

SÉANCES GÉNÉRALES

SÉANCE D'OUVERTURE

22 août 1878

PRÉSIDENTE DE M. E. FREMY

M. E. FREMY

Membre de l'Institut, Professeur au Muséum et à l'École polytechnique,
Président de l'Association.

LA SOUDE ET L'ACIER EN 1878

Messieurs,

C'est une pensée généreuse de patriotisme qui a présidé à la fondation de l'*Association française pour l'avancement des sciences* ; c'est elle qui explique la sympathie générale que vous inspirez et le succès qui a couronné vos efforts.

Vous avez compris que pour effacer de tristes souvenirs et rendre à notre pays toute sa force et sa grandeur, il fallait inspirer à la génération qui s'élève le goût du travail et la passion de la science.

Tel est le but principal de ces *croisades scientifiques* que vous entreprenez au moment de vos sessions sur tous les points de la France, et qui sont accueillies avec un véritable enthousiasme.

Vos congrès deviennent un événement pour la province, comme nous l'avons vu à Bordeaux, à Lyon, à Lille, à Nantes, à Clermont-Ferrand et au Havre. Pendant leur durée, la vie des affaires est suspendue ; chacun oublie ses intérêts pour ne penser qu'aux grandes questions scientifiques qui vont s'agiter ; le drapeau qui flotte dans les rues et sur les monuments publics est celui de la science ; aussi reçoit-il de chaleureuses et d'unanimes acclamations.

Vous pouvez être fiers du *mouvement scientifique* que vous excitez par vos

congrès ; il exerce sur le pays l'influence la plus salutaire ; il lui apprend à honorer le travail, à rejeter les vains préjugés de la routine, et à trouver, dans la recherche de la vérité, qui est le but de la science, une source inépuisable de jouissances.

En un mot, messieurs, vous êtes les véritables missionnaires de la science.

Vos congrès de province présentent un autre caractère d'utilité que vous me permettrez de faire ressortir.

Vous accomplissez, dans vos sessions, des actes nombreux de réparation scientifique. Vous avez reconnu que des découvertes de premier ordre qui se sont produites loin de nous, souvent dans des conditions bien difficiles, restaient quelquefois inconnues, par la modestie exagérée de leurs auteurs, et ne recevaient pas les récompenses qu'elles méritent.

Des vocations scientifiques remarquables étaient arrêtées dans leur développement et des savants éminents abandonnaient leurs travaux, faute de ressources suffisantes pour les continuer.

Vous avez voulu mettre un terme à ces injustices en établissant, avec les savants de province, des rapports réguliers de confraternité affectueuse et en leur offrant les ressources dont vous disposez.

Ce qui distingue votre œuvre de toutes les autres, c'est que pour apprécier les travaux qui se font en province, vous ne demandez pas à nos collègues de faire sanctionner leurs recherches à Paris ; vous allez chez eux ; c'est sur place et dans leurs laboratoires que vous étudiez leurs découvertes : c'est ainsi que vous pratiquez cette *décentralisation scientifique* que notre association poursuit avec tant d'ardeur.

Cette année cependant, par une circonstance exceptionnelle, ce n'est pas en province, mais à Paris, que nous tenons notre session.

Laissez-moi, messieurs, vous rappeler les motifs de cette détermination, que vous approuverez, je n'en doute pas, car ils ont été dictés par un sentiment d'intérêt national.

Au moment où la France convoque à Paris toutes les nations du monde pour leur faire admirer ce qui exprime le mieux le génie des peuples, nous avons pensé que la science ne devait pas être oubliée.

Nous adressant à ceux qui la représentent si dignement, nous vous avons demandé de venir à Paris et de communiquer vos importants travaux devant les savants étrangers qui nous écoutent, afin qu'en retournant dans leur patrie ils puissent dire hautement :

« Cette belle France, qui a traversé avec tant de courage ses dures épreuves, est revenue aujourd'hui à son ancienne splendeur ; si son Exposition démontre qu'elle a conservé, dans ses productions industrielles et artistiques, cette place élevée que personne ne lui conteste, les travaux de l'Association pour l'avancement des sciences prouvent aussi que les hautes études n'ont jamais eu plus de faveur qu'en ce moment et que la science pure est cultivée avec le même succès sur les différents points de la France. »

Tels sont les motifs qui nous ont fait tenir cette année notre session à

Paris : nous avons voulu placer la science pure à côté des applications qu'elle engendre, et les savants en présence de ceux qui utilisent leurs découvertes.

Nous vous remercions donc du fond du cœur d'avoir accepté notre décision; en nous apportant vos découvertes vous donnez une preuve nouvelle du relèvement merveilleux et de la vitalité de notre cher pays.

Puisque notre association est à la fois une œuvre de réparation et d'encouragement, j'ai pensé qu'au moment de cette Exposition, qui est la *fête des industriels*, vous voudriez bien me permettre de vous rappeler, dans la spécialité que je représente, les mérites de quelques-uns de ces inventeurs scientifiques, véritables pionniers de l'industrie, qui n'ont *ni fêtes ni jury de récompense* pour glorifier leurs travaux, qui meurent souvent à la peine en laissant des découvertes applicables à l'industrie qui excitent à juste titre notre admiration.

Encourager le jeune savant à ses débuts et rendre hommage aux grandes découvertes de la science pure ou appliquée, c'est un double privilège que notre association réclame.

La chimie offre, vous le savez, des exemples bien nombreux des services que la science a rendus à l'industrie.

Vous connaissez tous ces inventions merveilleuses de la chimie organique qui produisent avec le suc des arbres résineux le principe odorant de la vanille, avec les goudrons des matières colorantes d'un éclat incomparable, et qui permettent d'obtenir artificiellement la matière colorante de la garance, l'*alizarine*, avec une telle facilité, que la culture de la garance est aujourd'hui abandonnée.

