* (fév. 1902, p. 43).

La solution aqueuse de la matière est filtrée, acidulée par l'acide sulfurique et épuisée par un mélange d'éther et d'éther de pétrole.

Après évaporation, on peut avoir : acide benzoïque, acide salicylique, saccharine.

On élimine les deux derniers : 1° par le perchlorure de

fer; 2° par la saveur, et l'on recherche l'acide benzoïque par ses caractères particuliers : volatilité, odeur, etc., et surtout par la formation de bleu d'aniline en chauffant vers 180° pendant 20 minutes une trace de la matière suspecte avec un demi-centimètre cube d'aniline contenant en dissolution 0 gr. 020 de chlorhydrate de rosaniline pour 100 cc. Cette réaction est caractéristique.

Note sur l'analyse des cires. — *Les corps gras industriels* (15 janvier 1902).

Si dans une cire d'abeille la quantité d'acides libres est supérieure à 0 gr. 020 de potasse par gramme de cire et le chiffre des acides combinés supérieur à 0 gr. 074, on peut conclure que la cire renferme des impuretés, comme la paraffine, la résine, l'acide stéarique. M. F. Jean indique une méthode pour doser un mélange d'acide stéarique et de résine. Dans ce but, on traite 1 gramme de cire par l'alcool à 80° Gay Lussac, on chauffe jusqu'à fusion de la cire, on agite et on laisse refroidir, on filtre ensuite. On lave le résidu qui se compose de la cire, du suif et de la paraffine jusqu'à cessation d'acidité. Le poids du filtre taré, indique la quantité de ces diverses matières, la différence sur un gramme indique le poids total d'acide stéarique et de résine, on évapore la presque totalité de l'alcool du liquide filtré, on reprend le restant par l'éther, on ajoute ensuite de l'oxyde de zinc, on précipite ainsi le stéarate de zinc, on filtre, on lave le résidu à l'éther, et on agite la solution éthérée filtrée avec de l'acide chlorhydrique étendu, afin de décomposer le résinate de zinc. On ajoute de l'éther de pétrole, il se forme deux couches, celle supérieure est écoulée sur une capsule et séchée à 100°. On obtient ainsi le poids de la résine, poids qu'on corrige en ajoutant 1,6 pour cent. Il est facile ensuite de calculer le poids d'acide stéarique.

L.

Procédé d'analyse rapide des graisses consistantes, par LECOQ et VANDERVOORT (*Bull. Ass. Belge des chim.*, déc. 1901).

Dosage de l'eau. — Chauffer à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant.

Dosage des savons calcaires. — Délayer 3 gr. de matière avec un peu d'éther de pétrole dans un entonnoir à décantation. Ajouter HCl dilué pour décomposer les savons, puis de l'eau et du sel marin à saturation pour faciliter la séparation de la liqueur éthérée tenant en dissolution les acides gras, les glycérides et l'huile minérale. Laver trois ou quatre fois à l'eau. On étend la solution éthérée à 200 cc. et on prélève 100 cc. pour le dosage des acides gras par la soude normale (phénolphtaléine) : 1 cc. soude normale = 282 milligrammes d'acide oléique, le savon de chaux sera représenté par la quantité d'acide oléique multipliée par 1,0673.

Dosage des huiles minérales et graisses neutres. — 100 cc. de la solution éthérée sont évaporés au bain-marie dans une capsule de platine tarée, puis séchés à l'étuve à 100° et pesés, on aura ainsi le poids des huiles minérales, glycérides et acides gras. Au résidu de l'évaporation on ajoute

de l'éther de pétrole et 10 cc. d'une solution de potasse alcoolique titrée; saponifier 1/4 d'heure au bain-marie et titrer l'excès de potasse avec de l'HCl. Si l'on retranche la potasse ayant servi à neutraliser les acides gras provenant des savons on aura la quantité de potasse correspondant à la saponification des huiles végétales ou animales ce qui permettra de déduire les glycérides.

Dosage de la chaux libre. — 2 grammes de matière sont incinérés; on dose la chaux dans le résidu après avoir séparé le fer et l'alumine. Si l'on en déduit la chaux combinée à l'acide oléique on a la chaux libre.

Il est bon de faire remarquer à ce sujet que l'on peut considérer comme graisse très consistantes celles qui renferment 20 à 25 0/0 d'oléate de chaux et comme peu consistantes celles qui en renferment seulement 10 à 15 0/0.

R. M.

Procédé rapide de dosage des acides solubles du beurre, par L. VANDAM (*Bull. Ass. Belge des chim.*, déc. 1901).

