RAPPORT

SUR LES

PROGRÈS DE LA CHIMIE

A L'EXPOSITION DE VIENNE

EN 1873

PRÉSENTÉ

AU CONSEIL D'ÉTAT

par Emile ADOR, Dr phil.

Professeur suppléant à l'Université de Genève.

GENÈVE

IMPRIMERIE VÉRÉSOFF, GARRIGUES & Ce

1874

RAPPORT

SUR LES

PROGRÈS DE LA CHIMIE

A

L'Exposition de Vienne 1873

Les produits exposés à Vienne ont été classés en 26 groupes subdivisés en de nombreuses sections.

Le premier renfermait d'abord les combustibles minéraux, puis les minérais et métaux, dignement représentés par de nombreuses collections exposées soit par des sociétés industrielles, soit par les gouvernements ayant à cœur de faire connaître les richesses minérales de leur pays.

La géologie rentrait aussi dans ce groupe ; de plus des sections spéciales comprenaient les alliages, les modèles, les dessins du matériel ainsi que les procédés d'exploitation des mines et des usines métallurgiques ; enfin la statistique de production.

GROUPE PREMIER

Les *matières brutes combustibles* servent indirectement dans les industries métallurgiques, soit à l'état naturel,

soit après avoir été soumises à différents procédés qui doivent augmenter leur pouvoir calorifique utile. Certains combustibles, comme le bois et la tourbe, sont soumis à une opération qu'on appelle le ressuage, c'est-à-dire qu'il faut leur faire perdre une certaine quantité d'eau retenue mécaniquement et qui influe sur leur pouvoir calorifique. Il n'en est pas de même pour la houille et le lignite qui gagnent à conserver une certaine humidité, sans quoi ils se désagrégeraient et perdraient de la valeur. Lorsqu'en chauffant ces matériaux à l'abri de l'air, on dépasse le degré de chaleur nécessaire pour en chasser l'humidité, ils se carbonisent. Ce procédé s'appelle la distillation sèche. Dans ce cas, les éléments constitutifs forment soit des combinaisons condensables, soit des gaz, et laissent du charbon ou du coke comme résidu, selon le corps qu'on a distillé. Les éléments constitutifs des gaz sont des carbures d'hydrogène, de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène, gaz que nous rencontrons dans le gaz d'éclairage.

Les produits condensables se partagent en une couche aqueuse et une couche huileuse, en eau de goudron et en goudron brut. Ce dernier est un mélange de substances diverses qui sont formées tantôt de carbone et d'hydrogène, comme les carbures d'hydrogène et la paraffine, tantôt d'oxygène, de carbone et d'hydrogène, comme l'acide phénique, la créosote, etc., ou bien enfin, il s'y ajoute encore de l'azote comme dans l'aniline.

Le liquide qui a passé par la distillation sèche ne sert pas seulement à fabriquer des produits chimiques, on l'emploie encore directement pour produire de la chaleur, ou, plus souvent, du gaz d'éclairage. C'est le cas pour le pétrole qui n'est qu'une espèce de goudron épuré. Aussi

a-t-on cherché et découvert tant en Asie, dans le Caucase et en Arménie, qu'en Europe, de nombreuses sources de cette huile minérale si précieuse. Mais elles sont toutes surpassées en importance par celles de l'Amérique du Nord.

La formation du pétrole doit être expliquée par l'existence de lits de charbon de terre en connexion directe ou indirecte, présente ou passée, avec les sources.

Lorsque les matières organiques se changent en charbon fossile, elles donnent naissance à différents carbures d'hydrogène qui se condensent sous forme d'huiles minérales, s'amassent dans les régions supérieures, se rassemblent par infiltration dans des réservoirs souterrains d'où ils sont expulsés par la pression des gaz, qu'ils émettent, dès qu'on y creuse des puits. Ce sont les pétroles, naphtes, etc. L'évaporation et l'oxydation les changent à la longue en bitumes asphaltés auxquels on a donné des noms divers selon leur composition et leur état de condensation. Ainsi la houille de Boghead, en Ecosse, n'est qu'une espèce d'ardoise fortement imprégnée de bitume.

La houille, en se décomposant, donne des corps gazeux et bitumineux ; les premiers renferment du gaz des marais, feu grisou si redouté des mineurs. Le combustible a d'autant plus de valeur que ces gaz, par la conformation du terrain, n'ont pu s'échapper et ont dû se condenser ; c'est une distillation sèche qui a eu lieu, le résidu restant imprégné du produit de la distillation.

On connaît assez les nombreux usages du pétrole employé comme combustible dans presque toutes les industries. Le grand avantage qu'il offre, par exemple dans la métallurgie du fer, c'est qu'il ne renferme pas de soufre

dont s'imprègne le fer brut, traité au moyen du coke. Aussi cherche-t-on à en généraliser l'emploi.

Les combustibles, sous forme de gaz, sont les plus rationnels. On les utilise de plus en plus dans les industries métallurgiques où ils se dégagent des hauts-fourneaux. C'est surtout de l'oxyde de carbone qui, mélangé avec l'oxygène de l'air, peut brûler en donnant une forte chaleur et en se transformant en acide carbonique. L'oxyde de carbone provenant d'une combustion incomplète, cela revient à faire un meilleur usage de son combustible. Plusieurs industries transforment même complétement leur combustible solide ou liquide en combustible gazeux dans des appareils appelés générateurs. On peut, en effet, obtenir, au moyen des gaz, une température fort élevée et facile à régler, ce qui est fort important, par exemple, dans la fabrication du verre et de la porcelaine. A ces avantages physiques, dirais-je, s'ajoute encore une économie importante. Car on utilise pour la fabrication des gaz tous les débris de combustibles solides, débris ayant peu de valeur sous leur forme primitive, se perdant dans les mines sous forme poudre de rebut et qui constitue en Angleterre, par exemple, dans les mines de houille, 40 % du rendement total. On fait maintenant des briquettes avec toute espèce de débris de combustibles en les agglomérants au moyen d'un peu de goudron et d'une forte pression. La dernière Exposition de Paris a déjà signalé de sensibles améliorations dans la fabrication de ces briquettes, et l'Exposition de Vienne contribuera pour beaucoup à en introduire l'usage en Allemagne où elles ont peu pénétré jusqu'ici.

Métallurgie. — L'industrie du fer a pris pendant les dernières années une très-grande extension. Ainsi l'Alle-

magne qui produisait autrefois fort peu, s'est élevée aujourd'hui au troisième rang parmi les nations qui produisent ce métal.

Comme progrès techniques réalisés dans ce pays depuis 1867, on remarque l'introduction de hauts-fourneaux à six foyers, des fourneaux à flamme directe d'après le système de Martin, ainsi que l'application des appareils de Bessemer pour la fabrication de l'acier.

Les usines allemandes qui ont exposé à Vienne, sans compter Krupp, comprennent 22 hauts-fourneaux et 7 usines de raffinage. Elle occupent un personnel de 10,000 ouvriers et ont produit en 1872, 3,000,000 de quintaux de fer brut, 300,000 quintaux de fonte, 2,500,000 quintaux de fer en barres et 26,000 quintaux de tôle et d'acier Martin.

Les régions de l'empire d'Allemagne les plus productives en fer sont le Hanovre et la Westphalie dont un canton, le Siegnerland, a produit dans la seule année 1871, 19,000,000 de quintaux de minerai.

Dans la même contrée, 60 hauts-fourneaux donnent chaque année 4 $^1/_2$ millions de quintaux de fer brut. Citons ici une usine dont la renommée est plus qu'européenne, nous voulons parler de la maison Krupp, à Essen qui, avec ses 11 hauts-fourneaux et ses usines de raffinage, occupe 12,000 ouvriers et produit chaque année 720,000 quintaux de fer brut et 2 $^1/_2$ millions de quintaux d'acier.

Somme toute, nous n'avons à constater dans la métallurgie du fer aucune nouvelle méthode de fabrication. Je ne cite qu'en passant un four à puddler rotatoire de provenance américaine. Les progrès que l'on a faits consistent surtout dans l'augmentation de la production.

Ainsi en Allemagne, de 1867 à 1871, la valeur de la

houille extraite des mines s'est élevée de 39 à 61 millions de thalers ; pour le minerai de fer, de 5 à 8 millions, pour le fer brut de 23 à 35 millions, pour les fontes de 11 à 18 millions, pour le fer à forger et l'acier de 56 à 85 millions ; cela fait en moyenne une augmentation de 65 % en 5 ans.

En Autriche, l'industrie du fer a fait pendant les dernières années de grands progrès, tant sous le rapport de la quantité que sous celui de la qualité. Jusqu'ici l'Autriche était obligée de demander ses fers bruts à d'autres pays, tandis qu'aujourd'hui, grâce aux nombreuses usines qu'elle a vu naître, l'importation de ces métaux a diminué considérablement et elle a même pu exporter son minerai en assez grande quantité.

L'industrie du fer en Autriche peut être divisée en trois groupes d'après les pays qui fournissent du minerai. Le premier groupe comprend l'Autriche supérieure et inférieure, la Styrie, le Tyrol, la Carinthie et la Carniole. Ce groupe est caractérisé par une abondante production de minerai, et aussi par une absence presque complète de combustibles.

Le second groupe qui comprend la Bohême, la Moravie et la Silésie, se trouve dans des conditions inverses : peu de minerai et beaucoup de houille ; il produit surtout du matériel de chemin de fer.

Enfin le troisième groupe qui se compose des différentes parties de la Hongrie, réunit les meilleures conditions ; ces contrées renferment en même temps houille et minerai en grande quantité.

En Suède, les principaux dépôts de fer se trouvent dans une zone qui s'étend du N.-O. au S.-E. et qui comprend les districts de Gefleborg, de Kopparberg, et une partie

de ceux de Wertmannland, d'Orebro et de Wermland.

La production en fer de ces contrées ne peut pas rivaliser avec celle des autres grands pays de l'Europe pour la quantité, mais par contre, la qualité est supérieure. Ce défaut de quantité dans la production du fer tient à deux causes ; la première, c'est le manque de bras, et la seconde, l'absence de combustibles ; il n'y a, en effet, de houille que dans le sud de la Suède, et guère de chemins de fer pour la transporter. Quant au charbon de bois, il est très-coûteux.

On a essayé de remédier à ces inconvénients en faisant venir du coke d'Angleterre, ce qui est déjà plus rationnel que d'exporter le minerai en Angleterre. Malgré cela, on fabrique en Suède d'excellent fer en se servant presque toujours de charbon de bois comme combustible.

Le raffinage se fait par trois méthodes différentes.