Je n'insisterai pas sur ces grandes découvertes de la *synthèse végétale*, parce que les principes généraux qui les expliquent ont été exposés devant vous, dans un de nos congrès précédents, par notre éminent collègue M. Wurtz, avec une autorité que lui donnaient ses beaux travaux de chimie organique.

C'est sur la *chimie minérale* que je me propose d'appeler votre attention.

Pour démontrer son importance, je choisirai deux exemples : la *fabrication de la soude artificielle* et la *production de l'acier*.

La soude artificielle, qui est la base de la grande industrie chimique ; qui sert à préparer le savon, le verre, la pâte à papier.

L'acier, qui est certainement le produit métallurgique le plus utile ; qui tend à remplacer le fer dans ses principales applications ; qui fournit à l'industrie ses machines et ses outils, et à la guerre ses meilleurs engins d'attaque et de défense.

En essayant de résumer devant vous quelques inventions qui se rapportent à l'industrie, vous me permettrez de laisser de côté les détails purement techniques, qui seraient déplacés ici, mais de conserver cependant, aux questions que je vais aborder, cette physionomie scientifique que vous aimez à trouver, dès votre première séance, dans les communications qui vous sont faites.

J'ose donc espérer que l'intérêt qui s'attache aujourd'hui aux applications industrielles, me fera pardonner le langage chimique que j'aurai souvent à employer et la sévérité du sujet que j'ai choisi.

A la fin du siècle dernier, au moment où les travaux immortels de Lavoisier créaient la véritable chimie scientifique, celle qui encore aujourd'hui nous éclaire et nous guide, un fait considérable allait également se produire dans l'industrie. Toutes ces découvertes mémorables qui ouvraient aux sciences des horizons nouveaux, devaient engendrer en même temps une nouvelle chimie industrielle, basée sur les conquêtes de la science, et procurer aux arts des richesses inappréciables.

Mais à la suite de nos grandes guerres, l'industrie chimique se trouvait paralysée, dès sa naissance, par le prix élevé des matières premières, et les découvertes de la chimie restaient sans application.

Berthollet avait bien créé ce nouveau mode de blanchiment des fils et des tissus fondé sur l'emploi du chlore, et, dans son désintéressement, il avait abandonné sa belle découverte au domaine public ; mais le prix élevé du chlore la rendait inapplicable.

La chimie avait établi le rôle fondamental des alcalis dans les grandes fabrications du verre et du savon ; toutes ces découvertes restaient stériles pour l'industrie, car, à cette époque, les mers n'étaient pas libres et nos fabricants ne pouvaient plus se procurer les soudes d'Alicante, de Carthagène et de Malaga, utiles à leurs opérations.

L'ancienne Académie des sciences comprit immédiatement le rôle qu'elle avait à jouer dans le développement de l'industrie chimique ; elle pensa qu'il appartenait à la science de rendre aux industriels ce que la guerre leur enlevait ; elle était persuadée que les chimistes sauraient bien, au moyen de leurs réactifs, extraire du sel marin l'alcali que la végétation en isole et qui se trouve concentré dans les plantes marines.

Avec une sûreté de vues que l'on ne saurait trop admirer, l'Académie des sciences proposa, dès l'année 1775, un prix de 2,000 liv. qui fut porté ensuite à 2,400 liv., puis à 4,000 liv., pour la découverte *du procédé le plus simple et le plus économique de la décomposition du sel de mer et pour l'extraction de l'alcali qui lui sert de base.*

Cette initiative de l'Académie signalant aux inventeurs le sel de mer, qui est une des principales richesses minérales de la France, excita l'ardeur des chimistes, qui se mirent immédiatement à l'œuvre et qui, en peu de temps, arrivèrent, par des méthodes différentes, à retirer l'alcali que le sel peut produire.

Il est juste de rappeler que d'anciennes expériences guidaient les inventeurs dans leurs recherches. Vers l'année 1736, Dûhamel Dumonceau démontrait que l'alcali du sel était le même que celui qui existe dans les végétaux marins ; en 1777, le P. Malherbe produisait de la soude en transformant le sel marin en sulfate de soude et en calcinant ce sulfate avec du charbon et du fer ; en 1782, Guyton de Morveau et Carny fondaient une fabrique de soude artificielle basée sur la carbonatation, à l'air, d'un mélange de sel et de chaux ; vers

l'année 1789, de la Metherie obtenait de la soude, mais en faible proportion et d'une manière accidentelle, dans la calcination d'un mélange de sulfate de soude et de charbon.

Ces premiers travaux étaient précieux sans doute, mais ne pouvaient pas encore entrer dans la pratique.

C'est un savant éminent, Nicolas Leblanc, qui devait résoudre le grand problème industriel posé par l'Académie.

L'inventeur de la soude artificielle s'était préparé, à la découverte qui devait l'illustrer, par des recherches scientifiques nombreuses et variées : on lui doit plusieurs mémoires sur le nickel, le cobalt, le bismuth, l'alun, les sels de magnésie, les sels ammoniacaux, les sels de mercure, le salpêtre, etc. Ses belles expériences de *crystallotechnie*, qui permettent de faire entrer les différents aluns dans un même cristal, n'ont pas été sans influence sur la découverte importance de l'isomorphisme.

C'est donc à un savant véritable que l'industrie chimique doit sa plus grande découverte.

Le 25 septembre 1791, sur le rapport de d'Arcet, de Desmarests et de Servières, Leblanc obtenait un brevet d'invention pour la fabrication de la soude artificielle.

Son procédé consiste à calciner, dans un four à réverbère, un mélange de sulfate de soude, de carbonate de chaux et de charbon, et à séparer, par le lessivage, le sulfure de calcium, qui est insoluble, du carbonate de soude, qui est soluble.

