

- CAZENEUVE — Journ. de pharm. et chem., 1889.
- CHAUTARD — Union pharmaceutique, 1886, 69.
- DENIGÈS (G.) — Bulletin Soc. Chimique, 3.^a serie, t. XV, 1058 e t. XVII, 381.
— Précis de Chimie analytique. Paris, 1907.
— État de l'acétone dans l'urine et réaction de LEGAL. Comp. rend. Soc. Biol., 1910, março, 487.
— Détermination de l'acétone urinaire par distillation. Comp. rend. Soc. Biol., 1910, março, 489.
— Acétone urinaire par distillation. Journ. de pharm. et Chim., 1910, II, 130.
- GOFF (DR. LE) — Sur les gaz de la respiration dans le diabète sucré. Comp. rend. Acad. des Sciences. 1902, julho, 20.
- HAWK — Practical Physiological Chemistry, London, 1909.
- IMBERT et BONNAMOUR — Recherches sur l'acétone dans les urines. Comp. rend. Soc. Biol., 1909, Julho, 288.
- LIVON (CH.) Diction. de Physiol. par CH. RICHEL. Vol. 1.^o, pg. 94. (Cap. Acétonurie).
- MALLAT — Annales de Médic. thermale, 1886, maio e 1888 junho.
- MEILLÈRE (G.) — Revue générale de récents travaux de ch. méd. Journ. de pharm. et chem. 1911, I, 441.
- MERCIER (G.) — Analyse des urines. Paris, 1907.
- MOLLER (S.) — Zur Azetonbestimmung im Harn. Zeits. f. Klin. Med., LXIV, 1907, 207.
- PENZOLDT — Archiv. f. Klin. Med., t. XXXIV, 1884, 127.
- PORCHER (CH.) et HERVIEUX (CH.) — Sur la caractérisation de l'acétone. Comp. rend. Soc. Biol., 1907, abril, 652.
— — A propos de la recherche de l'acétone dans les urines. Comp. rend. Soc. Biol., 1909, II, 790.
— — Comp. rend. Soc. Biol., 1910, Dezembro, 18.
- ROTHÈRE (H. C. H.) — Journ. of. physiol., 1909, 89.
- STOCK — Dissertat. Berlin, 1899.
- YVON et MICHEL — Manuel d'analyse des urines. Paris, 1909.



VIII Congrès International de Chimie Appliquée

Conférences Générales au «College of the City of New-York»

La photochimie de l'avenir, conférence du représentant de l'Italie

Une conférence excessivement intéressante et suggestive, regardant bien en avant dans l'avenir et traitant du sujet au point de vue le plus large, a été faite par Giacomo Ciamician de Bologne (Italie) dans l'après-midi du mercredi, le 11 Septembre.

La civilisation moderne est la fille de la houille, car celle-ci offre à l'hu-

manité l'énergie solaire sous sa forme la plus concentrée, c'est-à-dire sous une forme qui a été accumulée par de longues séries de siècles. La terre en renferme encore d'énormes quantités, mais la houille n'est pas inépuisable. Le problème de l'avenir commence à nous intéresser. Est-ce que l'énergie solaire «fossile» est la seule qu'on puisse utiliser dans la vie et la civilisation modernes? C'est là la question.

Nous admettons que la constante solaire est trois petites calories par minute par centimètre carré, c'est à-dire trente grandes calories par minute par mètre carré ou environ 1.800 grandes calories par heure. Nous pouvons comparer cette quantité de chaleur avec celle qui est produite par la combustion complète d'un kilogramme de charbon qui est 8.000 calories. En prenant pour les tropiques un jour de seulement 6 heures de soleil, nous devrions avoir par jour une quantité de chaleur équivalente à celle fournie par 1,35 kgr. de charbon en chiffre rond.

Pour 1 kilom. carré nous devrions avoir une quantité de chaleur équivalente à celle produite par la combustion complète de 1.000 tonnes de houille. Une surface de seulement 10.000 kilom. carrés reçoit par an, en ne calculant le jour qu'à raison de 6 heures, une quantité de chaleur qui correspond à celle produite par la combustion de 3 650.000.000 de tonnes de houille, en chiffre rond de 3.000.000.000 de tonnes. La quantité de houille produite annuellement (1909) dans les mines d'Europe et d'Amérique est calculée à environ 925.000.000 et en y ajoutant 175.000.000 de lignite, nous atteignons 1.100.000.000 ou on peu plus d'un billion.

Même en faisant des déductions pour l'absorption de chaleur par l'atmosphère et pour d'autres circonstances, nous voyons que l'énergie solaire qui arrive dans un petit pays tropical (par exemple de l'étendue du Latium) est annuellement égale à l'énergie produite par toute la quantité de houille exploitée dans l'univers! Le désert du Sahara avec ses 6.000.000 de kilom. carrés reçoit par jour une énergie équivalente à 6.000.000.000 de tonnes de houille! Cette énorme quantité d'énergie que la terre reçoit du soleil, en comparaison avec laquelle la partie, qui a été emmagasinée par les plantes dans les périodes géologiques est absolument négligeable, est grandement gaspillée. Elle est utilisée dans des chûtes d'eau (houille blanche) et par des plantes.