La première, celle du Lancashire (Catalane), consiste à affiner le fer au feu de forge par le charbon de bois et l'air à haute pression. Le fer obtenu par cette méthode est très-égal et compact.

La seconde méthode consiste à employer les feux de Franche-Comté. La manipulation du fer, d'après cette méthode, est analogue au feu de forge du Lancashire, sauf qu'ici les mêmes fours servent à souder les loupes. Mais ce procédé exige une trop grande consommation de charbon de bois, et sera probablement prochainement abandonné.

La troisième méthode est la méthode wallonne employée surtout dans le district de Dannemorær. Dans ce procédé de raffinage au charbon, les loupes obtenues dans un foyer sont portées dans un autre foyer semblable qui lui est accouplé, pour y être soudées, puis elles sont

ensuite laminées à coups de marteau. Le fer ainsi obtenu est très-inégal. Il sert exclusivement à fabriquer de l'acier.

On fabrique encore de l'acier fondu d'après le procédé Bessemer dans sept usines, et d'après celui de Martin depuis 1868 dans une seule usine.

Les fers suédois sont les meilleurs connus pour la fabrication des outils, fils de fer, etc.

Quoique la production de la Suède se soit augmentée dans les six dernières années d'environ 13 %, l'importation est toujours plus forte que l'exportation, surtout pour la spécialité du matériel de chemin de fer.

En France et en Angleterre, la production s'est aussi énormément augmentée ; on a continué à perfectionner toutes les branches de la fabrication, sans qu'il y ait eu introduction de nouvelles méthodes, et surtout on a tiré meilleur parti du combustible qui a dans ces dernières années énormément renchéri, ainsi que la main-d'œuvre.

En général, comme je l'ai déjà dit, les progrès réalisés depuis 1867 dans toutes les branches de l'industrie métallurgique consistent, non pas dans l'introduction de nouveaux appareils ou l'application de nouvelles méthodes, mais bien dans l'augmentation de la production.

Pour arriver à ce but, par exemple dans les mines, on a recours à des machines plus puissantes, travaillant à ciel ouvert ou dans les galeries ; on a remplacé, partout où cela se pouvait, le travail de l'homme par le travail mécanique, perceuses, locomobiles, etc.

Pour les hauts-fourneaux, on a augmenté les dimensions, donné plus de vent, chauffé ce dernier à une plus haute température, obvié aux suspensions de travail. Pour la fabrication de l'acier, on a généralisé l'emploi des méthodes Bessemer et Martin. Les fours à flamme directe

ont été perfectionnés, en ce sens qu'on emploie de plus en plus le combustible sous forme de gaz ; enfin les moyens de fabrication ayant été perfectionnés, on peut utiliser des matières premières peu riches en métal, négligées jusqu'à présent ; on condense et utilise les produits volatils, et on retire de plus en plus complétement les métaux précieux du plomb et du cuivre. Ainsi, en 1864, la méthode de cristallisation a remplacé, pour l'extraction de l'argent du plomb, celle de la coupellation, et depuis 1867 on se sert de la méthode par le zinc ; depuis 1865, on ne retire plus l'argent du cuivre par la méthode dite de ressuage, mais par le traitement par l'acide sulfurique, etc.

Le fait le plus frappant dans le premier groupe c'est l'énorme activité qu'a déployée l'Allemagne dans ces dernières années. Ainsi maintenant elle occupe le troisième rang pour l'industrie du fer après l'Angleterre, qui produit quatre fois autant qu'elle et après l'Amérique ; elle est pour le plomb à peu près sur la même ligne que l'Angleterre et l'Espagne, et pour le zinc elle est aujourd'hui avec la Belgique à la tête de la production.

GROUPE II

Le deuxième groupe comprend l'*agriculture*, l'*horticulture*, l'*exploitation* et l'*industrie forestière*.

Les stations d'expériences agricoles en Allemagne. — Parmi les sciences qui sont le plus avantageusement représentées à l'Exposition se trouve certainement la chimie. Cependant quelqu'étonnants que soient les progrès qu'elle a faits, il est un de ses domaines qui reste encore en grande partie en friche, je veux parler de la chimie

agricole. Et pourtant, grâce aux progrès de la chimie appliquée à l'agriculture, cette dernière peut devenir, elle aussi, une science aboutissant à des faits positifs et à des résultats pratiques d'une importance considérable.

D'infatigables pionniers sont déjà entrés dans cette voie et, pour n'en citer qu'un seul, il suffit de parler du baron Liebig, tout récemment arrêté par la mort dans la poursuite de ses importantes découvertes. C'est lui qui a inauguré le règne de l'agriculture moderne et l'a rendue capable de rivaliser avantageusement avec les industries de notre temps qui semblaient se réserver le monopole exclusif d'exploiter les résultats de la science. Mais si ce domaine de la chimie est resté si longtemps inexploré, cela tient aux difficultés exceptionnelles dont il est hérissé.

Pour toutes les autres industries, il suffit d'avoir un petit laboratoire d'expérimentation. Il n'en est pas de même pour l'agriculture dont le laboratoire n'est autre que la grande nature, et dont les expériences exigent des années d'attente et de patiente observation. Il est évident que, dans ces conditions, ce n'est pas le premier agriculteur venu qui peut disposer du loisir, du terrain et des capitaux nécessaires pour faire des expériences dont il n'a pas toujours le temps de récolter les fruits.

C'est donc aux grandes associations et surtout aux Etats qu'incombe cette tâche dont eux seuls peuvent avantageusement attendre les résultats, résultats qui, avec la certitude des méthodes scientifiques modernes, compensent largement les sacrifices dont on les a payés d'avance.

Convaincu de cette vérité, le gouvernement autrichien

a créé tout un système d'enseignement spécial, depuis les simples écoles secondaires d'agriculture, jusqu'à celles destinées à l'étude des terrains et de leur aménagement. En outre, il a organisé des stations destinées à l'essai des meilleurs procédés agricoles pour la culture de la vigne et de la soie.

Quelque récente que soit la date de leur création, ces établissements ont déjà pu produire un certain nombre de résultats qu'on peut apprécier sans être connaisseur, et qui sont exposés dans le pavillon du ministère de l'agriculture.

L'aile droite de ce bâtiment renferme exclusivement l'exposition de la station agricole de Vienne, celle de sériciculture de Grœg et les produits œno-chimiques de Klosterneuburg ; ces derniers occupent la moitié du local et sont séparés des autres par une paroi ornée d'un certain nombre de planches consacrées à la statistique agricole de l'Autriche. Ces cartes sont faites avec un soin rare d'après les recensements les plus récents, et donnent un aperçu général sur la situation de l'agriculture : propagation de la viticulture, aménagement des forêts, culture du lin, du houblon, du chanvre, écoles et sociétés agricoles, etc., tout y est représenté. Mais, dans cet ordre de recherches, aucun pays n'égale l'Allemagne ; il est vrai de dire aussi que dans aucun pays les résultats des travaux des savants ne sont l'objet d'une aussi sympathique attente et d'une application aussi intelligente.

Il y a vingt ans à peine que la première station allemande a été créée par la munificence du Dr Crusius à Sahlis, près Mæckeren, sur le modèle de celle créée par J. Boussingault, à Bechelbronn, en Alsace, et voici que

l'Allemagne compte déjà plus de trente de ces laboratoires de chimie appliquée à l'exploitation rurale.

Ces établissements sont destinés à faire époque et à ouvrir une nouvelle ère dans l'histoire de l'agriculture.

S'il est impossible de contester les résultats de ces stations et de ces écoles, il est à regretter que l'Allemagne en général soit aussi mal représentée qu'elle l'est à l'Exposition. C'est le cas surtout pour les écoles d'agriculture qui, annexées aux universités, étaient appelées à attirer sur elles l'attention du monde entier et qui malheureusement ne brillent que par leur absence.

Au moins y a-t-il une douzaine de stations agricoles qui se sont fait représenter, quoique les produits de peu d'entre elles suffisent à déterminer la direction précise de leurs travaux. C'est peut-être pour cela qu'on les a disséminées an milieu des éléments les plus hétérogènes; on aura senti combien cette Exposition était peu digne du rang que devraient occuper les stations allemandes.

Avant de passer aux objets exposés par chaque station en particulier, il sera bon de déterminer la direction que chacune d'elles a imprimée à son activité.

Peu d'entre elles consacrent leurs études au domaine de la chimie et de la physiologie animale, parce qu'elles exigent incontestablement un matériel d'exploitation très-considérable et très-coûteux, qui ne permet pas de multiplier les expériences. Cependant parmi les établissements de ce genre, il s'en trouve un certain nombre dont les noms sont connus, tels sont ceux de Halle, Weende, Dresde, Munich, Brunswick et Pommeritz qui ont rendu à la science des services signalés.

La plupart des stations s'occupent de préférence des conditions de croissance et de développement de la

plante. Ici encore, les différentes méthodes suivies par ces stations, dans l'étude de la nutrition des végétaux, constituent une nouvelle distinction entre elles.

La méthode la plus répandue pour déterminer la qualité et la quantité des substances nutritives réclamées par les plantes et leur influence sur ces dernières, est celle qui a été appliquée par le docteur Sachs et qui consiste à faire croître les végétaux dans des substances nutritives dissoutes, c'est-à-dire dans une eau contenant des sels minéraux en dissolution. Une autre méthode consiste à faire les expériences sur des plantes plongeant leurs racines dans du sable quartzeux et traité préalablement par l'acide sulfurique. Cette méthode est pratiquée depuis des années par le Dr Hellriegel à Dahme. Il y a en outre un certain nombre de stations qui s'occupent de l'étude des engrais et aussi, sur l'instigation du Dr Nobbe, d'expériences sur la fécondité des semences.

Chacune de ces spécialités a été au moins nominalement représentée à l'Exposition ; je dis nominalement, ainsi la station de Weende, près Gœttingen en Hanovre (Dr Henneberg), seule exposante parmi toutes celles qui s'occupent de la nutrition des animaux, s'est contentée d'envoyer une collection de son excellent organe, le *Journal d'Agriculture,* ainsi que ses « Essais de fondation d'une nutrition rationnelle des ruminants. » (Brunswick 1860-1864.) La station de Hohenheim (Wurtemberg, Dr E. Wolff) a cru qu'il suffisait d'envoyer un plan de ses serres d'ailleurs très-bien organisées.

Je mentionnerai encore la reproduction plastique de l'analyse des cendres et des éléments constitutifs des principaux fourrages, exposée par l'Académie agricole royale de Poppelsdorf, près de Bonn (Professeur: Dr Freytag).