La grande découverte demandée à la science par l'Académie se trouvait donc ainsi réalisée, et d'une façon si complète qu'elle est entrée immédiatement dans l'application et qu'elle y est restée *telle que l'inventeur l'a conçue*.

Le procédé de Leblanc est pratiqué aujourd'hui dans tous les pays ; c'est autour de lui que pivotent les autres industries chimiques ; il a procuré aux fabricants des bénéfices incalculables ; il produit en effet annuellement plus de trois cents millions de kilogrammes de soude artificielle.

Quels sont les avantages que Leblanc a retirés de sa belle invention ?

En 1792, au moment où la France, attaquée de tous côtés, se trouvait privée des produits utiles à son industrie, le Comité de salut public fit un appel au patriotisme des fabricants de soude, leur demandant de renoncer à leurs secrets et de faire connaître leurs modes de fabrication à une commission composée de Lelièvre, Pelletier, Giraud et d'Arcet.

Dans cette circonstance, il faut le dire à l'honneur de notre pays, les fabricants français n'hésitèrent pas à faire l'abandon de leurs intérêts, et Leblanc, toujours animé de sentiments généreux, fut un des premiers à mettre dans le domaine public les secrets de sa fabrication.

Parmi les nombreux mémoires qui furent présentés, la commission en distingua six.

Quelques inventeurs, prenant pour base les phénomènes découverts par Scheele, tels que l'action de la litharge ou celle du fer sur une dissolution de chlorure de sodium, obtenaient de la soude par voie humide.

D'autres décomposaient le sulfate de soude par le charbon, confondant souvent le sulfure de sodium avec la soude.

Malherbe et Athenas produisaient de la soude soit en décomposant le sulfure de sodium par le fer, soit en faisant agir, à haute température, l'air et l'eau sur un mélange de sel et de sulfate de fer.

Carny obtenait l'alcali en exposant à l'air un mélange de sel et de chaux.

Parmi tous ces procédés, celui de Leblanc fut seul considéré comme pratique par la commission, et recommandé aux industriels.

Leblanc abandonnait donc à son pays l'industrie qu'il avait créée ; mais, hélas ! il ne devait pas même avoir la satisfaction d'assister au succès de sa grande découverte.

En 1793, la fabrique qu'il avait fondée à Saint-Denis, rentrant dans les biens du duc d'Orléans, fut mise sous le séquestre et se trouva arrêtée après quelques mois de marche.

Plus tard elle lui fut rendue ; mais le pauvre inventeur, soutenu cependant par la Société d'encouragement, ne put arriver à réaliser des capitaux suffisants pour mettre sérieusement son usine en activité.

A bout de ressources, Leblanc perdit courage et mourut dans la détresse, à l'âge de cinquante-trois ans.

Telle est l'histoire abrégée de l'invention de la soude artificielle.

Lorsqu'on songe aux services immenses que Leblanc a rendus à l'industrie et à sa fin si malheureuse et si triste, n'avons-nous pas le droit de dire, avec un sentiment d'orgueil, que la science, elle aussi, a ses héros et ses martyrs ?

Les grandes découvertes se mesurent, vous le savez, à l'importance de celles qu'elles suscitent. Vous n'auriez qu'une idée bien incomplète de l'invention de Leblanc si je ne vous rappelais le rôle que la soude artificielle a joué dans le développement des principales industries chimiques.

Berthollet avait créé, comme je l'ai dit, le mode de blanchiment des fils et des tissus par le chlore ; mais cette nouvelle industrie ne se développait pas, faute de chlore produit à bon marché. La découverte de Leblanc arrive ; elle donne à l'industrie des quantités énormes d'acide chlorhydrique, et le blanchiment chimique basé sur l'emploi du chlorure de chaux prend aussitôt une extension considérable.

C'est également au procédé de Leblanc qu'il faut attribuer le développement de toutes ces fabrications qui, comme celles de la gélatine et des chlorures métalliques, ont pour base l'acide chlorhydrique.

Une des plus grandes inventions industrielles modernes se rattache aussi au procédé de Leblanc ; je veux parler de la production de l'acide sulfurique au moyen de la pyrite.

La fabrication de la soude artificielle, par la méthode de Leblanc, n'est avantageuse qu'à la condition de produire à bon compte l'acide sulfurique, qui sert à transformer le sel marin en sulfate de soude.

La découverte de Leblanc devait donc exciter les inventeurs à chercher des méthodes nouvelles qui feraient baisser le prix de revient de l'acide sulfurique.

C'est sur la matière première, c'est sur le soufre que les efforts se sont

portés. La France les suivait avec un bien grand intérêt, car elle n'a pas de mines de soufre et, par une circonstance bizarre, la découverte toute française de Leblanc aurait pu devenir fatale à la France dans les luttes industrielles qui se sont produites avec l'étranger.

Mais la science était là : elle avait donné la soude artificielle à l'industrie française, c'est elle aussi qui devait lui fournir le soufre.

Si nous n'avons pas de mines de soufre, nous possédons en abondance la pyrite, qui est un sulfure de fer et qui contient 50 pour 100 de soufre.

Ce minéral a été rejeté pendant longtemps comme un corps sans utilité : des essais de distillation et de grillage de la pyrite avaient bien été tentés, mais sans succès, et n'avaient pas permis aux fabricants d'acide sulfurique de remplacer économiquement, dans leur industrie, le soufre par la pyrite.

MM. Perret, de Lyon, ont repris l'étude de cette grande question industrielle.

Grâce à leur persévérance et à leur habileté, le grillage de la pyrite s'est régularisé, et ce minéral sans valeur, rejeté dans les exploitations métallurgiques, alimente aujourd'hui presque toutes les fabriques d'acide sulfurique du monde.