L'énergie produite par les forces hydrauliques durant la période d'un an est égale à celle produite par 70.000.000.000 de tonnes de houille. C'est fort peu, ainsi qu'on pourrait l'attendre, en comparaison avec l'énergie totale que le soleil envoie chaque année à la terre. Voyons maintenant quelle est la quantité d'énergie solaire qui est emmagasinée par les plantes; sur la surface totale des divers continents, qui est de 128.000.000 de kilom. carrés, il y a une production annuelle de 32.000.000.000 de tonnes de matière végétale qui, étant brûlée, donnerait une quantité de chaleur qui correspond à la combustion totale de 18.000.000.000 de tonnes de houille. Ce n'est pas beaucoup, mais c'est même 17 fois plus que la production totale de la houille et des lignites.

Dans la première partie de sa conférence, l'auteur discute la question suivante:

«Considérons tout d'abord la première partie de notre sujet. Est-il possible ou plutôt est-il imaginable que cette production de matière organique puisse être augmentée de façon générale et intensifiée en certains endroits et que la culture des plantes puisse être régularisée de telle sorte qu'elles puissent produire abondamment de telles substances qui peuvent devenir des sources d'énergie ou être utiles à la civilisation d'une autre manière ? Je crois que c'est possible. On ne propose pas de remplacer la houille par les substances organiques produites par des plantes ; mais l'on peut concevoir que cette substance organique puisse être utilisée de façon plus satisfaisante que ce n'est le cas».

En augmentant la concentration de l'acide carbonique jusqu'à une valeur maxima (à 10% d'après Kreuzeler) et en employant des catalyseurs, il semble tout-à-fait possible que la production de matière organique puisse être largement augmentée, faisant usage naturellement de fertilisants appropriés et choisissant des localités adaptées pour cela, d'après le climat ou les conditions du sol. La récolte, desséchée par le soleil, devrait être entièrement convertie, de la façon la plus économique, en combustible gazeux, en prenant soin pendant l'opération de fixer l'ammoniaque (par le procédé de Mond par exemple); l'ammoniaque devrait être restituée au sol sous forme d'engrais azotés avec toutes les autres substances inorganiques contenues dans les cendres.

Nous aurions ainsi un cycle bien plus complet pour les substances inorganiques fertilisantes ; les seules pertes seraient celles qui sont communes à tous les procédés industriels. Les gaz ainsi obtenus devraient être entièrement brûlés sur place dans des machines à gaz et l'énergie mécanique ainsi engendrée devrait être transmise ailleurs ou utilisée de la façon qui semblerait la plus appropriée. Nous n'avons pas besoin d'entrer dans des détails. L'acide carbonique, qui résulte de la combustion, ne devrait pas être gaspillé, mais devrait retourner aux champs. C'est ainsi que l'énergie solaire, obtenue par des méthodes rationnelles de culture, pourrait fournir de l'énergie mécanique à bas prix.

Mais le problème de l'utilisation des plantes en concurrence avec la houille a un autre côté plus intéressant. Tout d'abord nous devons nous rappeler les industries qui ont l'agriculture pour leur base ; l'industrie du coton et des autres textiles, l'industrie de l'amidon, la production de l'alcool et de toutes les graisses, la distillation du bois, l'extraction du sucre, la production des substances tannantes et d'autres petites industries encore. Toutes ces industries sont susceptibles de développement, non seulement par l'introduction de systèmes techniques plus avantageux pour le traitement des matières brutes, mais aussi par une plus grande production des matières brutes. Songeons par exemple aux progrès réalisés dans la production de la canne à sucre.

Les plantes sont des maîtres non surpassés ou des ateliers merveilleux pour la synthèse photochimique des substances fondamentales ; elles construisent par l'acide carbonique et à l'aide de l'énergie solaire. Elles produisent également avec la plus grande facilité les substances dites secondaires. Ces dernières se trouvent en général en petites quantités dans les plantes

et ont de la valeur pour des raisons spéciales. Les alcaloïdes, les glucosides, les essences, le camphre, le caoutchouc, les matières colorantes et d'autres encore, sont même de plus grand intérêt pour le public que les substances fondamentales et ceci par suite de leur haute valeur commerciale. Dans ce champ il y a une bataille qui fait honneur au génie humain.

Jusqu'à présent les produits préparés avec le goudron de houille ont été presque toujours triomphants. «Je n'ai pas besoin de vous rappeler les diverses victoires, mais il est possible, qu'elles n'arrivent à être que des victoires pyrrihiques. Une grande autorité en industries organiques considérait récemment ce qui arriverait si, pour une raison quelconque, il y avait une augmentation rapide dans le prix du goudron de houille et en conséquence des substances y contenues. L'auteur montra l'effet inévitable que cela aurait sur les industries du goudron de houille. Nous nous souvenons tous avec admiration de l'histoire des grandes difficultés qu'il y eut à vaincre dans le choix de la matière brute pour la production de l'indigo. Finalement on fut obligé de se servir de la naphthalène, parce que le toluène ne pouvait pas être obtenu en quantité suffisante.