La station déjà mentionnée de Dahme à Brandebourg (Dr Hellriegel) a exposé des planches coloriées représentant de l'orge, du blé, des petits pois, etc., ayant végété dans des terrains artificiels. Elle cherche, et a déjà en partie réussi, à déterminer quelle est la quantité de substances qui doivent, toutes conditions étant égales pour la croissance, se trouver dans un terrain pour réaliser des maximums de récolte.

La station de l'arrondissement de Cassel, située à Altmorschen (Dr Dietrich), a exposé des photographies de ses bâtiments, des échantillons de plantes et de jeunes arbres de deux ans croissant dans du basalte pulvérisé. Ce procédé sert à montrer le pouvoir spécial que possède chaque plante de s'approprier, par l'activité des racines, les substances nutritives qui lui sont nécessaires.

Une station dont l'exposition mérite beaucoup d'attention, est celle de Tharand, en Saxe (Dr Nobbe), s'occupant principalement de la physiologie des plantes. On y voit deux grandes photographies de plantes nourries dans des dissolutions aqueuses d'éléments nutritifs ; ces photographies expliquées et commentées par un excellent écrit sur le rôle que joue le potassium dans la plante, démontrent un fait très-intéressant, c'est que la formation de l'amidon dans les grains de chlorophylle est impossible sans la potasse, et que le chlorure de potassium et ensuite le nitrate de potasse sont les meilleures combinaisons par lesquelles le potassium puisse être fourni au blé noir.

Cet établissement expose encore un appareil de germination et d'autres servant à expérimenter la valeur des semences ; un tableau énumérant cent différentes falsifications de graines servant à l'agriculture, et enfin trois

tableaux indiquant la quantité et les espèces d'ivraie qui se trouvent dans les semences de lin, de trèfle et de ray-gras livrées par le commerce.

Mentionnons encore, avant de terminer, l'institut œno-logico-chimique du Dr Blankenhorn, à Carlsruhe, qui expose plastiquement des analyses de divers raisins ainsi que des préparations œno-chimiques et microscopiques très-intéressantes.

Si je me suis arrêté quelque temps sur ce sujet, c'est pour montrer ce qui se fait en Allemagne, quels soins les gouvernements, les sociétés d'agriculture et les particuliers prennent pour encourager et développer les recherches et les travaux scientifiques se rapportant à la culture du sol, en fondant des sociétés agricoles et en les dotant de tout le matériel nécessaire.

Nous avons le bonheur de posséder près de Genève, à Calève près Nyon, une station de ce genre, fondée par un chimiste et agriculteur distingué, M. Risler ; il n'est que juste d'attirer l'attention sur cette œuvre entreprise avec un dévouement et une abnégation rares, et qui sera et est déjà d'une immense utilité pour les agriculteurs de notre pays.

GROUPE III

Le groupe III à l'Exposition universelle de Vienne, celui de l'*Industrie chimique*, a été divisé en 5 sections :

La 1re comprenant les produits employés dans la grande industrie et la pharmacie.

La 2e, les produits pharmaceutiques.

La 3e, les matières premières et produits des corps gras (stearine, glycérine, savons, bougies, etc.).

La 4e, les produits de la distillation sèche (pétroles,

huiles diverses, paraffine, benzine, aniline, parfumerie, etc.).

La 5e, toutes les matières colorantes, les encres, les allumettes, les vernis, laques, colles, amidons, etc.

C'est à cette dernière section que je fus particulièrement attaché en qualité d'expert.

La première section est de beaucoup la plus importante, c'est celle qui comprend les fabrications qui sont à la base de toute l'industrie chimique; on n'y rencontre aucune industrie entièrement nouvelle, mais les progrès réalisés dans plusieurs de ses branches, depuis l'Exposition de Paris, sont assez grands déjà pour faire prévoir presqu'une révolution générale dans les procédés usités, soit par l'utilisation de nouvelles matières, soit par l'utilisation plus complète des matières déjà employées, soit enfin par l'emploi de méthodes et de machines plus perfectionnées, ce qui tend toujours à livrer au commerce des produits supérieurs ou meilleur marché.

L'*acide sulfurique* est la base de presque toutes les industries chimiques, et l'on peut aujourd'hui prédire presque sûrement qu'une fabrique d'acide sulfurique doit devenir au bout de fort peu de temps le centre d'industries diverses qui viendront se grouper autour d'elle; aussi devons-nous nous réjouir de ce qu'il s'en est établi une près de nous, à Bellegarde, ce qui ne manquera pas d'attirer de nombreuses fabriques qui pourront se fixer sur le cours du Rhône, de Genève à la Plaine, et y trouver de la force motrice à bon marché.

Autrefois l'acide sulfurique se fabriquait exclusivement au moyen du soufre : maintenant ce corps ayant considérablement augmenté de prix, on ne s'en sert plus guère

que pour fabriquer l'acide très-pur dont ont besoin les fabricants d'acide chlorhydrique (pur d'arsenic) pour les sucreries. La véritable matière première est maintenant le soufre des pyrites, pyrites dont on découvre toutes les années de nouveaux gisements et que nous possédons aussi dans le Valais. Depuis quelques années on recueille aussi l'acide sulfureux qui se dégage du grillage des sulfures de cuivre et de zinc (Blende) suivant la méthode de Hasenclever. Le grillage a trois buts différents; tantôt il s'agit d'obtenir des oxydes métalliques propres à être traités métallurgiquement, et alors on fait peu de cas des gaz qui se dégagent; ou bien on ne cherche qu'à obtenir du soufre, sans attacher d'importance aux oxydes métalliques; ou bien enfin le grillage doit donner des oxydes métalliques propres à la métallurgie et de l'acide sulfureux qui sera transformé en acide sulfurique. Lorsque les pyrites ne sont grillées que dans un intérêt métallurgique, il est évident que les gaz qui s'échappent pendant l'opération n'ont pas d'importance. Dans ce cas on se sert de fours ordinaires à flamme, avec une sole; ou bien, pour économiser de la place et du charbon, avec deux soles superposées. Les gaz s'échappent alors avec ceux de la combustion par la cheminée. Quelquefois cependant on les utilise, comme c'est le cas à la Sternerhütte, près de Lintz s/Rh. et à Ampsin, dans les usines d'alun de MM. de Laminne.

Pour produire du soufre, on fait passer l'acide sulfureux sur du coke chauffé au rouge. Il est évident que si les gaz sont pauvres en acide, le soufre doit revenir très-cher. Cependant maintenant, grâce aux progrès réalisés dans les fours de grillage (fourneaux de Hasenclever, Gerstenhöfer, Perret, etc.), on utilise cette réaction avec

profit. Une autre application plus importante de l'acide sulfureux provenant du grillage est la production de l'acide sulfurique. Cet acide se forme lorsqu'on introduit de l'acide sulfureux avec de l'acide azotique, de l'air et de la vapeur d'eau dans des chambres de plomb. Il se produit de l'acide sulfurique étendu marquant 50° B.

C'est seulement par l'introduction dans les fourneaux à griller de barreaux qu'on peut tourner depuis l'extérieur, qu'il est permis de griller d'une manière plus complète et de livrer des oxydes qui après un triage à la main ne contiennent que de 1 à 1,5 p. °/₀ de soufre. Ces oxydes, avec environ 60 °/₀ de fer et une aussi faible proportion de soufre, peuvent être employés dans la production du fer brut.

Dans le cours des dernières années plusieurs chimistes ont essayé d'éclaircir la théorie du procédé des chambres, ainsi R. Weber, P.-W. Hoffmann, A.-A. Winkler, etc.

Weber conclut de ses essais qu'il est important pour le fabricant d'avoir dès l'abord sur le plancher de sa première chambre un acide qui ne soit pas trop étendu. Cette conclusion a été confirmée par des expériences faites en grand par P.-W. Hoffmann.

Quant aux perfectionnements des appareils, ils concernent d'abord l'amélioration des fourneaux qui servent à brûler le minerai, l'utilisation plus complète des composés oxygénés de l'azote qui sortent des chambres ; et enfin une concentration plus convenable et peu coûteuse de l'acide sulfurique.

Les deux derniers progrès qui consistent, l'un à récupérer le plus possible des composés oxygénés de l'azote, et l'autre à concentrer d'une manière peu coûteuse l'acide des chambres, sont obtenus au moyen de la tour de Glo-

ver, ainsi nommée d'après son inventeur. Cette tour a, autant par son aménagement que par ses dimensions, beaucoup d'analogie avec celle de Gay Lussac.

L'acide sulfurique concentré et saturé de gaz acide nitreux qui sort de la tour de Gay Lussac est élevé sur la tour de Glover. Là l'acide est étendu d'acide ordinaire, ce qui produit le dégagement de la plus grande partie des gaz qui y étaient dissous, gaz qui sont ramenés dans les chambres.

Cependant il en reste une bonne partie en dissolution dans l'acide étendu; mais il en est complétement chassé lorsque, dans la tour, le liquide qui descend et se divise parmi les fragments de coke, rencontre le courant chaud d'acide sulfureux qui se dégage du four de combustion. Le courant chaud de gaz enlève en même temps à l'acide sulfurique qui descend de la tour une quantité d'eau telle qu'il arrive au fond de la tour suffisamment concentré pour servir dans la tour Gay Lussac.

Industrie de la soude. — Il est à peine nécessaire de dire combien les dernières années ont vu naître de travaux sur la fabrication du carbonate de soude.

On a d'abord cherché à mieux comprendre les réactions qui se succèdent dans la méthode de Leblanc; on a surtout mieux observé l'opération du lessivage des cendres. Je ne peux qu'indiquer ici les travaux entrepris dans ce sens par E. Kopp, P.-W. Hoffmann, et surtout les recherches de Scheurer-Kestner sur le four à soude, la déperdition de soude pendant la fabrication, les observations de J. Kolb sur les procédés du lessivage, etc. Tous ces travaux n'ont eu jusqu'ici que peu d'influence sur cette industrie. De même les résultats obtenus par les

perfectionnements apportés aux appareils de Leblanc sont presque nuls.