Principe du procédé. — La solution alcoolique de savon provenant de la saponification de 5 gr. de beurre est amenée à un volume déterminé. Toute la potasse existant dans ce volume soit à l'état libre, soit à l'état de savons est neutralisée exactement par un volume défini de SO_4H^2 dilué. Dans ces conditions les acides gras solubles et insolubles du beurre sont mis en liberté en présence d'un liquide neutre. On filtre pour séparer les acides solubles des insolubles et l'on dose par la soude décimale les acides solubles d'un volume déterminé. On ramène par le calcul à 5 gr. de beurre (Suit le mode opératoire et des tableaux de comparaison).

R. M.

Sur la réglementation et le dosage de l'acide sulfureux contenu dans les vins, par J. LABORDE (*Rev. de Vitic.*, janvier 1902).

R. M.

BREVETS D'INVENTION

ANALYSE ET SOMMAIRES DES BREVETS D'INVENTION
LES PLUS RÉCEMMENT DÉLIVRÉS.

Divers

- 314 241. — 14 septembre 1901. — Maiche. — Nouveau système d'enveloppe permettant de régulariser l'évaporation des produits volatils destinés à parfumer, à assainir l'air ou à détruire les insectes nuisibles.
- 314 480. — 23 septembre 1901. — Tirmann. — Machine servant à fondre les douilles de fusée.
- 314 620. — 1^{er} octobre 1901. — Plath. — Appareil éleveur de liquide à fonctionnement automatique.
- 314 500. — 5 juin 1901. — Traube et Anderssen. — Procédé et dispositif pour la fermeture hermétique des récipients.

Le directeur-gérant : Bernard TIGNOL.

LAVAL. — IMPRIMERIE PARISIENNE, L. BARNÉOUD & C^{ie}.

OFFRES ET DEMANDES

Usine chaux hydrauliques et ciments naturels en fonctionnement et donnant des produits déjà connus sur la place pourrait être acquise ou louée dans d'excellentes conditions. — S'adresser à M. P. BRUNIE, Ingénieur E.C.P. 101 rue de Mostaganem, Oran (Algérie).

Le nouveau propriétaire d'une **usine hydraulique** de 16 à 20 chevaux, située dans chef-lieu Sud-Ouest, à usage tannerie et vernisserie, installation et outillage mécanique complets, pouvant marcher de suite, ayant eu nombreuse clientèle, louerait ou, au besoin, s'associerait avec industriel de sa partie. — S'adresser Ferdinand JEAN, faubourg Saint-Denis, 17.

Un négociant, résidant en Extrême-Orient, désirerait mettre 40 mille francs dans une affaire de fabrication de bière, de société avec un industriel ayant la pratique de cette industrie, et pouvant apporter le complément du capital requis. Débouchés certains, bénéfices assurés. Ecrire au *Bureau du Journal*.

A vendre au comptant sans intermédiaire, machine à glace R. Picet, 15 kil. à l'heure. — Machine achetée en 1900, n'a marché qu'un mois. — Pour la France sera vendue franco Paris. — L. Maisonnier, Wiatskala Oulitza n°s 71-73. — Boutirky, Moscou, Russie.

Ingénieur-Chimiste, depuis 4 ans dans grande industrie relative aux divers matériaux de construction, cherche utilisation de ses connaissances sur installation, fabrication, contrôle, dans industrie similaire. France ou étranger. Ecrire *F. Gay*, 14, rue des Chartreux (Lyon).

Jeune homme, ancien élève Ecole industrielle, 19 ans, dispensé service militaire, très bonnes références, apte à se mettre au courant industrie quelconque (connaît dessin et électricité) cherche situation d'avenir. S'adresser à M.-E. Pozzi-Escot, chimiste, Malzéville (M.-et-M.).

BELGIQUE. — **Fabrication de céreuse**, procédé hollandais en pleine activité, à remettre en Belgique, marque estimée, grande production, vente facile, exportation. — Ecrire A. F. Z. Office de publicité. Bruxelles.

RECETTES UTILES

Préparation du papier transparent

Pour donner au papier la transparence du verre, on prend du papier de chiffon, mince, bien homogène, et on le fait tremper pendant quatre jours dans une dissolution limpide de benzyne ou benzoline, gomme dammara, gomme résine et caoutchouc en parties égales. Au bout de ce temps, le papier est séché lentement.

Teinture de la mousse

Pour teindre la mousse, on jette dans deux litres d'eau bouillante 16 centigrammes d'acide picrique (amer indigo), on ajoute ensuite du carmin d'indigo en proportion variable, suivant la teinte verte que l'on veut obtenir. La mousse doit être plongée en petits paquets pendant une minute dans ce liquide. On n'en teint généralement que la partie supérieure. On fait sécher à l'air les petits paquets teints et on a de la mousse verte.