Le problème de l'utilisation de la pyrite a été résolu d'une manière si complète que ce corps, autrefois sans application, se prête aujourd'hui à trois usages différents : il est devenu pour l'industrie un minerai de soufre qui sert à préparer l'acide sulfurique, un combustible qui peut évaporer l'acide sulfurique des chambres de plomb, et un minerai de fer que l'on traite directement dans le haut fourneau.

Je crois, messieurs, qu'il serait difficile de citer un exemple plus frappant des services que la chimie a rendus à l'industrie.

Telles sont les conquêtes de la science ; celles-là sont durables et enrichissent le pays ; aussi vous approuverez, je n'en doute pas, les hautes récompenses que les jurys, à la suite de nos expositions, pourront décerner à leurs auteurs.

Je craindrais d'abuser de votre patience si je rappelais ici toutes les inventions que le procédé de Leblanc a fait naître ; permettez-moi cependant de vous en citer encore quelques-unes.

Sans la découverte de Leblanc, pourrait-on obtenir avec économie, comme on le fait aujourd'hui, cette soude caustique qui sert non-seulement à fabriquer économiquement le savon, mais qui, en réagissant, sous pression, sur la paille et le bois, permet d'en isoler la partie fibreuse et de produire une pâte à papier qui rivalise avec celle que donnent les chiffons ?

Vous connaissez tous ce nouveau métal, l'aluminium, dont les applications s'étendent chaque jour, que M. Wœhler a fait sortir de son creuset et dont M. H. Sainte-Claire Deville a créé la métallurgie par ses importants travaux. Ce métal ne serait jamais devenu industriel si le procédé de Leblanc n'eût pas donné le carbonate de soude dans des conditions qui permettent de produire le sodium à bas prix.

L'industrie du verre doit également ses plus grands progrès aux économies que le procédé Leblanc a introduites dans les fabrications du sulfate et du carbonate de soude.

Ces applications sont déjà anciennes; mais si nous envisageons les découvertes récentes de la chimie industrielle, nous trouvons également qu'elles se rattachent à la méthode de Leblanc.

C'est pour utiliser d'une manière économique, dans la fabrication du chlorure de chaux et du chlorate de potasse, ces quantités considérables d'acide chlorhydrique qui s'engendrent dans la production de la soude artificielle, que M. Weldon est arrivé à régénérer d'une manière si ingénieuse le peroxyde de manganèse, en précipitant par la chaux le protoxyde de ce métal et en le peroxydant par un courant d'air.

Dans le même but d'économie et de simplification, M. Deacon a supprimé le peroxyde de manganèse dans la préparation du chlore : il décompose le gaz chlorhydrique par l'oxygène atmosphérique.

C'est aussi le procédé Leblanc qui, par ses perfectionnements, a donné naissance à deux industries nouvelles.

L'une qui est fondée sur les travaux de MM. Kopp, Schaffner et Mond; elle a pour but de retirer le soufre que l'on perdait autrefois dans le marc de soude pour le rendre à l'industrie et à l'agriculture. L'autre qui a été créée par M. Hargreaves, a pour but de fabriquer du sulfate de soude sans l'emploi direct de l'acide sulfurique : l'inventeur fait rendre, dans des chambres qui contiennent le sel marin, le gaz sulfureux qui sort des fours à pyrites en le mélangeant d'air et de vapeur d'eau : par une réaction des plus remarquables, l'habile chimiste anglais, supprimant tous les frais qu'entraîne la fabrication de l'acide sulfurique, obtient avec l'acide sulfureux, l'air et la vapeur d'eau, le sulfate de soude et l'acide chlorhydrique.

Vous le voyez, messieurs, ces découvertes, qui constituent réellement la grande industrie chimique, ont été provoquées par le procédé de Leblanc.

Mais les éloges que je viens de donner à la belle invention industrielle du siècle dernier ne doivent pas me faire oublier les services que la chimie moderne a rendus à l'industrie.

La science ne se repose et ne s'arrête jamais; elle ne pense qu'au progrès et même n'examine pas si les découvertes récentes ne porteront pas un certain préjudice à ceux qui exploitaient les anciennes; c'est le fait qu'exprimait devant moi un fabricant de produits chimiques : oubliant que c'était à la science qu'il devait son immense fortune, il maudissait les savants et particulièrement les chimistes qui, par leurs inventions trop rapides, ne lui laissaient pas le temps, disait-il, d'user ses appareils.

Eh bien, suivant leur habitude incorrigible, les chimistes n'ont pas laissé de repos aux fabricants de soude artificielle, et le procédé Leblanc se trouve aujourd'hui en présence d'un ennemi redoutable : je veux parler de la soude à l'ammoniaque.

Deux savants éminents, deux anciens élèves de l'École polytechnique, MM. Schloesing et Rolland, sont arrivés les premiers à produire d'une manière régulière et industrielle la soude artificielle, par une méthode bien différente de celle que Leblanc avait suivie.

Persuadés que la France pourrait un jour, dans la fabrication de la soude artificielle qui consomme une quantité considérable de combustible, être dépassée par les pays qui extraient la houille à prix moins élevé qu'elle, les deux ingénieurs français ont cherché un mode de production de la soude basé sur la voie humide, c'est-à-dire sur les réactions qui consomment peu de combustible.

Prenant pour base les travaux de M. Berthollet et s'appuyant sur des faits acquis déjà à la science, MM. Schloësing et Rolland firent agir, au sein de l'eau, le bicarbonate d'ammoniaque sur le sel marin.

Par double échange il se forme du bicarbonate de soude peu soluble qui se précipite et du sel ammoniac qui reste en dissolution; ce bicarbonate de soude, soumis à la calcination, donne de la soude artificielle et de l'acide carbonique qui sert aux opérations suivantes; quant au sel ammoniac, il est décomposé par la chaux en régénérant de l'ammoniaque qui rentre dans la fabrication; il reste du chlorure de calcium qui est rejeté.