Mais ce n'est pas seulement par son accroissement dans le prix de la matière brute qu'une industrie peut avoir à souffrir ; elle peut être amenée à un arrêt par une diminution dans l'intérêt et dans l'activité dans un certain champ de l'étude scientifique. Il a été bien reconnu que l'industrie moderne est très intimement liée à la science pure ; les progrès de l'une déterminent nécessairement ceux de l'autre. Maintenant la chimie de la benzine et de ses dérivés n'est plus le champ favori de recherches, comme il l'était durant la deuxième moitié du dernier siècle. L'intérêt se trouve maintenant concentré sur l'étude de la chimie organique des organismes. Cette nouvelle direction dans le champ de la science pure doit nécessairement avoir son action sur le monde technique et indiquer de nouveaux sentiers à suivre pour les industries de l'avenir.

Il est indéniable que diverses industries organiques, en dehors du champ de la benzine et du goudron de houille, ont été développées dans les derniers temps. Il y a des industries florissantes dans les essences et les parfums, ainsi que dans quelques alcaloïdes, tel que celui de la coca. Dans ces industries, des produits industriels que les plantes produisent en quantités relativement grandes, sont convertis en produits de valeur commerciale plus élevée. C'est ainsi que chacun sait que l'essence de violette se fabrique maintenant avec du citral contenu dans l'essence de citron. C'est une ligne que nous devons suivre, parce que nous sommes certains d'y faire des progrès. Il est à espérer que dans l'avenir nous obtiendrons commercialement du caoutchouc par une voie semblable.

La question a encore un autre aspect qui, je le pense, mérite votre attention ; elle se rattache à certaines expériences faites récemment par moi-même en collaboration avec le professeur *Ravenna* de Bologne. Ce n'est pas, parce que nous avons obtenu des résultats pratiques, que je mentionne ces expériences ; mais parce qu'elles montrent définitivement que nous pouvons modifier jusqu'à un certain degré les réactions chimiques qui s'effectuent

pendant la vie des plantes. Dans une série d'expériences faites en vue de déterminer la fonction physiologique des glucosides, nous avons réussi à obtenir ces glucosides en partant des plantes qui généralement n'en contiennent pas. Par suite d'inoculations convenables, nous avons été à même de produire de la salicine synthétique en partant du maïs. Plus récemment, en étudiant la formation des alcaloïdes dans les plantes, nous avons réussi à modifier la production de la nicotine dans la plante à tabac, de manière à obtenir soit un grand accroissement, soit un grand décroissement dans la quantité de cet alcaloïde.

Ce n'est qu'un commencement, mais ne vous semble-t-il pas, qu'avec des systèmes de culture et qu'avec des interventions appropriées, nous n'arrivions à forcer les plantes à produire, en quantités bien plus grandes que les quantités normales, les substances qui sont utiles à notre vie moderne et que jusqu'à présent nous n'obtenons qu'avec grande difficulté et qu'avec un bas rendement en partant du goudron de houille ? Il n'y a aucun danger du tout à se servir pour des besoins industriels de terrains qui devraient être employés à produire des aliments. Un calcul approché montre que sur terre il y a amplement de terrain pour les deux buts, spécialement quand les diverses cultures sont proprement intensifiées et rationnellement adaptées aux conditions du sol et du climat. C'est ce développement qui est le véritable problème de l'avenir».

— Dans la deuxième partie de son discours le conférencier fit ressortir que l'on pourrait se demander, s'il n'y a pas d'autres méthodes de production qui puissent rivaliser avec les procédés photochimiques des plantes. «La réponse sera donnée dans le futur développement de la photochimie appliquée aux industries et là-dessus j'ai quelques idées à exprimer.

Les procédés photochimiques n'ont pas encore eu d'application bien intense en dehors du champ de la photographie. Dès ses premiers débuts la photographie a excité un grand intérêt ; elle a été adoptée techniquement et comme cela arrive généralement dans des cas similaires, elle a eu un rapide et brillant succès. Mais malgré ses nombreuses applications la photographie ne représente qu'une petite partie de la photochimie. Jusqu'à présent la photochimie n'a été développée que sur une très faible échelle, peut-être parce que les chimistes ont été attirés par des problèmes qui semblaient plus urgents. C'est ainsi qu'il arrive, que tandis que la thermochimie et l'électrochimie ont déjà obtenu un haut degré de développement, la photochimie est encore à l'état d'enfance.

Maintenant cependant nous notons un certain réveil dû à une série d'études concernant les problèmes généraux et les procédés spéciaux, particulièrement dans le domaine de la chimie organique ; mon ami, le Dr. Paul Silber, et moi, nous avons pris une part active à ces recherches. Deux récentes publications, l'une de Plotnikow et l'autre de Benrath, en sont témoins. Il reste encore beaucoup à faire, à la fois dans la photochimie théorique et pratique aussi bien que dans les branches spéciales.

(À suivre)