Les essais faits par Johnson d'introduire les régénérateurs de Siemens dans la fabrication de la soude, surtout pour changer le sel de cuisine en sulfate, sont restés jusqu'ici isolés; de même l'usage des fours de rotation construits il y a vingt ans déjà par Elliot et Russel et perfectionnés plus tard par Stevenson et Williamson, ne s'est pas généralisé. On a essayé aussi de fabriquer de la soude par de nouvelles réactions, différentes de celles de Leblanc. Un remarquable exemple de ce genre a été fourni par les tentatives qu'on a faites, de changer le sel en soude en moyen du bicarbonate d'ammoniaque. Ce procédé, primitivement proposé par Schlösing, date déjà de trente ans. En effet, en 1838, Hemming, Dyar, Gray et Harrison prirent des patentes pour ce procédé. Une fabrique fondée sur ce principe à Puteaux, près de Paris, a fonctionné pendant quelque temps. — Il y a quelque années, Schlösing et Rolland attirèrent de nouveau l'attention sur ce procédé, et tout récemment le célèbre fabricant de paraffine, l'Ecossais Young, a soumis les appareils à une série de perfectionnements qui tendent surtout à supprimer les inévitables déperditions d'ammoniaque. En 1865 déjà, la maison Solvay et Cᵉ à Couillet près Charleroy, en Belgique, a fondé une fabrique qui travaille avec le bicarbonate d'ammoniaque, et en Allemagne plusieurs fabriques se préparent à appliquer la méthode Schlösing en grand (1). En tout cas, le procédé de l'ammoniaque est le seul qui puisse faire une concurrence

(1) J'apprends qu'à La Plaine M. Clavel se propose aussi d'établir une fabrique de soude par le bicarbonate d'ammoniaque.

profitable au procédé Leblanc dans la préparation de la soude, et encore convient-il de le voir à l'œuvre pendant un certain temps avant de pouvoir prononcer un jugement entre ces deux méthodes.

Hyposulfite de soude. — La production de l'hyposulfite est étroitement liée à celle de la soude. Les nombreuses applications qu'on en fait dans la photographie et le blanchiment des tissus ont amené de grands développements dans la fabrication de cette substance. On en tire aujourd'hui une grande quantité des résidus de la fabrication de la soude. Schaffner emploie à cet effet les résidus de soude oxydés d'après sa méthode, et qui contiennent beaucoup d'hyposulfites de calcium. On les traite par le sel de Glauber et on purifie par la cristallisation l'hyposulfite de soude qui s'est formé, après l'avoir séparé du gypse.

Industrie du chlore. — Les progrès les plus importants qui aient été faits dans le domaine des grandes industries chimiques sont ceux qui se rapportent au chlore et à ses dérivés.

Acide chlorhydrique. — Les méthodes de fabrication de cet acide ont subi peu de changements. On l'obtient toujours par l'action de l'acide sulfurique sur le sel de cuisine dans la première phase de la fabrication de la soude. Il est seulement à noter qu'on réussit maintenant à condenser presqu'entièrement les vapeurs d'acide chlorydrique, ce que réclamaient impérieusement les voisins des fabriques de soude et ce qui est d'ailleurs tout à l'avantage du fabricant, les applications et les demandes d'acide chlorhydrique croissant tous les jours.

Chlore. — L'idée de rendre utiles pour de nouvelles opérations ou d'employer avantageusement ailleurs les

quantités colossales de chlorure de manganèse, résultant de la fabrication du chlore, est aussi ancienne que la fabrication du chlore. Jusqu'ici cependant le problème n'a pas été résolu d'une manière qui satisfasse à toutes les exigences. Les meilleurs résultats ont été obtenus par le procédé de régénération de Dunlop, appliqué dans la grande fabrique de Tennant, à Glasgow (traitement du chlorure de manganèse avec du carbonate de chaux par un courant de vapeur ayant de 2 à 4 atmosphères de tension et chauffant de 300° à 400° le carbonate de manganèse qui en résulte). Mais comme le peroxyde de manganèse n'est jamais complétement régénéré et que la construction de ces appareils est très-coûteuse, ce procédé n'a jamais été bien généralement appliqué. Parmi toutes les méthodes les plus récemment proposées pour atteindre ce but, celle de Weldon mérite plus que tout autre qu'on en fasse mention, puisqu'elle est déjà introduite dans un grand nombre de fabriques, ce qui prouve que dans la pratique elle a fait ses preuves d'une manière satisfaisante. Weldon commence par décomposer les dissolutions de manganèse au moyen du carbonate de chaux, ce qui précipite l'oxyde de fer, l'alumine et l'acide sulfurique (sous forme de gypse). Le liquide clarifié est ensuite mêlé dans des vases *ad hoc* à une quantité de lait de chaux suffisante pour que dans le liquide filtré il ne reste plus de manganèse; après avoir ajouté encore la moitié de la quantité de lait de chaux déjà employée, on fait arriver au travers du mélange un courant de vapeur qui élève rapidement la température à 50°-70°, puis on le fait traverser par un fort courant d'air, jusqu'à ce que de blanc il soit devenu noir. On a alors principalement une combinaison de chaux et de peroxyde de manganèse (manganite de calcium.)

Lorsqu'on traite de nouveau ce produit par l'acide chlorhydrique, il y a certainement une quantité d'acide considérable employée à dissoudre la chaux ; cependant, comme la matière est une poudre très-fine, elle est attaquée avec une facilité extraordinaire, et il se trouve d'après Weldon qu'on perd davantage d'acide chlorhydrique en traitant le peroxyde de manganèse naturel. Pour se défaire des masses gênantes de chlorure de chaux en dissolution, que l'on emploie avec peu de succès dans l'arrosage des rues, Weldon a proposé la magnésie au lieu de la chaux. On évapore la dissolution de chlorure de magnésium par la vapeur d'eau surchauffée, et on obtient de l'acide chlorhydrique et de la magnésie qui rentre dans le cycle des opérations. Cette modification du procédé de Weldon a déjà été mise en pratique dans plusieurs fabriques.

Le peroxyde de manganèse devenant de plus en plus cher, on a cherché à le remplacer par une autre substance. Mallet propose le chlorure de cuivre, en se basant sur la propriété que possède ce corps d'enlever à l'air une certaine quantité d'oxygène; puis, ainsi chargé de ce gaz et combiné avec l'acide chlorhydrique, il donne de l'eau et se change en perchlorure de cuivre ; celui-ci chauffé produit du chlore et revient à l'état de chlorure de cuivre. Ce procédé qui semblait aussi promettre une méthode pour produire en grand l'oxygène, puisque la combinaison du chlorure de cuivre avec l'oxygène cède ce dernier sous l'action d'une forte chaleur, ce procédé, dis-je, ne s'est pas acclimaté dans la pratique, peut-être à cause du prix élevé des préparations de cuivre ou bien aussi parce que les réactions ne se produisent pas d'une façon aussi simple et aussi complète que la théorie semble l'indiquer.

La volatilité du chlorure de cuivre ainsi que son influence malsaine sur les ouvriers ont fait renoncer à son emploi.

Orland a cherché à utiliser pour la fabrication du chlore la décomposition produite par une température élevée, d'un mélange d'air et d'acide chlorhydrique en eau et en chlore libre. Cependant c'est Deacon seulement qui réussit à déterminer les conditions dans lesquelles cette réaction peut être exécutée d'une manière assez prompte, assez sûre et assez générale pour baser sur elle un remaniement complet de la méthode employée jusqu'ici dans la fabrication du chlore. Ces conditions consistent à chauffer les gaz de 370°-400°, à et les mettre en contact avec des masses poreuses imbibées de sulfate de cuivre et préalablement recuites. La marche de l'opération se divise probablement en deux phases, dans ce sens que l'oxyde de cuivre contenu dans les masses poreuses est d'abord changé par l'acide chlorydrique en eau et en perchlorure de cuivre qui, traité par l'oxygène, donne du chlore et revient à l'état d'oxyde de cuivre. Lorsqu'on fait cette opération en grand, on l'exécute de façon à ce que le mélange chauffé dans des tuyaux en fer traverse des appareils protégés autant que possible contre tout rayonnement de chaleur. Dans ces appareils se trouvent des boules d'une terre poreuse que l'on a imbibées de sulfate de cuivre, puis recuites. Le gaz riche en chlore passe alors dans de l'eau qui est destinée à retenir ce qu'il peut encore contenir d'acide chlorhydrique, puis il est séché pour entrer ensuite dans les chambres où doit se chlorurer la chaux.

Quoique la méthode de M. Deacon ne se soit fait jour que dans les dernières années, elle a déjà été mise en

pratique dans plusieurs fabriques anglaises et même dans quelques établissements du continent.

Industrie du potassium. — Depuis la production toujours croissante des sels de potassium à Stassfurt, à laquelle s'est ajoutée récemment l'exploitation des dépôts de Kalucz, en Galicie, toutes les autres sources des combinaisons de potassium ont été reléguées à l'arrière-plan. En face de cette production colossale de sels de potassium minéraux, on ne peut accorder qu'un intérêt minime à tous les projets qui tendent à utiliser d'une manière plus complète les sources animales de potasse (suint) ou végétales (mélasses, vinasses, etc.). Cependant la quantité de potasse contenue dans le suint est employée avantageusement pour la fabrication du prussiate jaune de potasse, à cause de la présence simultanée de substances azotées.

Je trouve dans les catalogues allemands de l'Exposition une statistique de l'industrie chimique en Allemagne qui pourra peut-être intéresser quelques personnes; je la reproduis en omettant les années intermédiaires.

NOMS DES PRODUITS	PRODUCTION TOTALE en quintaux		EXPORTATION TOTALE en quintaux		Nombre des FABRIQUES
	1867	1872	1867	1872	
Acide sulfurique	1,156,505	1,685,274	18,747	46,581	21
Sulfates	715,319	1,032,357	14,666	52,000	15
Soude calcinée	524,988	724,539	2,250	3,750	15
Soude cristallisée	120,545	128,776	1,833	3,333	8
Soude caustique	17,800	39,723	1,252	6,431	9
Chlorure de chaux	89,801	114,896	4,452	5,861	8
Potasse	29,422	65,084	11,400	16,850	3
Acide nitrique	33,345	70,376	638	981	13
Salpêtre	60,486	106,222	13,500	23,250	2
Sel d'ammoniaque	8,433	20,619	—	—	3
Alun	19,017	29,000	—	—	1
Sulfate de fer	2,445	11,270	1,000	1,975	5
Sulfate de cuivre	29,300	27,971	—	156	2
Acide acétique	6,403	8,530	—	—	1
Superphosphates	20,000	137,000	6,660	18,330	3
Ammoniaque 0,964 gr. sp.	500	1,050	—	—	1

Quelques mots encore sur Stassfurt et Léopoldshalle, ainsi que sur Kalucz en Galicie, qui fournissent maintenant de potasse le monde entier.

L'industrie des sels de potasse à Stassfurt utilise comme matière première les grands dépôts de sels potassiques qui forment la partie supérieure des dépôts de sel gemme de ce pays-là.