Le principe de la nouvelle fabrication était trouvé, mais il fallait le mettre en pratique et résoudre, dans la disposition des appareils, plusieurs questions délicates; ces difficultés ne pouvaient pas arrêter des ingénieurs aussi distingués que MM. Rolland et Schloësing.

Les inventeurs installèrent à Puteaux une fabrique de soude artificielle, basée sur leurs travaux, et arrivèrent à produire par mois plus de 25,000 kilog. de carbonate de soude.

Mais, vous le savez, messieurs, les savants travaillent pour les autres: ils tirent bien rarement quelque profit de leurs découvertes, et ce que j'ai dit de Leblanc s'applique aux ingénieurs français qui se proposaient de produire la soude par voie humide.

La fabrique naissante rencontra des difficultés de différentes natures; elle ne put résister aux exigences du fisc qui, à cette époque, percevait un droit sur la totalité du sel marin entré dans l'usine; tandis qu'un tiers du sel mis en œuvre n'était pas décomposé.

Dans de pareilles conditions, la nouvelle industrie n'était pas viable et la fabrique de Puteaux fut arrêtée: c'est ainsi qu'une des plus belles découvertes industrielles de ce siècle fut paralysée dès son début.

MM. Schloësing et Rolland se conduisant dans cette circonstance en véritables savants, voulurent être utiles aux autres et préparer, pour leurs successeurs, le succès qui leur échappait. Dans un travail admirable, ils firent connaître tous les détails de leurs opérations et de leurs machines.

Plus tard, un habile ingénieur belge, M. Solvay, reprit la question et installa son usine aux environs de Bruxelles; il adopta dans la construction de ses appareils les dispositions les plus ingénieuses, faisant intervenir la pression dans la décomposition du sel.

M. Solvay obtint ainsi des résultats industriels excellents, et l'on peut dire, que grâce à lui, la soude produite par l'ammoniaque fait en ce moment une concurrence redoutable à la soude obtenue par le procédé de Leblanc.

Nous assistons donc aujourd'hui à une lutte industrielle des plus vives: d'un côté se trouvent les fabricants qui exploitent l'ancienne méthode de Leblanc

fondée sur la voie sèche ; de l'autre se présentent ceux qui agissent par voie humide en faisant usage de l'ammoniaque.

De quel côté sera l'avantage ?

Les partisans du procédé de Leblanc reconnaissent que, par leur méthode, la consommation du combustible est considérable et que le carbonate de soude est produit à un prix relativement élevé ; mais ils utilisent les deux éléments du sel, le chlore et le sodium, ce qui permet de livrer à l'industrie, dans des conditions économiques, le sulfate de soude, l'acide chlorhydrique, le chlorure de chaux et le chlorate de potasse. La concurrence qu'ils ont à combattre les conduira forcément à introduire, dans le procédé de Leblanc, des perfectionnements que l'on avait négligés à tort.

C'est ainsi que, dans la fabrication de l'acide sulfurique, l'application de l'appareil Gay-Lussac permettra de recueillir le composé nitreux qui est perdu ; la colonne Glowler, qui refroidit les gaz, produira une concentration économique de l'acide des chambres ; l'emploi du résidu de pyrite, comme minerai de fer, fera baisser le prix de revient de l'acide sulfurique.

Ces perfectionnements du procédé de Leblanc, qui pourront s'étendre encore, n'altèrent en rien la confiance des fabricants qui préparent la soude par l'ammoniaque.

Eux aussi introduiront des améliorations dans la méthode qui est employée aujourd'hui : ils vont même au devant des objections qu'on peut leur adresser.

En ce moment ils perdent, il est vrai, le chlore du sel marin, mais plus tard ils sauront le récolter, soit en décomposant le chlorure du calcium qu'ils jettent aujourd'hui, soit en substituant, dans la régénération de l'ammoniaque, la magnésie à la chaux.

On leur a dit que la consommation industrielle de l'ammoniaque pourrait occasionner un dommage sérieux à l'agriculture, qui fait entrer avec grand avantage les sels ammoniacaux dans ses engrais.

Craintes exagérées, préoccupations inutiles, disent les inventeurs : s'ils consomment de l'ammoniaque, ils rendent à l'agriculture tout le nitrate de soude que le procédé de Leblanc employait ; or au point de vue de la fabrication des engrais chimiques, un nitrate vaut un sel ammoniacal.

Les partisans du nouveau procédé affirment en outre que si l'ammoniaque venait à manquer momentanément, on saurait bientôt en trouver.

On est loin de retirer aujourd'hui toute la quantité d'ammoniaque que les matières organiques peuvent fournir par leur décomposition ; et, dans la fabrication du coke métallurgique, on perd des quantités considérables d'ammoniaque qui ne sont pas condensées et qu'on pourra recueillir.

Au besoin même l'ammoniaque pourrait être fabriquée de toute pièce aux dépens des éléments de l'air atmosphérique.

La chimie n'a-t-elle pas déjà démontré que dans les phénomènes d'oxydation des métaux, l'azote de l'air peut se fixer et se changer en ammoniaque : ne sait-on pas aussi depuis longtemps que l'azote de l'air, réagissant sur un mélange de charbon et d'alcali, produit des cyanures qui, sous l'action de l'eau, forment de l'ammoniaque ?

La science saura donc donner à la production de l'ammoniaque un déve-

loppement qui sera toujours en rapport avec les progrès de la nouvelle fabrication de la soude : elle ne recule jamais devant la solution des problèmes qui intéressent l'industrie.

Quant à nous, messieurs, nous suivons cette lutte industrielle avec le plus vif intérêt, sans parti pris ; nous n'avons que des paroles d'encouragement et de sympathie à donner soit aux inventeurs des nouveaux procédés, soit à ceux qui soutiennent les anciennes méthodes en les perfectionnant.

