Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 33 (1907)
Heft: 2

Artikel: La fixation de l'azote atmosphérique par le carbure de calcium
Autor: Demierrre, Henri
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-26217

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

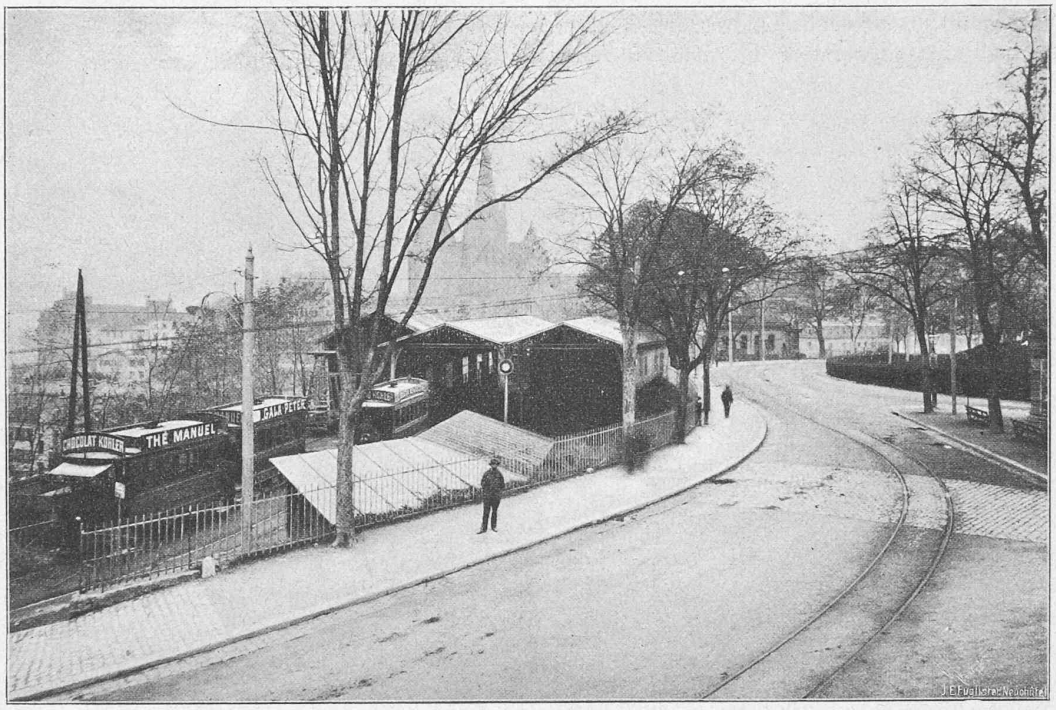

Fig. 18. — Le dépôt des Tramways lausannois à la Solitude pendant la Ire période d'exploitation (1895-1903).

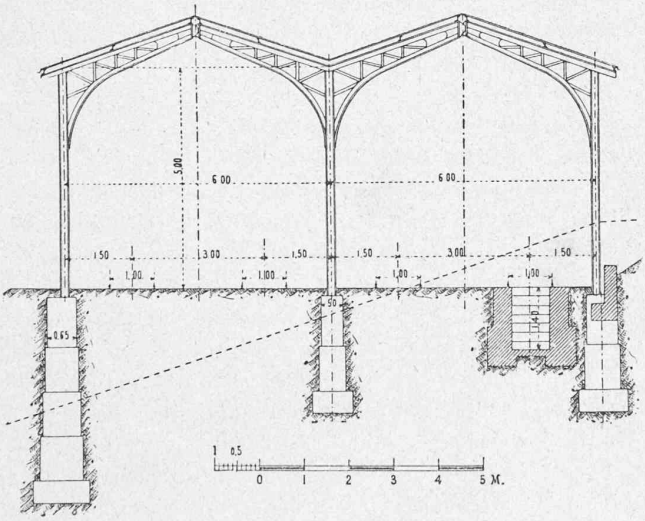

Fig. 19. — La remise des voitures des Tramways lausannois à la Solitude, pendant la Ire période d'exploitation (1895-1903). — Coupe transversale.

utilisées pendant six ans et ont rendu de grands services malgré leur exiguité.

Une annexe à la remise, également en bois, a été aménagée en local de peinture pour les voitures ; cette construction étant devenue insuffisante, il a fallu édifier encore pour ce service une petite remise, sur le terrain de la gare du Chemin de fer Lausanne-Echallens ; elle est utilisée actuellement comme dépôt de matériel de voie.