Les principaux éléments qui constituent cette couche sont : la carnallite (chlorure de potassium et chlorure de magnesium hydratés), et la kieserite (sulfate de magnésie hydraté) qui alternent avec des couches de sel gemme plus ou moins pur. On trouve encore comme formation secondaire, la kainite (sulfate double de potasse et de magnésie et chlorure de magnésium), la sylvine (chlorure

de potassium); le premier minéral en couches épaisses, le second disséminé dans la masse; enfin on trouve un peu partout de la boracite, de la tachhydrite, du sulfate de chaux anhydre, de l'astrakanite (sulfate de soude et de magnésie hydraté).

La carnallite, la kainite et la tachhydrite renferment de petites quantités de combinaisons brômées.

C'est en 1860 qu'on a commencé l'exploitation des sels de potasse dans les mines prussiennes. En 1863, 11 fabriques travaillaient 1,288,000 quintaux de sels. En 1872, 33 fabriques travaillaient 10,284,000 quintaux.

Les fabriques de Stassfurt et de Léopoldshalle emploient maintenant plus de 3,000 ouvriers, sans compter les mineurs au nombre de 11,000 environ. Les machines à vapeur représentent une force de 15,000 chevaux.

Les principaux articles de fabrication sont:

Le chlorure de potassium de 80°-90° p. °/₀ de teneur, pour la fabrication du salpêtre, du sulfate de potasse, de la potasse, de l'alun, etc.; production annuelle environ 1,000,000 de quintaux;

Le sulfate de potasse et la potasse, environ 50,000 quintaux;

Les engrais potassiques, 1,250,000 quintaux;

Le sulfate de magnésie brut et cristallisé, 250,000 quintaux;

Le chlorure de magnésium cristallisé et fondu, environ 130,000 quintaux;

Le sulfate de soude cristallisé et calciné, obtenu par l'action du sulfate de magnésie sur le chlorure de sodium, 150,000 quintaux;

L'acide boracique 400 quintaux;

Le brôme, 700 quintaux.

Dans les commencements, le chlorure de potassium se vendait 30 fr. le quintal, maintenant 11 fr. 25. La fabrication des engrais potassiques date de la découverte des mines de Stassfurt.

Le brôme qui autrefois coûtait 60 fr. le kilo, revient maintenant à environ 11 fr.

70 p. °/₀ de l'industrie totale de Stassfurt sont exportés, 30 p. °/₀ seulement sont consommés en Allemagne.

On exploite les sels de potasse minéraux à un seul autre endroit en Europe, à Kalucz en Galicie, depuis 1869. On y rencontre surtout des couches importantes de sylvine et de kainite, tandis que la carnallite, qui se trouve probablement à une profondeur beaucoup plus grande, n'a pas encore été atteinte.

Minium de fer. La fabrique de Hauderghem, près Bruxelles, expose du minium de fer qui paraît devoir être destiné à un assez grand avenir.

Ce minium de fer s'emploie, comme toute autre couleur, avec de l'huile de lin cuite ou non cuite, et dans ce dernier cas on doit y ajouter un peu de siccatif; tous les siccatifs sont bons excepté la térébenthine qui fait couler les couleurs à base de fer.

On peut facilement mélanger le minium de fer avec d'autres couleurs, et l'on obtient de cette façon toute espèce de nuance; employé seul, il a un ton brun foncé.

Le minium de fer a été analysé par Payen; il est composé d'environ 70 p. °/₀ d'oxyde de fer et 30 p. °/₀ d'argile siliceuse. Il est des plus propres à la peinture, car il ne contient aucun composé acide, ce qui rend son application facile sur le fer, la fonte et la tôle; moins brillant que le minium de plomb, il lui est bien préférable par son inaltérabilité et son innocuité. Il sèche un peu moins vite,

mais il ne faïence jamais et son adhérence est plus grande; il revient un peu meilleur marché. Il n'en est plus d'ailleurs à faire ses preuves, vu qu'il a déjà été employé en grand pour le Palais de l'Exposition universelle de Paris, en 1867, exposition dans laquelle il a reçu une médaille d'or (dépôt général : Arnette frères, 4, rue Barbette, à Paris).

Dans la *seconde section* du IIIe groupe, comprenant les produits pharmaceutiques, on remarquait surtout quelques collections remarquables d'alcaloïdes d'exposants allemands et français; des capsules gélatineuses, des eaux ozonifiées, employées comme toniques et désinfectants (Krebs et Kroll à Berlin), des préparations de silicates alcalins, dont on se sert au lieu de savon ou de soude pour nettoyer le linge, pour retirer la graisse des chiffons de machines, quelques poudres à polir, entre autres une diamantine pour polir l'acier, de M. Olivier Mathey à Neuchâtel, et enfin quelques appareils techniques pour certains usages spéciaux.

La *troisième section* comprend les matières premières et produits des corps gras. Il n'y a rien à en dire, si ce n'est que la célèbre maison Sarg, près de Vienne, expose de la glycérine cristallisée et qu'elle purifie cette substance en partie par un procédé qui est d'ailleurs d'une application rare, vu qu'il faut une température fort basse et prolongée pour que la glycérine liquide, entrant en ébullition à 280°, se transforme en cristaux fondants à 8°. Le fait que la glycérine peut cristalliser est déjà connu depuis 1867, mais ce n'est que tout récemment qu'on a songé à utiliser cette propriété pour la purifier. D'ailleurs, les détails statistiques et scientifiques manquent complétement, de sorte qu'on ne peut se rendre compte jusqu'à quel point cette méthode est avantageuse.

Dans la *quatrième section* rentrent les produits de distillation du goudron qui prennent d'année en année une plus grande extension, fournissant directement ou indirectement les produits suivants :

Amoniaque { chlorhydrate d'ammoniaque, sulfate d'ammoniaque.

Benzol brut { benzol, nitrobenzol, toluol, nitrotoluol. } Rosaniline { couleurs d'aniline.

Acide phénique { acide picrique, coralline.

Créosote { huile à imprégner les bois. naphtaline. — Jaune de Martins.

Anthracène { Alizarine (garance artificielle).

L'extraction des huiles minérales et de la paraffine, des lignites, forme une industrie qui appartient presque exclusivement à la Saxe prussienne. Les premiers essais remontent aux années 1855 et 1856.

Les rapports annuels de la Chambre de commerce de Halle accusent pour l'année 1861 une production de 15,000 quintaux de paraffine et environ 64,000 quintaux d'huiles minérales. En 1871, la production s'est élevée à 100,000 quintaux de paraffine, 300,000 quintaux d'huiles minérales et environ 90,000 quintaux de produits accessoires, surtout des huiles de paraffine pour la fabrication de graisse à voiture et de gaz d'éclairage, représentant une valeur commerciale de 15 millions de francs.

Après qu'on eut triomphé des difficultés techniques, cette industrie eut encore à lutter contre la concurrence qui lui était faite par le pétrole américain, qui commença à pénétrer en Allemagne dans les premiers mois de l'année 1860.

On reconnut alors que l'avenir de l'industrie de la lignite était dans la fabrication de la paraffine et les fabricants portèrent tous leurs efforts à augmenter le rendement de ce corps.

L'industrie chimique allemande de la lignite occupait à elle seule, en 1871, 2668 ouvriers, sans compter les mineurs. Les huiles à brûler se consomment généralement dans le voisinage des mines, dans le royaume de Saxe et en Autriche. La fabrique Hübner, en particulier, expédie dans ce dernier pays de grandes quantités de pétrole allemand qui peut soutenir la concurrence du pétrole américain. Dans toute l'Allemagne et en Autriche on emploie les huiles de paraffine claires et foncées pour la fabrication de la graisse de machines, mais c'est surtout pour la fabrication du gaz qu'on s'en est fréquemment et avantageusement servi dans ces derniers temps. Le quintal de cette huile fournit 30 mètres cubes d'un gaz dont la lumière est 3 ou 4 fois plus forte que celle produite par le gaz ordinaire.

La paraffine qu'on obtient, (degré de fusion 30°-60° C.) est consommée en Allemagne, le reste est exporté. Les paraffines, à point de fusion plus élevé et plus dures, servent principalement à la fabrication des bougies; quant aux espèces de qualité inférieure, on les mêle à la cire et à la stéarine. On les emploie aussi dans d'autres industries, dans la fabrication des allumettes que l'on en imprégne, dans les raffineries de sucre où elles remplacent le beurre dans les chaudières de saturation, dans les fabriques de jouets d'enfants, etc.

La *cinquième section* comprend les substances tinctoriales, les résines, vernis, colles et encres.

Parmi les couleurs minérales, il y en a deux qui, pour

le chiffre de leur production, occupent le premier rang; l'une, très-ancienne, est le blanc de plomb (céruse), et l'autre, plus récente, est le blanc de zinc. L'Allemagne seule en exporte 80,000 quintaux. Dans ces dernières années, on a fait de grands efforts pour remplacer le blanc de plomb, qui est un poison violent, par le blanc de zinc qui est complétement inoffensif.

En Allemagne, la consommation annuelle de blanc de zinc s'élève actuellement à 250,000 quintaux. C'est à ces efforts aussi qu'on doit attribuer le rapide accroissement des fabriques de blanc de baryte qu'on trouve à Cologne, Berlin, Schweinfurth et Mannheim, etc.

Toujours au point de vue sanitaire, il faut se réjouir de voir employer de plus en plus le vert de chrôme (vert de Guignet), qui peut remplacer, dans beaucoup d'usages, le vert de Schweinfurth et autres couleurs vertes vénéneuses; quelques fabriques allemandes le livrent au commerce d'une qualité très-supérieure. Les couleurs de chrôme, du jaune clair au vert foncé, trouvent de jour en jour plus de preneurs. On les fabrique dans plus de cent nuances différentes.

L'outre-mer est fabriqué presqu'exclusivement en Allemagne et en France; c'est Gmelin qui l'a découvert en même temps que Guimet en France. L'Europe entière en produit 150,000 quintaux par an, représentant une valeur de 16,000,000 de francs. Une couleur faisant sensation à l'Exposition, c'est de l'outre-mer violet, d'une belle nuance, exposé par la fabrique de Nuremberg; les procédés de fabrication sont tenus secrets, et je ne crois pas que ce soit encore un produit commercial. D'après Scheffer, dans la fabrication de l'outre-mer on obtient d'abord une substance jaune, qui par la suite de l'opération passe au rouge, puis au violet et enfin subitement au bleu.