Nous savons que le progrès naît toujours de la concurrence ; nous désirons que tous ces travaux, loin de se nuire et de se paralyser mutuellement, s'accordent entre eux et se complètent pour donner à notre industrie des forces nouvelles qui contribueront au bien-être de tous.

Si je me suis laissé entraîner à vous donner de trop longs détails sur la lutte qui se rapporte à la fabrication de la soude, j'ose espérer que vous voudrez bien m'excuser en songeant que cette industrie est d'origine toute française, qu'elle fait vivre des milliers d'ouvriers et qu'elle est basée sur des découvertes scientifiques de premier ordre.

Cette influence de la science sur les progrès de la grande industrie chimique se fait sentir, au même degré, dans la plus importante des opérations métallurgiques ; je veux parler de la fabrication de l'acier.

Chaque exposition universelle consacre en quelque sorte des améliorations considérables, je dirai même de véritables révolutions dans la production de l'acier.

Tous ceux qui comprennent le rôle considérable que l'acier doit jouer dans l'industrie moderne, s'intéressent aux découvertes nombreuses qui se rapportent à l'aciération.

L'acier en effet n'est plus ce métal, produit à prix élevé, dans certains pays privilégiés et que l'on n'applique qu'à la fabrication des armes de luxe, de quelques outils et d'un petit nombre d'instruments.

C'est aujourd'hui un alliage qui peut, suivant sa composition, que l'on modifie à volonté, convenir aux usages les plus variés : l'acier peut être aussi doux et aussi tenace que le meilleur fer, ou acquérir, par l'action des agents physiques et chimiques, une dureté presque comparable à celle du diamant.

Ces variations dans les propriétés de l'acier, suivant les modifications que l'on apporte dans sa composition chimique, donnent à l'acier un avantage considérable sur un métal pur dont les caractères sont invariables ; aussi doit-on considérer l'acier comme le plus précieux des alliages.

L'acier fondu, l'acier moderne, ne se fabrique plus dans de petits creusets, mais dans de vastes appareils qui permettent de produire en peu de temps des milliers de kilogrammes d'acier fondu que l'on peut appliquer alors, comme la fonte, au coulage de toutes les pièces que demande l'industrie.

Pendant longtemps l'acier fondu a été fabriqué presque exclusivement par la méthode que Benjamin Huntsmann a introduite à Sheffield, vers l'année 1749, et qui consiste à fondre dans des creusets de 20 kil. de bons fers cémentés au charbon de bois ; cet acier est excellent et le premier de tous

les aciers ; mais son prix est toujours élevé ; son mode de fabrication ne s'applique que difficilement à la production des grandes pièces en acier fondu.

A l'exposition de 1855, nous avons vu paraître les *aciers puddlés*, qui, sans avoir la finesse de grain et l'homogénéité des aciers fondus, sont remarquables par leur malléabilité à froid par leur ténacité, par leur facilité à souder et par une trempabilité qui dépasse souvent celle de l'acier cimenté et fondu.

Les secrets de cette fabrication sont aujourd'hui connus ; ils ont été dévoilés, on peut dire, par l'analyse chimique. On sait que pour obtenir de bons aciers puddlés, il faut choisir avec grand soin les fontes peu sulfureuses et sans phosphore, faire usage d'une fonte manganésée telle que le *spiegel eisen*, qui donne l'élément aciérant ; il faut aussi conduire avec une grande lenteur la première partie du puddlage, qui épure le métal. Dans les derniers moments du puddlage pour acier, l'ouvrier doit produire dans son four une atmosphère peu oxydante ; sans cette précaution, il brûlerait une partie de l'élément qui forme l'acier et produirait de l'acier ferrugineux.

L'acier puddlé présente des qualités essentielles et a fait sa place dans l'industrie ; mais, il faut le reconnaître, il ne répondait pas encore aux exigences des applications modernes, qui demandaient pour la confection des rails, pour celle des essieux, pour les bandages de roues, pour les tiges de piston, pour les arbres de machine, les ressorts de voiture et pour les bouches à feu, de l'acier fondu en masses considérables, tenace, homogène et sans soufflures, dont le prix de revient se rapprochât de celui du fer.

C'est cette grande révolution métallurgique qui a été opérée en Angleterre, comme on sait, par M. Bessemer ; elle s'est produite à l'Exposition anglaise de 1862 et elle a reçu sa dernière consécration dans notre Exposition universelle de 1867.

Dans ce procédé, la fonte en fusion est soumise à l'action d'un courant d'air dont l'oxygène brûle successivement le silicium et le carbone combinés au fer. Cette combustion produit une telle chaleur que le fer légèrement oxydé qui provient de l'affinage Bessemer, reste lui-même en fusion.

Lorsqu'on reconnaît, à l'aspect de la flamme, que le silicium et le carbone sont complètement brûlés, ou introduit dans le fer fondu une certaine quantité de fonte manganésée de *spiegel eisen*, qui abandonne au fer l'élément aciérant qu'elle contient et le transforme immédiatement en acier.

C'est ainsi que par le procédé Bessemer on peut produire, en quelques minutes, des milliers de kilogrammes d'acier fondu, tandis que par les anciennes méthodes il fallait des semaines pour obtenir à prix très-élevé de l'acier fondu dans des creusets qui ne contiennent que 20 kil. de métal.

Le prix de revient de l'acier Bessemer se rapproche de celui du fer, et ce métal fondu a été employé dans la fabrication de ces pièces énormes que l'on a si justement admirées dans les dernières expositions.

Les industries métallurgiques sont, comme les industries chimiques, exposées à des perfectionnements qui créent aux fabrications anciennes des concurrences redoutables ; ce qui s'est produit pour la soude s'est présenté pour la fabrica-

tion de l'acier, et l'appareil Bessemer n'est plus le seul qui puisse aujourd'hui fournir à l'industrie l'acier fondu en masses considérables.