Enfin, à Lutry, sur la place des Halles, on a établi un auvent pour 2 voitures, sous lequel sont remisées actuellement 2 voitures de remorque.

Ces installations du dépôt et des ateliers ont donné toute satisfaction, bien qu'il ait été difficile d'arriver à placer, dans cet espace très restreint, un service aussi complexe avec un parc dépassant 30 voitures et tout l'outillage pour la voie et la ligne aérienne ; elles avaient le grand avantage d'occuper une position centrale, mais le développement considérable du réseau à partir de 1902, et les extensions prévues, imposèrent la recherche d'un nouvel emplacement.

(A suivre).

La fixation de l'azote atmosphérique par le carbure de calcium.

Par M. Henri DEMIERRE, Dr ès-sciences.

La consommation d'azote, principalement sous la forme de *nitrate de soude* et de *sulfate d'ammonium* a augmenté pendant les cinquante dernières années dans des proportions considérables. Voici, d'après M. *A. Frank*[1], les quantités de nitrate exportées du Chili :

Années.	Exportation (en tonnes).
1860	68 000
1870	182 000
1880	225 000
1890	1 025 000
1900	1 453 000
1905	1 567 000

[1] *Zeitschrift für Elektrochemie, 9*, page 858.

Environ *20* % du nitrate sont employés dans l'industrie chimique, pour la préparation de l'acide nitrique, des explosifs, des matières colorantes, etc., et *80* % sont utilisés comme engrais par l'agriculture.

La production mondiale de sulfate d'ammonium était en *1860* de *10 000* tonnes et en *1900* de *493 000* tonnes. Les *90* % de cette production sont employés par l'agriculture. On sait que l'ammoniaque est un produit secondaire de la fabrication du gaz d'éclairage et de celle du coke.

Or, d'une part, les gisements de nitrate au Chili seront épuisés, au dire d'experts compétents, dans une trentaine d'années, et jusqu'aujourd'hui on n'a découvert aucun gisement considérable de salpêtre; d'autre part, le sulfate d'ammonium étant un produit secondaire, la production ne peut en augmenter qu'en tant que la consommation de gaz et de coke s'accroît elle-même et cet accroissement est limité. Nous pouvons donc prévoir que, à une époque qui n'est pas très éloignée de la nôtre, le marché du nitrate du Chili et celui du sulfate d'ammonium ne pourront plus faire face à la consommation toujours plus considérable des produits azotés. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant qu'on ait cherché à utiliser cet immense réservoir d'azote qu'est l'atmosphère. Le problème de la fixation de l'azote est aujourd'hui résolu et de grandes usines sont équipées pour la préparation des produits azotés. Deux méthodes ont été suivies pour résoudre ce problème : 1° oxydation de l'azote au moyen de l'arc électrique; 2° combinaison de l'azote avec le carbure de calcium. C'est cette seconde méthode que nous étudierons brièvement.

MM. *Frank* et *Caro*, au cours de leurs recherches sur les cyanures, constatèrent que si l'on fait passer de l'azote sur du carbure de baryum pulvérisé et à une température de 800°, 70 % du carbure sont transformés en cyanure suivant l'équation

$$Ba\,C_2 + N_2 = Ba\,(CN)_2.$$

En remplaçant le carbure de baryum par le carbure de calcium, on n'obtient plus de cyanure mais un corps dont la formule est $Ca\,CN_2$, la « *cyanamide calcique* ». Voici l'équation de formation de ce produit

$$Ca\,C_2 + N_2 = Ca\,CN_2 + C.$$

La réaction dégage une grande quantité de chaleur, si bien qu'une fois amorcée elle se poursuit moyennant un très petit apport de chaleur extérieure. Le mélange de cyanamide calcique et de charbon ainsi obtenu renferme en moyenne *20* à *23* % d'azote. Il est actuellement vendu dans le commerce sous le nom de *chaux azotée*.