Mais ce sont les couleurs d'aniline qui attirent le plus l'attention : leur fabrication a pris un grand développement et plusieurs nouveaux procédés ont été découverts ces dernières années. Tout le monde sait que le goudron est le point de départ de cette fabrication; on en retire par distillation le benzol et le toluol qui, nitrés, puis réduits par le fer, donnent par leur mélange l'aniline, point de départ de toutes les couleurs. On est frappé du développement de cette industrie, surtout en Allemagne, lorsqu'on réfléchit que les premières découvertes ont été faites en Angleterre en 1856 (Perkin, Hofmann), et en France en 1859-60 (Verguin, Bechamp, Girard et de Laire, Monnet, etc.). La valeur des couleurs fabriquées s'élevait à 9 millions environ en 1862, et maintenant à plus de 40 millions. L'Allemagne seule entre dans ce chiffre pour la moitié et emploie environ 35,000 quintaux d'aniline par an, dont elle tire une bonne partie de l'étranger. Le plus grand progrès obtenu dans cette branche de l'industrie est la fabrication de la fuchsine sans acide arsénique d'après la méthode de Coupier, c'est-à-dire par l'action du nitrobenzol, mélangé de nitrotoluol sur l'aniline brute, en présence d'un métal et d'un acide (zinc et acide chlorhydrique). Cette réaction, connue depuis longtemps, n'a pu réussir en pratique que depuis 1872, et c'est surtout à la fabrique de MM. Meister Lucius et Brüning à Höchst s/M. qu'on en doit la réalisation.

Il faut remarquer que des isomères de la toluidine mélangés avec l'aniline, c'est la paratoluidine (toluidine liquide) qui donne la fuchsine pouvant le mieux se transformer en bleu et en violet. De plus, en faisant cristalliser la fuchsine, on l'obtient d'une nuance plus jaune lorsque la liqueur est neutre ou chargée de sel marin, plus bleue, au contraire, lorsque la liqueur est acide.

Le rendement en fuchsine est de 28 °/₀ par la nouvelle méthode au lieu de 30 °/₀ par l'ancienne.

Le second grand progrès est dû à M. Lauth, chimiste chez M. Poirrier à Paris, qui fabrique sans se servir de l'iode les violets de méthylaniline par l'oxydation directe de l'aniline méthylée par le nitrate de cuivre, du sel et de l'acide acétique; on chauffe avec addition de sable entre 40°—70°; il reste du métal dans la combinaison.

Les bleus ne sont presque plus fabriqués par l'action des iodures méthyliques ou éthyliques sur la rosaniline, mais en faisant réagir du chlorure de benzyle sur le violet de méthylaniline. Ces bleus sont d'une nuance incomparable, sont solubles dans l'eau et se fixent sur la laine et la soie avec la plus grande facilité dans des bains de teinture légèrement acides. En poussant l'addition de molécules de benzyle, on obtient un vert, mais peu solide et peu beau, il se forme aussi beaucoup de résines.

Un nouveau vert s'obtient par le nitrate de méthyle et le violet de méthylaniline. La maison Poirrier en fabrique de grandes quantités. Jusqu'à présent on n'avait pas réussi à bien teindre la laine avec les verts d'aniline; M. Lauth y a réussi en la mordançant préalablement dans un bain d'hyposulfite de soude; le soufre en émulsion dans l'eau se fixe sur la fibre et la rend apte à attirer le vert.

Un autre bleu nouveau est celui de diphénylanime qu'on obtient par l'action de l'hydrochlorate d'aniline sur l'aniline sous pression; il est moins employé que le bleu de lumière, parce qu'il est moins beau de jour, par contre il est plus brillant de nuit. On peut dire, en général, que les chlorures benzyliques donnent des bleus plus bleus que les chlorures méthyliques ou éthyliques.

Un produit accessoire dans la fabrication de la fuchsine

est la grenadine, chrysotoluidine, palatine; on s'en sert pour teindre les laines. Si l'on soumet le produit brut à l'action réductrice du zinc, on obtient un jaune nommé Gisela. La teinte dite Bismark est aussi un produit de réduction. Ces couleurs sont employées toutes deux pour les cuirs.

L'induline provient du traitement des résidus par l'acide sulfurique.

La coralline ou azuline est une couleur qui tend de plus en plus à se répandre. La coralline jaune, acide rosolique, s'obtient par l'action de l'acide oxalique et de l'acide sulfurique sur l'acide phénique. Associé à la fuchsine, ce corps produit des nuances cerises très-pures, mais pour l'employer en teinture, il faut animaliser les tissus. La coralline rouge provient de l'action de l'ammoniaque en vase clos à 150° environ, sur l'acide rosolique; c'est une couleur très-peu solide. Enfin, l'azuline s'obtient en chauffant à 180° l'acide rosolique avec l'aniline ou la naphtylamine, en présence d'une petite quantité d'acétate de plomb; c'est ce qu'on appelle aussi le bleu de lumière.

La safranine est aussi maintenant très-demandée par les teinturiers. C'est une couleur d'aniline obtenue par l'action de l'aniline sur la base diazotée, puis oxydation par l'acide chromique ou nitrique, donnant toutes les nuances de rose au ponceau; elle coûte environ 200 fr. le kilo. On teint la soie au savon, le coton doit être mordancé à l'acétate de plomb à froid, puis lavé à 58°, enfin passé en couleur à 64°; on obtient sur le coton des teintes variant du jaune à la couleur cerise; pour avoir une couleur ponceau, il faut d'abord teindre au curcuma.

Enfin, la plus grande découverte dans l'industrie des couleurs est due à MM. Grœbe et Liebermann qui, en

1868, reconnurent que la garance dérivait de l'anthracène et réussirent à obtenir cette couleur synthétiquement.

L'anthracène est un carbure d'hydrogène qu'on retire des dernières parties de la distillation du goudron et dont la valeur nulle autrefois est maintenant d'environ 12,000 francs la tonne. L'alizarine, garance artificielle, a fait son chemin rapidement; en 1870, les premiers échantillons furent lancés dans le public, et maintenant un grand nombre de fabriques se sont fondées, surtout en Allemagne, pour exploiter cette industrie lucrative. On trouve déjà dans le commerce plusieurs sortes d'alizarine; la meilleure, sous forme de pâte, renferme 10 % de matière colorante pure et les autres qualités contiennent de plus ou moins grandes quantités d'une substance jaune qui se forme en même temps que l'alizarine, surtout lorsqu'on emploie dans la fabrication trop d'acide sulfurique. La première qualité sert à teindre en rouge et violet; les autres qualités donnent des teintes plus jaunes. Le procédé de fabrication est le suivant : on oxyde l'anthracène, par l'acide chromique ou un chromate, ou par l'acide nitrique, et on obtient l'anthrachinone; celui-ci est traité par l'acide sulfurique, on élimine l'excès de l'acide par le carbonate de chaux, puis on traite par le carbonate de potasse ou de soude; ou bien on fait agir directement l'acide sulfurique sur l'anthracène et on oxyde après. Le disulfo-anthrachinone, obtenu d'une manière ou d'une autre, est ensuite chauffé en dissolution concentrée avec trois fois son poids de potasse ou de soude caustique, puis on précipite la matière colorante par un acide.

L'alizarine a l'avantage sur la garance naturelle qu'on peut mélanger le mordant avec la couleur, ou même s'en passer; les nuances sont aussi plus franches. Pour 1872,

la production totale s'élève déjà à 22,000 quintaux de pâte à 10 °/₀ ayant une valeur de 16,000,000 de francs. Le goudron renferme 0,5 °/₀ environ d'anthracène, la production totale, étant de plus de 5 millions de quintaux, est suffisante pour couvrir toutes les demandes d'alizarine; la consommation actuelle de garance est de 1 million de quintaux valant 40 millions de francs.

GROUPE V.

Le 5e groupe comprend les *matières textiles*. Quelques mots sur ce sujet pourront peut-être intéresser. On ne connaît généralement en fait de matières textiles que la soie, la laine, le coton, le lin et le chanvre, et pourtant les pays d'outre-mer nous en ont révélé beaucoup d'autres.

Le règne animal ne nous fournit qu'une très-petite variété de matières textiles, mais ce sont les plus importantes. Nous n'insisterons pas sur les poils de lapin, de vache, de chameau, et de cheval, qui n'ont donné que des résultats relativement insignifiants.

Par contre, la laine a acquis une importance énorme. Celle de Bohème est connue pour sa finesse; celle d'Angleterre est devenue un produit particulier dans son genre, grâce aux soins donnés à l'élevage des moutons.

Quant à la soie, la Chine, le Japon et le Turkestan montrent à l'Exposition leurs procédés pour dévider les cocons; l'Italie est représentée par ses organsins; enfin, la Russie, la Mandschourie et les provinces de l'Asie, ont exposé des cocons variant entre la grosseur d'un haricot et celle d'un œuf de poule.

Ces différents cocons sont produits par le bombyx textor, bombyx Huttoni, etc.

En Italie, on a de tous temps fait des objets de luxe avec la barbe d'une espèce de moule, la *Pinna nobilis*. Cette barbe se compose de fibres jaunes et soyeuses, tirant sur le vert. On en a fait un tissu très-beau, mais qui ne se vend guère qu'en Italie et n'est pour l'Europe septentrionale qu'un objet de curiosité.

En Russie on fait de très-beaux tissus avec le duvet de cygne : mais c'est une industrie qui exige beaucoup trop de temps et de peine pour se répandre au dehors.

Quant au règne minéral, il ne fournit guère que l'or et l'argent des broderies qui figurent sur les habits de gala.

Un autre produit minéral, l'amiante, ne sert plus que pour les coussinets des machines ainsi que pour fermer plus hermétiquement toutes espèces de jointures entre métaux.

Enfin un dernier produit minéral que l'on a cherché à utiliser comme matière textile, c'est le verre, dont l'emploi cependant est fort restreint.

Parmi les matières textiles fournies par le règne végétal, l'une des plus récentes et en même temps l'une des plus importantes, c'est la jute. Ce végétal que peu de gens connaissaient avant le milieu de ce siècle occupe aujourd'hui de nombreuses fabriques disséminés dans toute l'Europe.

La jute est la fibre du liber d'un arbre qu'on appelle le *Corchorus*. Les peuplades de l'Asie s'en sont servies de tous temps; mais ce n'est que dans ces dernières années qu'on s'est mis à cultiver cette plante pour la fabrication d'Europe, et l'on voit à l'Exposition un grand nombre de tentures, de tapis fabriqués avec cette matière. Le royaume de Tunis, Ceylan, l'île de Java, l'Inde, le Caucase, la Chine, le Japon fournissent un grand nombre de

végétaux analogues à la jute. Tels sont les musacées, les broméliacées qui forment une branche importante de l'industrie de ces pays. Les broméliacées donnent environ 40 p. °/₀ d'une fibre très-tenace et se trouvent surtout dans le Brésil. Les Indiens en font un tissu très-fin appelé Tallinanas.