Pour détruire les verrues

Pendant huit jours, on fait macérer deux écorces de citrons dans 125 grammes de vinaigre concentré. Avec un pinceau trempé dans ce liquide, on badigeonne les verrues, matin et soir, et, au bout de quelques jours, on les détache sans effort.

Destruction des mauvaises herbes

Il suffit d'arroser avec du pétrole et elles ne tarderont pas à disparaître. Le gazon qui pousse entre les pavés d'une cour peut être extirpé de la même manière. Pour verser le pétrole, se servir d'un petit arrosoir.

Irisation du plâtre

On sait que certaines couleurs d'aniline se prêtent à de brillants effets de décoration, quand on soumet leurs laques à l'action du chlore. Ce procédé est breveté en Allemagne pour iriser les plumes d'autruches et autres.

On peut, d'après la *Sprech-Saal*, appliquer un procédé analogue pour donner les couleurs de l'irisation aux objets en plâtre, et on suit pour cela la marche suivante :

On enduit l'objet avec un vernis, qui est une solution de gomme laque dans l'alcool, jusqu'à ce que l'objet prenne une teinte brillante, mais il faut que le vernis soit assez fluide pour ne pas altérer la délicatesse des contours. La proportion qui conviendrait le mieux serait une partie de laque résine contre 10 d'alcool. Quand l'objet est sec, on applique le vernis suivant :

Violet de méthyle, 5 parties.

Gomme laque, 0,5.

Térébenthine de Venise, 0,5.

Alcool à 93°, 25.

Cette composition donne à l'objet une teinte cuivrée. Ceci fait, on le met dans une chambre munie de regards en verre pour pouvoir surveiller la teinte de l'opération, et on y introduit un plat contenant du chlorure de chaux, légèrement acidifié, pour que le dégagement du chlore soit lent et régulier. Sous l'influence des vapeurs de chlore, la couleur du cuivre tourne d'abord au rose, puis au rouge sombre, au vert clair, et enfin au vert jaunâtre. Le passage d'une coloration à l'autre arrive si rapidement qu'en deux minutes le cycle complet de ces transformations est accompli ; aussi, faut-il agir promptement pour arrêter l'action du chlore au point précis de la coloration que l'on veut obtenir. La couleur ainsi donnée est irisée ; il semble qu'elle se conserve longtemps.

Préparation du papier imperméable à l'eau

Rien n'est plus poreux et plus susceptible à s'imbiber que le papier et cependant il joue un grand rôle dans nombre d'emplois où l'humidification est des plus nuisibles, notamment pour les emballages des produits qui doivent aller au-delà des mers. Voici une formule qui permet de rendre le papier imperméable dans une très grande limite dont la préparation est tout à la fois aisée, peu coûteuse et la manipulation inoffensive. On mélange :

Eau de pluie 50 litres.

Acide acétique ou vinaigre . . . 2 kg. 500

Bichromate de potasse dissous . . 3 kg. 500

Ce liquide bien mélangé et bien remué, est versé dans un bassin plat, qui doit être autant que possible une auge en pierre ou en ciment ; on y passe le papier, feuille par feuille, de façon à le laisser bien s'imbiber, puis on le fait sécher sur des cordes ou des ficelles, comme le linge. Il est rendu imperméable, et le paquet enveloppé de ce papier supporte victorieusement la pluie sur les quais d'embarquement ou les embruns sur le pont d'un navire.



Essai sur une équation de dimension de la température, ses conséquences thermiques, ses corrélations avec les autres formes de l'énergie

PAR
P. JUPPONT
Ingénieur des Arts et Manufactures.
Un volume in-16, 97 pages. —
Prix : 2 fr. 50.

ENCYCLOPÉDIE DE L'AMATEUR PHOTOGRAPHE

Par MM. BRUNEL, CHAUX, FORESTIER et REYNER

TITRES DES VOLUMES

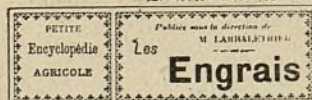
1. Choix du matériel. Installation du laboratoire.
 2. Le sujet. Mise au point. Temps de pose.
 3. Les clichés négatifs.
 4. Les épreuves positives.
 5. Les Insuccès et la Retouche.
 6. La Photographie en plein air.
 7. Le Portrait dans les appartements.
 8. Les Agrandissements et les Projections.
 9. Les Objectifs et la Stéréoscopie.
 10. La Photographie en couleurs.
- Chaque volume..... 2 fr.
La collection dans un élégant étui..... 20 fr.



Petite Encyclopédie d'Agriculture

Publiée sous la direction de M. A. LARBALETRIER, Professeur à l'École d'agriculture de Grand Jouan.