Une usine pouvant disposer d'une puissance de 25 000 chevaux prépare ce produit depuis une année environ à *Piano d'Orta*, en Italie. Les détails techniques de cette fabrication sont naturellement tenus secrets. En voici toutefois les grands traits, d'après M. le Dr *Erlwein*[1] : L'azote, produit par une installation *Linde* permettant la liquéfaction de l'air et sa distillation fractionnée, est dirigé sur du carbure de calcium pulvérisé et porté à une température de *700°* à *1000°*. Le carbure est contenu dans des cornues, disposées transversalement dans un four en maçonnerie, où il est à l'abri de l'air pendant l'opération. L'absorption de l'azote se produit avec violence et donne lieu à un dégagement de chaleur considérable. Lorsque l'absorption est terminée, le produit obtenu est tiré des cornues, laissé refroidir à l'abri de l'air et enfin mis en sacs après pulvérisation.

Si l'on ne dispose pas d'une force suffisante pour actionner les machines de Linde, on peut produire l'azote en faisant passer l'air sur du cuivre granulé chauffé au rouge. Le cuivre s'oxyde aux dépens de l'oxygène de l'air et l'azote s'échappe seul. Toutefois, cette méthode est moins économique que la distillation de l'air liquide. A l'époque où le carbure de calcium coûtait environ 250 fr. la tonne, la « *Cyanidgesellschaft* » de Berlin produisait la chaux azotée directement en faisant passer de l'azote sur un mélange de chaux et de charbon porté à une température ad hoc dans des fours électriques à résistance du type *Acheson*. On évitait ainsi la fabrication préalable du carbure de calcium; mais ce procédé — breveté par *Siemens & Halske* — qui fournit une chaux azotée renfermant seulement *12* à *15* % d'azote n'est plus exploité industriellement depuis que le carbure peut être obtenu au prix de *140* fr. la tonne.

Passons maintenant rapidement en revue les principales propriétés de la chaux azotée.

On a prétendu que la *cyanamide calcique* était un engrais dont la valeur était supérieure à celle du sulfate d'ammonium, à teneur égale en azote, mais inférieure à celle du nitrate de soude. Les opinions sont toutefois encore très partagées. Certains chimistes ont assuré que la chaux azotée donnait naissance, dans le sol, à des composés toxiques pour les plantes. D'autres chimistes ont montré que les produits de la décomposition de la chaux azotée dans la terre sont le carbonate de chaux et l'ammoniaque. Cette dernière est ensuite nitrifiée. M. le Dr *Perotti*[1] a découvert que plusieurs bactéries qui se trouvent habituellement dans les sols riches en humus paraissent être les agents de ces processus chimiques. Cette assertion semble être confirmée par le fait que, dans les terrains pauvres en matières humiques et ne renfermant pas les dites bactéries, la chaux azotée reste inactive.

La cyanamide calcique est en outre un merveilleux agent de synthèses chimiques. C'est ainsi qu'en la traitant par la vapeur d'eau surchauffée elle se dédouble suivant la réaction

$$Ca\,CN_2 + 3\,H_2O = Ca\,CO_3 + 2\,NH_3$$

en carbonate de chaux et *ammoniaque*. Industriellement l'opération est effectuée dans une sorte d'autoclave en forme de tour contenant des plateaux sur lesquels la chaux

[1] Conférence à la réunion de la *Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie*, à Dresde. (1906).

[1] *Zeitschrift für angewandte Chemie. XIX.* 835.

azotée est disposée en couches. La vapeur surchauffée arrive par le bas de la tour, passe successivement sur les différents plateaux et met l'ammoniaque en liberté. Cette ammoniaque — obtenue avec un rendement industriel de *96* à *97* % — est transformée ensuite en sulfate d'ammonium qui est un engrais très apprécié.

Ainsi que nous l'avons dit au commencement de cet article, les gisements de nitrate du Chili seront épuisés dans un avenir très prochain. Or, ce nitrate, indépendamment de sa valeur comme engrais, est le point de départ de la fabrication de l'acide nitrique. Ce dernier produit étant une matière première indispensable dans l'industrie des couleurs et des explosifs, il s'agissait d'arriver à le préparer sans avoir recours au salpêtre. Il n'est donc pas étonnant qu'on ait cherché à transformer en acide nitrique l'ammoniaque si facilement obtenue à partir de la chaux azotée. Jusqu'à ces derniers temps, les recherches faites dans ce but n'avaient pas permis d'élaborer une méthode pratique et industrielle, mais, tout récemment, MM. *Frank* et *Caro* ont annoncé qu'ils oxydaient l'ammoniaque en acide azotique dans des conditions de rendement et de dépense d'énergie qui en permettraient la réalisation industrielle. Ils utilisent pour cette oxydation l'oxygène qu'ils obtiennent comme produit secondaire lors de la préparation de l'azote par la distillation fractionnée de l'air liquide.