Parmi les liliacées, nous distinguerons le yucca dont une espèce appelée le *Phormium tenax* est très-connue en Europe sous le nom de chanvre de la Nouvelle-Zélande. Ce produit très-brillant et très-ferme sert à faire des cables et des cordages. L'île Maurice fournit encore des fibres d'Hibiscus, de Latania, d'Agave, etc.

Une musacée fort employée aussi c'est le soi-disant chanvre de Manille. Les fibres des malvacées ne sont pas moins recherchées. Certains palmiers dont la fibre est inusable servent à faire d'excellents tapis et des cordages.

Le bambou est encore une plante précieuse par les nombreux usages qu'on fait de presque toutes ses parties, comme fibre textile, matériel de construction, etc. On a essayé de l'acclimater en France, en Algérie, en Angleterre; on cherche à en utiliser la fibre pour la fabrication du papier. Les palmiers ne sont pas moins utiles. Enfin différentes orties sont encore employées avec succès.

On trouve aussi en Russie une autre plante très-utile, c'est l'*Apocynum* que les habitants appellent kendyr et dont on fait d'excellents cordages. La même plante se trouve à Tunis et en Algérie, où ses capsules séminales contiennent une espèce de coton.

Cela nous amène à parler des plantes dont la substance textile n'est pas la fibre, mais cette espèce de laine qui entoure leur semence. Elles sont peu nombreuses; outre le coton, il n'y a guère que l'*Asclépias*, différentes espèces

de *Bombax* (mauves) cultivées dans les colonies hollandaises et la *Typha latifolia* de Tunis.

GROUPE VI.

Le 6e *groupe* comprend l'industrie du cuir et du caoutchouc. Là non plus, rien de bien nouveau à signaler. La fabrique de MM. Allégatière à Lyon continue ses essais de tannage au bois de *châtaignier*, et expose de fort beaux produits obtenus avec ce bois. L'Australie nous envoie des extraits d'écorce de chêne et de sapin, mais aucune fabrique ne les ayant encore essayés en grand, on ne peut encore dire quel avenir est réservé à ce produit.

Ce qu'il y a de plus remarquable et qui intéresse aussi l'industrie forestière, ce sont deux procédés assez nouveaux pour écorcer les bois en dehors du temps de la sève. Les premiers essais furent faits par M. Maître qui opérait au moyen de vapeur d'eau sans pression. Cette méthode a été examinée de près dernièrement sous les auspices du gouvernement badois, par un forestier, un chimiste et un tanneur. Je dois dire que le rapport que ces experts ont publié ne me paraît pas très-favorable à cette invention. En effet, la main d'œuvre est considérable, la quantité de combustible nécessaire assez grande, et l'écorce elle-même renferme environ 2 °/₀ d'acide tannique de moins que l'écorce prise au moment de la sève; de plus les peaux tannées avec l'écorce d'hiver ou d'automne présentent près de 2 °/₀ en poids de moins que les peaux tannées avec l'écorce du printemps.

Le second procédé est celui de M. de Nomaison, ingénieur à Paris. Il repose sur le principe qu'en portant rapidement au moyen de vapeur sèche surchauffée, du bois encore vert à une température élevée, les liquides qu'il

contient entrent en ébullition et s'en échappent de sorte que le bois s'écorce avec une grande facilité. M. de Nomaison se sert d'un générateur vertical tubulaire à foyer intérieur dans lequel la vapeur est chauffée à 170°; toute sa machine ne pèse que 238 k., elle est donc facilement transportable; le bois est placé dans trois cuves en bois en communication avec le générateur, le travail est continu et on peut écorcer par jour, avec une équipe de 4 hommes, 10 à 12 stères donnant environ 1100 k. d'écorce. — L'écorçage artificiel en forêt est certainement possible au grand avantage du forestier, mais ce qui est loin d'être prouvé, c'est que le tanneur y trouve aussi le sien; M. de Nomaison ne donnant aucune indication sur la teneur de l'écorce en acide tannique et ne mentionnant aucun résultat de tannage.

GROUPE VII.

A propos du 7e *groupe*, deux mots sur la *damasquinerie*, qui est un des arts les plus anciens, comme le prouvent de nombreux objets plus ou moins bien conservés. Cet art fleurit surtout au XVe siècle, du temps des fournisseurs des Médicis et des Farnèse, alors qu'il était représenté par Michelange, Romero, les trois frères Piccinini, etc.

Avec l'Italie, l'Allemagne rivalisait dignement par ses armures sur lesquelles on damasquinait les dessins originaux des grands-maîtres.

Les Français ne tardèrent pas, grâce à leur facilité habituelle, à s'approprier cet art; mais au bout d'une trentaine d'années, ils tombèrent dans le maniérisme.

Les Espagnols, qui avaient reçu la tradition des Maures, surent perfectionner leur style. Les célèbres fabriques d'armes de Tolède et de Madrid en font encore

foi. Un bouclier sortant des ateliers de Tolède, qui a été acheté pour le Musée autrichien des arts et métiers, nous reporte au plus beau temps de l'art espagnol. Deux fabricants d'Ailar, province de Guipuzcoa, exposent différents objets d'ornement décorés de charmantes arabesques.

On peut distinguer deux genres différents dans la damasquinerie; ou bien l'on trace sur la surface du fer des traits parallèles suivant trois directions différentes, dans lesquels on introduit des fils d'argent ou d'or, suivant le dessin que l'on cherche à reproduire, et que l'on fixe par le martelage; c'est le véritable damas. Ou bien on reproduit avec un poinçon le dessin, puis on introduit dans la gravure de l'or ou de l'argent en feuilles; c'est ce que l'on appelle incruster. Dans les deux procédés, la damasquinerie une fois obtenue, on polit, puis on chauffe l'objet dans de la cendre, afin de donner au fer une couleur plus foncée.

Un vase s'est fait particulièrement remarquer à l'Exposition par le fait que sa base et son anse sont en fer damasquiné, tandis que le vase lui-même est en porcelaine anglaise.

Un Parisien a trouvé une nouvelle méthode pour damasquiner le bronze; il rend la gravure sur le métal plus profonde au moyen de l'acide nitrique, puis par un courant galvanique, il y introduit l'argent ou l'or.

La Perse, qui autrefois se dinstinguait par ce genre de travail, n'a rien envoyé de remarquable; par contre, les objets venus des Indes sont inimitables, soit pour la forme, soit pour le bien fini et le bon goût. On les fabrique surtout dans le Pendjab et le Goojerat.

GROUPE IX.

La 9e *groupe* comprend la céramique, la verrerie et les

objets en pierre. Je n'ai pas à m'occuper ici de la céramique qui était admirablement représentée à l'Exposition, puisqu'un délégué spécial doit faire un rapport sur ce sujet.

Quant à l'*industrie du verre*, elle a pris une extension qu'on ne lui aurait certes pas prédite au commencement de ce siècle; elle la doit surtout à la multiplication des ressources techniques qui sont venues se mettre à sa disposition.

Le verre qui ne pouvait se fabriquer autrefois que là où se trouvaient à la fois du bois, du quartz et de la potasse, peut se fabriquer aujourd'hui partout où l'on veut; car on a remplacé le bois par la houille ou le gaz, et la potasse tend à être remplacée par le sel de Glauber. Quant au quartz, on lui substitue de plus en plus divers minéraux contenant de l'alcali, tels que le granit, le basalte, le porphyre, la marne; ces minéraux servent surtout à fabriquer le verre ordinaire pour bouteilles à vin et à eaux gazeuses, flacons de pharmacie, bombonnes à acides, etc.

L'application du verre fondu devient de plus en plus générale, grâce aux progrès qui ont été faits dans cette branche de fabrication. On en fait des dessus de tables, plaques de trottoirs, cuves de brasseurs de toutes formes et de toute dimension, tuiles, etc.

On a réussi aussi à fabriquer des verres pour les instruments d'optique d'une telle puissance de réfraction, qu'on renoncera bientôt à l'emploi des minéraux rares et chers dont on se sert encore. On ne tardera pas à utiliser pour cette spécialité les verres de bore, de thallium et ceux d'aluminium qui ne servaient jusqu'ici qu'à la fabrication des pierreries artificielles.

Un autre emploi, qui se généralise de plus en plus, consiste à en faire des coussinets de machines comme on a pu le voir pour la première fois à l'exposition de Paris en 1867.

La fabrication des mosaïques sur verre, qui fleurit surtout en Italie, a certainement fait aussi des progrès.

On voit aussi à l'Exposition du verre tissé, dont on fait des objets de luxe et de mode ainsi que des articles industriels.

On a aussi beaucoup employé dans ces dernières années le verre massif pour fabriquer des presse-papier, porte-montre, supports de thermomètres et autres objets affectant toutes les formes imaginables.

Les lustres de verre maintiennent leur marché, malgré la grande concurrence que leur font ceux de bronze, de zinc, de fonte, etc.

Enfin, la fabrication des thermomètres, baromètres et autres appareils de physique et de chimie a pris une telle extension qu'on peut avoir aujourd'hui ces produits à des prix très-bas. Il faut dire que c'est souvent aux dépens de leur qualité.

GROUPE XI.

Dans le 11e *groupe* rentre l'*Industrie du papier*. Les fabriques d'Europe livrent chaque année au commerce 900 millions de kilos de ce produit. C'est assez dire combien cette industrie a pris d'extension. Mais pour arriver à de pareils résultats, il lui faut une quantité de matières premières qui soit proportionnée à sa production. Elle emploie, à cet effet, toute substance fibreuse, végétale ou animale, susceptible d'être divisée en parties très-petites; mais le produit varie en qualité selon l'espèce de fibre dont on se sert.

Ce n'est pas, à proprement parler, la fibre que l'on emploie, mais plutôt la cellulose qui forme pour ainsi dire le squelette de la plante. Autrefois, les vieux chiffons servaient exclusivement à la fabrication du papier; mais il y a longtemps que ces rebuts d'étoffe ne suffisent plus; aussi depuis 300 ans cherche-t-on des matières propres à les remplacer. On essaya d'abord en Italie la paille, mais l'on ne réussit qu'à faire du papier d'emballage ; puis on essaya la tourbe, les aiguilles des conifères, l'ortie, le chardon et autres plantes fibreuses qui se trouvaient à portée. Mais les papiers de meilleure qualité se fabriquaient exclusivement avec des chiffons, chiffons qui par l'usure, les lavages, le blanchiment au soleil devenaient de plus en plus souples et blancs; tous les chiffons étaient bons sauf ceux de soie. — Au commencement de ce siècle, Scheele découvrit le chlore et Leblanc la fabrication artificielle de la soude. A la fin du XVIIIe siècle, Schäffer, puis Keller vers 1840, et enfin Vœlter s'occupèrent activement d'introduire la pâte de bois dans l'industrie du papier.