Le procédé Martin-Siemens, qui faisait en quelque sorte son apparition à l'Exposition de 1867, est aujourd'hui en pleine exploitation dans la plupart des aciéries : il fait une concurrence réelle à la méthode Bessemer.

Cette belle découverte due aux efforts combinés de MM. Martin père et fils et de M. Siemens, permet de produire de l'acier fondu sur la sole d'un four à gaz, au moyen de l'*accumulateur Siemens*, qui emmagasine et utilise ensuite, pour le chauffage des gaz, la chaleur que l'on perdait autrefois par les cheminées.

Dans cette opération, on introduit sur la sole d'un four à gaz une fonte manganésée que l'on fait entrer en fusion et dans laquelle on dissout ensuite des fragments de fer.

Le bain métallique est soumis alors à un affinage progressif qui dure plusieurs heures et que l'on arrête au moment où l'acier présente les qualités voulues.

Ce procédé permet, comme le Bessemer, d'obtenir l'acier fondu en quantités énormes; il présente même, sur la méthode anglaise, l'avantage de prolonger l'affinage à volonté, d'essayer les alliages qui prennent naissance et d'éliminer par conséquent d'une manière plus complète les substances étrangères qui nuisent à l'aciération.

En présence de ces deux modes de production de l'acier fondu en grandes masses, la science comprit qu'elle avait, elle aussi, un rôle important à jouer, qu'elle devait combattre les anciennes théories de l'aciération qui pouvaient arrêter le développement des procédés nouveaux, et fournir aux industriels les documents qui leur manquaient.

C'est alors que fut publiée une théorie nouvelle de l'aciération, fondée sur les principes suivants :

1^o Il n'existe pas, comme on l'a cru pendant longtemps, de *minerais d'acier* : tout bon minerai de fer, traité convenablement, peut produire un acier excellent;

2^o La *propension aciéreuse* de certains minerais n'est pas due, comme on l'avait dit, à la présence d'un corps mystérieux qui ne se trouverait que dans quelques minerais privilégiés, mais uniquement à la pureté du minerai et à la méthode employée pour le réduire : un ingénieur habile qui sait éliminer les éléments nuisibles à l'aciération et ajouter ceux qui manquent, pourra donc employer, dans la fabrication de l'acier, presque tous les minerais de fer;

3^o S'il n'existe pas jusqu'à présent d'acier utilisable sans carbone, il faut reconnaître aussi que la seule combinaison du fer et du carbone ne suffit pas pour produire les différents aciers qu'exige l'industrie.

Le fabricant d'acier ajoutera donc utilement, dans certains cas, à la combinaison de fer et de carbone, qui est de constitution pour l'acier, d'autres corps tels que le manganèse, le chrome, le tungstène, les composés cyanurés, le silicium; ces *auxiliaires* augmentent la dureté, la ténacité, la trempabilité du métal et constituent les différentes sortes d'aciers du commerce.

Ces principes, contestés au moment de leur publication, ont reçu de la pra-

tique une consécration complète : les directeurs de nos plus grandes aciéries les admettent aujourd'hui et déclarent hautement qu'ils les guident dans leur fabrication.

Du reste, la production industrielle de ces auxiliaires de l'aciération et leur emploi dans la fabrication de l'acier fondu, constituent la nouveauté principale de la métallurgie à l'Exposition de 1878.

Plusieurs usines importantes, telles que celles de Terre-Noire, de Saint-Louis, de Montluçon-Fourchambault, fabriquent dans le haut fourneau, c'est-à-dire d'une façon économique, un alliage connu sous le nom de *ferro-manganèse*, qui contient jusqu'à 83 0/0 de manganèse.

C'est par l'emploi de ce ferro-manganèse dans le Bessemer ou dans le four Martin-Siemens que l'on arrive aujourd'hui à produire toutes les variétés d'acier, depuis l'acier non trempable, qui peut être considéré comme du fer fondu et qui remplacera un jour le fer ordinaire dans ses applications, jusqu'à l'acier trempable le plus dur.

L'usine de Terre-Noire obtient également dans le haut fourneau un alliage de fer et de silicium, qui joue en ce moment un rôle considérable dans la fabrication des grandes pièces en acier fondu.

En effet, l'acier, dans sa fusion, dissout différents gaz et principalement l'oxyde de carbone, qui se dégage au moment où le métal se refroidit, en produisant, dans la masse métallique, ces soufflures si redoutées qui détruisent la résistance de l'acier.

On évite cet inconvénient en introduisant dans l'acier une faible proportion de ferro-silicium, qui absorbe l'oxygène, décompose l'oxyde de carbone et fait disparaître toutes les soufflures sans avoir recours au martelage.

Le manganèse et le silicium ne sont pas les seuls corps qui soient employés utilement dans la production des aciers : on trouve, à l'Exposition, des aciers contenant du tungstène et du chrome produits dans l'usine Holtzer, qui sont remarquables par la finesse de leur grain et par leur ténacité.

L'industrie vient donc confirmer complètement ce principe que la science avait posé : c'est que le carbone ne suffit pas pour donner à l'acier toutes les qualités que les applications lui demandent, et qu'il existe un grand nombre d'aciers qui diffèrent entre eux par leur composition chimique.

Il restait un grand problème à résoudre dans la fabrication de l'acier. Je veux parler de l'élimination du phosphore, qui nuit, comme on le sait, aux qualités que l'on recherche dans le métal.

Cette question, si difficile et qui occupe depuis longtemps les métallurgistes, n'est pas encore résolue d'une manière complète, mais j'affirme qu'elle a fait un grand pas à l'Exposition de 1878.