La chaux azotée brute est aussi employée à la préparation des cyanures. Il suffit de la chauffer avec un fondant tel que le chlorure de sodium pour la transformer en cyanure.

Nous n'avons cité que les principales applications pratiques de la cyanamide calcique. Ce corps permet en outre de préparer très facilement toute une série de composés organiques, entr'autres l'urée, la guanidine et cette dicyandiamide qui, contenant 66 % de son poids d'azote, est employée comme explosif. Elle abaisse la température des produits de l'explosion qu'elle rend plus violente par l'expansion des gaz résultant de sa décomposition.

Quel est le prix de revient de la chaux azotée? Il est difficile de répondre à cette question, à l'heure qu'il est. La production de la cyanamide calcique sera toujours intimément liée à celle du carbure de calcium. Aujourd'hui ce dernier produit est livré au prix de Fr. 140 à Fr. 185 la tonne, suivant les usines. Voici d'après M. *Ph.-A. Guye*[1] le prix de revient d'une tonne de chaux azotée :

1000 kg. carbure de calcium (à 80 % $Ca\,C_2$)	Fr.	140
200 kg. azote à 10 centimes le kilo . . .	»	20
Main-d'œuvre, pulvérisation du carbure, frais de chargement des cornues, chauffage des cornues	»	20
Réparation des moulins, des cornues, de l'installation pour la liquéfaction de l'air . .	»	25
Frais généraux	»	10
Emballage	»	20
Transport.	»	20
Amortissements, intérêt du capital investi .	»	15
Prix de revient d'une tonne de chaux azotée .	Fr.	270

[1] *Journal of the Society of chemical Industry. XXV.*

Le devis ci-dessus n'a qu'une valeur d'orientation et pourra varier dans une très large mesure suivant les circonstances particulières à chaque usine. En nous tenant aux chiffres précédents, nous trouvons *Fr. 1.35* pour le prix de revint de 1 kilo d'azote (dans la cyanamide calcique), ce qui correspond à peu près au prix d'un kilo d'azote ammoniacal.

Nous espérons que cette étude aura fait entrevoir l'intérêt industriel considérable que présente la chaux azotée et le grand avenir qui paraît y être attaché. La fabrication de ce produit donnera très probablement naissance à toute une industrie électrochimique très importante. Toutefois, pour le moment, les conditions économiques de la préparation de la cyanamide calcique sont encore trop mal connues pour permettre d'apprécier la rentabilité d'une telle industrie. Les nombreuses fabriques de chaux azotée qui sont à l'étude ou en construction en Allemagne, en Norvège, en Suisse, en Amérique, nous renseigneront sur cette question dans un avenir très rapproché.

Divers.

Chemins de fer fédéraux.

Budgets 1907.

Les budgets des Chemins de fer fédéraux pour 1907 ont été adoptés par les Chambres fédérales, conformément aux propositions du Conseil fédéral, par message du 16 octobre 1906. Ils sont arrêtés aux chiffres suivants :

A. *Budget d'exploitatation.*

Recettes.	Comptes 1905	Fr.	120 677 369
	Budget 1906	»	124 239 365
	Budget 1907	»	132 559 585
Dépenses.	Comptes 1905	»	80 156 945
	Budget 1906	»	85 717 015
	Budget 1907	»	89 639 540

Voici le budget des divers chapitres du compte de construction :

B. *Budget de construction.*

(Travaux neufs, d'extension et de parachèvement).

		Dépenses suivant budget 1906	1907
I. Chemin de fer et installations fixes :			
Direction générale	Fr.	2 925 000	3 250,000
1er arrondissement. . . .	»	6 171 700	6 001 000
Tunnel du Simplon . . .	»	250 000	300 000
2e arrondissement	»	6 585 200	8 135 000
3e »	»	4 786 000	6 098 300
4e »	»	4 676 550	5 434 900
Total. .	Fr.	25 394 450	29 220 100
II. Matériel roulant	»	12 879 500	16 082 200
III. Mobilier et outillage . . .	»	1 017 500	969 000
IV. Dépenses pour entreprises accessoires	»	433 334	2 750
Total. .	Fr.	39 724 784	46 274 050

Le budget de construction de 1907 dépasse donc de 6 549,266 francs celui de 1906 ; abstraction faite du matériel roulant et du