Vœlter, après avoir dépouillé le bois de son écorce, de ses branches et de ses nœuds, le broie au moyen de meules et finit par obtenir une pâte qui forme maintenant la matière principale des papiers de qualité inférieure. Les espèces de bois qui sont surtout employées sont le sapin, le pin, le peuplier et en général tout bois relativement blanc et tendre. En Angleterre, où le bois est rare, mais ou par contre les substances chimiques et le combustible sont bon marché, on se sert depuis quelques années de paille. Après avoir été triturée, on la traite par la soude caustique à chaud, puis on lave pour enlever la silice et autres matières étrangères; enfin on blanchit par le chlore.

L'usage de la cellulose de la paille s'est maintenant répandu dans presque tous les pays; elle donne un produit pouvant servir à fabriquer les papiers les plus fins. Dans ces dernières années, la paille ne suffisait plus à la consommation des fabriques de papier d'Angleterre, et l'on emploie maintenant en grande quantité la *Stipa tenacissima*, espèce de genêt qu'on traite comme la paille; cette plante croit sur les bords de la Méditerranée, là où aucune autre végétation ne peut subsister. La consommation en est si grande (100,000 tonnes par an en Angleterre seulement) que cette plante coûte aujourd'hui 130 francs la tonne, tandis qu'autrefois elle en coûtait à peine le quart. On se sert encore en Angleterre des fibres de la jute et de la sandridge (roseau des sables), sans compter la pâte de bois que l'on importe en grande quantité; par contre on a renoncé au lichen dont le prix de revient est devenu trop élevé.

En Orient, on se sert pour la fabrication du papier principalement du bambou, de l'agave, de la jute, et de différents palmiers.

La fabrication de la pâte de bois pour l'industrie du papier n'a pris une grande extension que depuis que l'on s'est appliqué à régénérer la soude employée. La revivification des alcalis employés en papeterie comporte trois opérations distinctes: 1° Séparation de la pâte de la liqueur noire provenant de la combinaison de la soude avec les parties solubles des végétaux, et subsidiairement lavage de la pulpe produite par l'opération du lessivage au moyen d'un laveur méthodique continu.

2° Evaporation de la liqueur noire contenant des combinaisons sodiques, et incinération du produit; l'évaporateur le plus répandu est celui de M. Porion évaporant au-

delà de 12 kilog. de liquide par kilog. de combustible employé.

3° Caustification de la soude récupérée ; on arrive par ces trois opérations à revivifier, d'après les indications de M. Lespermont, jusqu'à 85 p. $^0/_0$ de la quantité de soude employée avec une dépense de charbon ne s'élevant pas au-delà de 2 $^1/_2$ kilog. par kilog. de carbonate de soude.

Encore quelques mots sur l'*utilisation des déchets*. On a eu l'excellente idée d'exposer à part (Exposition additionnelle) les industries s'occupant de l'utilisation des déchets. Je ne citerai ici que quelques utilisations nouvelles. Ainsi les rognures de fer-blanc sont traitées, d'après la méthode de Higgin, par l'acide chlorhydrique et le salpêtre pour leur enlever l'étain (de 3 à 5 p. $^0/_0$). Il reste du fer que l'on emploie de nouveau en métallurgie, ou bien dont on fait du sulfate de fer, en le traitant par l'acide sulfurique dans des cuves de bois doublées de plomb. Ce produit est employé soit comme désinfectant, soit dans la teinture, surtout pour la soie à laquelle il donne naturellement beaucoup plus de poids, au grand avantage du fabricant et au grand désavantage du consommateur. Le chlorure d'étain que l'on a obtenu est un excellent mordant pour les laines et demi-laines qui doivent être passées aux couleurs d'aniline. Mais, de la plus grande partie de la liqueur obtenue, on précipite l'étain à l'état métallique par le zinc ou le fer ; le chlorure de zinc ou le chlorure de fer qui se produit ainsi est employé comme désinfectant ou pour imprégner les bois qu'on veut conserver.

Une autre utilisation de déchets intéressante est celle

du gypse. La fabrication des boissons gazeuses ayant énormément augmenté depuis quelques années, le gypse devenait embarrassant pour les fabricants obtenant l'acide carbonique par l'action de l'acide sulfurique sur le carbonate de chaux.

Il y a une dizaine d'années on avait remplacé le carbonate de chaux par le carbonate de magnésie naturel (magnésite), on obtenait ainsi comme produit secondaire du sulfate de magnésie cristallisé qui se vendait bien; mais la matière première étant relativement chère et cette méthode se généralisant, le sulfate de magnésie perdit rapidement de sa valeur mercantile et l'acide carbonique revint trop cher, de sorte qu'on fut obligé d'employer de nouveau le procédé primitif. Pour pouvoir utiliser ce gypse, on le mélange avec un autre rebut, avec l'écume qui se produit lorsqu'on porte à l'ébullition une dissolution de soude ou de potasse avec un lait de chaux (pour obtenir une lessive caustique dans la fabrication du savon, etc.). Cette écume principalement composée de carbonate de chaux est mélangée avec le gypse provenant de la fabrication des eaux gazeuses, puis on presse la masse obtenue et l'on en forme de petits prismes qui, une fois secs, remplacent avec avantage la craie naturelle.

Une autre utilisation de déchets est celle des résidus de la fabrication du cyanure de potassium, résidus dont on fait du bleu de Prusse.

Pour fabriquer le ferro-cyanure de potassium, on emploie toute espèce de déchets de corne, de cuir, des plumes d'oiseaux, du sang dont on a retiré l'albumine; on se sert de fours à flamme directe dans lesquels les substances azotées sont mélangées avec de la potasse et des tournures de fer. Cette fabrication d'ailleurs laisse encore

beaucoup à désirer, car c'est à peine si l'on retrouve dans le produit 20 p. % de l'azote employé. La substance fondue est dissoute au moyen de la vapeur dans une cuve à double fond, puis par plusieurs cristallisations on obtient le prussiate de potasse pur qu'on emploie dans différentes industries; il reste du sulfate de potasse.

Les résidus de la soude devenaient par leur masse un embarras de plus en plus grand pour le fabricant, en même temps qu'une véritable peste pour tout le voisinage par les gaz délétères qui s'en dégageaient. C'est principalement à Max Schaffner, à Mond et à Gossage, qu'on doit d'avoir trouvé les moyens de rendre utile une matière jusque-là non-seulement inutile mais encore nuisible.

Schaffner expose les résidus en tas à l'action de l'air pendant plusieurs semaines; il épuise par l'eau, laisse de nouveau exposé à l'air, puis épuise de nouveau; il porte la dissolution obtenue à l'ébullition et ajoute de l'acide chlorhydrique de 10° à 15° B. L'acide sulfureux qui se dégage est conduit dans une dissolution fraîche et produit un précipité de gypse et de soufre. Ce précipité est chauffé sous l'eau dans une espèce de marmite de Papin à environ 115°, le soufre fond, vient à la surface et on l'obtient ainsi très-pur.

Mond accélère l'oxydation en faisant traverser les résidus par un courant d'air au moyen d'un ventilateur.

Schaffner propose en outre d'employer les résidus dont on a ainsi enlevé le soufre, pour les talus de chemin de fer. Ces résidus jouissent en effet à un haut degré de la propriété de conserver le bois; des expériences faites à ce point de vue, il y a plusieurs années déjà, ont parfaitement réussi.

L'utilisation de ces résidus a pris un tel développe-

ment depuis à peine douze ans qu'on peut estimer à plusieurs millions par année la quantité de soufre qu'on en retire et qui était autrefois complétement perdue; une seule fabrique d'Allemagne retire de ses résidus de soude plus de 100,000 quintaux de soufre par an.

On a cherché aussi à tirer parti des déchets de la fabrication du vin.

La lie de vin distillée donne de l'eau-de-vie ou de l'alcool; le marc aussi. Quant aux éthers qui se produisent lors de la distillation, on les emploie pour donner au vin du bouquet et pour la parfumerie. Les pépins de raisin contenus dans le marc fournissent encore 12 à 15 p. % d'huile pouvant servir aux usages culinaires, et les enveloppes de ces mêmes pépins donnent un produit acide analogue au tannin et qui joue un certain rôle dans la fabrication du champagne.

Lorsque le marc soumis à la distillation a dégagé son alcool, on en retire encore du tartre brut. Ce tartre débarrassé de ses impuretés sert à faire le cristal tartari des pharmaciens. Enfin, après l'extraction de tous les produits que je viens d'énumérer, les résidus servent encore à faire d'excellent gaz d'éclairage, du noir de fumée ou de l'engrais.

Ici je termine; non pas que j'aie relaté tout ce qu'il y avait d'intéressant et d'instructif dans ma branche spéciale à l'Exposition, mais parce que je n'ai pu tout voir et bien voir, et qu'il aurait fallu y consacrer beaucoup plus de temps. Cependant j'espère avoir réussi à donner un aperçu général des industries chimiques et des procédés qui y sont employés, du moins en ce qu'ils ont de nouveau. Il ne me reste plus qu'à former le vœu que ce rapport puisse être utile à quelques-uns de mes concitoyens.

Ouvrages consultés et employés pour ce rapport:

Amtlicher Katalog der Ausstellung.
Internationale Ausstellungs-Zeitung (Neue Freie Presse).
Dingler: Polytechnisches Journal.
Wagner: Jahres-Berichte.
Muspratt: Chemistry.
Wurtz: Dictionnaire de chimie.
Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.
Compte-rendu de l'Académie des Sciences.
Abel: Moniteur scientifique.
Chemical news.
Bulletin de la Société de Chimie de Paris.
Opuscules divers de Hofmann, Hasenclever, Winkler, Scheurer-Kestner, P.-W. Hofmann, etc.

Emile ADOR.

RAPPORT

SUR

L'INSTRUCTION PUBLIQUE

A L'EXPOSITION DE VIENNE

EN 1873

PRÉSENTÉ

AU CONSEIL D'ÉTAT

PAR M. TOGNETTI.

GENÈVE

IMPRIMERIE VERESOFF, CARRIÈRE & Cie

1874