En 13 volumes illustrés, couverture en couleurs
TITRES DES VOLUMES



1. Les Engrais 1 50
2. Le Drainage 1 50
3. L'Elevage du Bétail 1 50
4. Le Jardinage. — Légumes et Fleurs 1 50
5. Le Lait, le Beurre et le Fromage 3 »
6. Constructions rurales, Machines agricoles. 1 50
7. Les Céréales et Fourrages. 1 50
8. Les Arbres Fruitières et la Vigne 3 »
9. Le Cidre et le Poiré 1 50
10. Les Volailles, Lapins et Abeilles 1 50
11. Conservation des aliments, fruits, légumes, viandes, etc 3 »
12. Distilleries agricoles. Fabrication de l'alcool 3 »

Cette nouvelle Encyclopédie Agricole est publiée sous la direction de M. A. Larbaletrier, le professeur agronome bien connu de nos lecteurs. Selon le sujet dont il traite, chaque volume est mis à la portée de l'agriculteur, du gentleman farmer ou du jardinier, il donne dans un format élégant et commode tous les renseignements dont ils peuvent avoir besoin journellement. — Cette collection aura sa place marquée dans la bibliothèque de la Ferme, du Château et de la Maison de campagne.

de la plupart des termes techniques
PAR MM.

A. M. VILLON

Ingénieur-Chimiste,
Professeur de technologie chimique.

P. GUICHARD

Membre de la Société chimique de Paris, ancien professeur de chimie à la Société industrielle d'Amiens

AVEC LA COLLABORATION D'UN GROUPE DE CHIMISTES ET D'INGÉNIEURS
Le Tome Ier (fascicules 1 à 12) se vend séparément 30 francs.
Le Tome II (fascicules 13 à 22) se vend séparément 25 francs.

- | | |
|--|------|
| 1 : Abaca à Acide azotique. — 46 figures. | 3 f. |
| 2 : Acide azotique — Acide phénique. — 62 figures. | 3 » |
| 3 : Acide phosphoreux — Acide sulfurique. — 75 figures | 3 » |
| 4 : Acide sulfurique — Air. — 44 figures. | 3 » |
| 5 : Air — Alliages. — 42 figures. | 3 » |
| 6 : Alliages — Amphibole. — 54 figures. | 3 » |
| 7 : Amphigène — Auramine. — 17 figures. | 3 » |
| 8 : Auramine — Bismuth. — 37 figures. | 3 » |
| 9 : Bismuth — Broggrite. — 27 figures. | 3 » |
| 10 : Brome — Caoutchouc. — 48 figures. | 3 » |
| 11 : Caoutchouc — Chlore. — 53 figures. | 3 » |
| 12 : Chlore — Chromates. — 50 figures. | 3 » |
| 13 : Chromates — Corps composés. — 26 figures. | 3 » |
| 14 : Corps composés — Dialyseurs. — 50 figures. | 3 » |
| 15 : Digestion — Eau. — 66 figures. | 3 » |
| 16 : Eau — Engrais. — 23 figures. | 3 » |
| 17 : Eponge — Explosifs. — 36 figures. | 3 » |
| 18 : Farines — Fer, etc. — 29 figures. | 3 » |
| 19 : Fermentation — Fromages, etc. — 54 figures. | 3 » |
| 20 : Gaïac. — Gaz d'éclairage. — 28 figures. | 2 » |
| 21 : Gaz. — Glucose. — 12 figures. | 2 » |
| 22 : Glucose. — Gypse. — 13 figures. | 2 » |
| 23 : Hallosyte. — Hydrotimétrie. — 14 figures. | 2 » |
| 24 : Hydrotimétrie. — Jaune. — 7 figures. | 2 » |
| 25 : Jaune. — Lin. — 15 figures. | 2 » |
| 26 : Linoléum. — Monazite. — 15 figures. | 2 » |
| 27 : Mordants. — Or. — 25 figures. | 2 » |
| 28 : Or. — Pain. — 27 figures. | 2 » |
| 29 : Pain. — Pétrole. — 21 figures. | 2 » |
| 30 : Pétrole. — Pommade. — 5 figures. | 2 » |
| 31 : Poteries. — Sang. | 2 » |
| 32 : Santal — Soufre. — 17 figures. | 2 » |

Fascicules parus à ce jour

Mode de publication :

L'ouvrage paraîtra en 36 livraisons, formera 3 vol., petit in-4.
On peut souscrire, dès à présent, à l'ouvrage complet, au prix de 75 fr payé d'avance.

VILLE DE PARIS

Ecole de Physique et de Chimie industrielles

L'Association des Anciens Élèves

offre aux INDUSTRIELS

de les mettre en relation avec des Ingénieurs-Électriciens et Chimistes capables de leur rendre service.

S'adresser à M. le Vice-Président, 42, rue Lhomond, Paris.