Plusieurs inventeurs m'ont montré, en effet, des fers et des aciers excellents fabriqués avec des fontes phosphoreuses.

Sans vouloir divulguer des secrets qui m'ont été confiés, je puis dire cependant que c'est en employant dans le haut fourneau des laitiers très-basiques et dans le puddlage des scories riches en oxyde de fer, ou même en faisant usage du carbonate de soude pur, que l'on arrive à séparer du fer la plus grande partie du phosphore qu'il contenait.

Pour résumer en deux mots les services que la science a rendus à la fabrication de l'acier dans ces dernières années, je dirai qu'elle a donné à la pratique le moyen de produire économiquement les auxiliaires utiles à l'aciération, tels que le manganèse, le silicium, le chrome, etc., et d'éliminer les éléments nuisibles, tels que le soufre, l'arsenic et le phosphore.

Vous le voyez, messieurs, dans la métallurgie comme dans la grande industrie chimique, la science est toujours à son poste, prête à résoudre, au profit de l'industrie, tous les problèmes qui lui sont proposés.

Dans cette analyse rapide des découvertes de chimie minérale qui se sont produites à l'Exposition de 1878, je suis revenu souvent sur les services que la science rend au pays, mais ne croyez pas que mes paroles aient été inspirées par un sentiment de vanité.

En parlant ainsi, je ne songeais, croyez-le bien, qu'à l'utilité de l'œuvre que vous avez fondée. Je voulais prouver qu'en soutenant les savants, en encourageant la production scientifique, vous donnez au pays des forces nouvelles et que vous accomplissez un acte patriotique.

Je sais bien que votre entreprise, comme toutes les choses grandes et belles, a eu ses détracteurs.

Des esprits aveugles et égoïstes ont osé dire que la science n'avait pas besoin d'encouragements; que le savant véritable se forme tout seul, qu'il sait triompher des obstacles, que les difficultés qu'il rencontre sont des épreuves nécessaires qui n'arrêtent que la médiocrité et que celui qui reste en route, manquant de souffle scientifique, a mérité son sort.

De pareilles affirmations ne sont soutenues que par ceux qui n'ont pas connu toutes les difficultés de la carrière scientifique et qui, souvent, ne doivent leur avancement qu'à la faveur.

Nous pourrions citer, hélas! bien des exemples qui prouvent que l'homme de science le plus ardent et le plus courageux peut être arrêté dans ses travaux par des obstacles invincibles.

Si je ne craignais pas de porter atteinte à la modestie des amis de la science que je vois devant moi et dont la générosité est inépuisable, je rappellerais ici les services qu'ils ont rendus en intervenant à temps et en donnant aux savants les instruments qui leur manquaient pour continuer leurs recherches.

Soyez donc sans inquiétude, messieurs, votre œuvre est grande et belle. Elle ne périra pas; notre seule ambition est de la continuer et de l'étendre.

Nous avons même à jouer, dans le développement de la science, un rôle spécial que je tiens à définir.

Il serait bien injuste de ne pas reconnaître tous les efforts qui ont été faits dans ces dernières années par l'État pour soutenir en France les études scientifiques élevées.

Le ministre de l'instruction publique nous a donné des laboratoires magnifiques que les Chambres ont dotés largement; les chaires qui manquaient à l'enseignement des sciences ont été créées; l'école des hautes études rend depuis longtemps des services incontestables.

Toutes ces fondations sont excellentes, et je serai certainement l'interprète

de vos sentiments en adressant ici à leurs auteurs nos remerciements les plus sincères.

Mais, messieurs, les facilités qui nous sont données par l'Etat dans nos travaux scientifiques, nous créent des devoirs nouveaux que nous saurons remplir : le plus important de tous n'est-il pas *le recrutement de la science*?

Il faut appeler dans ces laboratoires d'enseignement que nous demandions depuis si longtemps et qu'on nous a donnés, ceux qui peuvent en tirer, au point de vue de la science, le meilleur parti possible ; nous devons attirer à nous les hommes qui possèdent réellement la vocation des sciences et préparer la génération scientifique qui doit succéder à la nôtre.

Notre association n'est-elle pas merveilleusement placée pour opérer ce recrutement de la science ?

Par nos sessions de province, nous nous mettons en rapport avec tous les savants français ; nous allons à la recherche du mérite naissant, et lorsque nous le constatons à des signes qui ne trompent pas, nous devons l'encourager de toutes nos forces.

Il faut que les jeunes savants soient bien persuadés qu'ils ne sont pas isolés, que nous avons les yeux sur eux, que nos laboratoires leur sont ouverts, qu'ils y trouveront des amis toujours heureux de les guider dans leurs travaux et d'applaudir à leurs succès ; c'est ainsi que nous entendons justifier notre titre de *membre de l'Association française pour l'avancement des sciences*.

Je sais bien que pour agir ainsi et soutenir les travailleurs, il faut être riche ; mais, messieurs, grâce à vous, nous le sommes déjà, et avant peu nous le serons plus encore.

On dit souvent que l'initiative individuelle n'existe pas en France ; c'est une erreur, que démontrent toutes ces souscriptions qui sont l'honneur de notre pays et aussi le succès de notre association.

Ce succès va encore augmenter par une circonstance exceptionnelle.

Nous tenons cette année notre session au moment de l'Exposition universelle, c'est-à-dire en présence des merveilles enfantées par la science.

Quel est l'industriel éminent, connaissant tous les services que la science lui rend, qui ne tiendra pas à honneur de se joindre à nous et de faire partie de notre association, pour payer au dévouement et au désintéressement scientifiques une dette de reconnaissance ?

Enfin, messieurs, laissez-moi ajouter que notre Congrès scientifique se tient cette année à Paris, dans cette ville qui n'a jamais refusé son appui aux œuvres de dévouement, d'utilité et de patriotisme.

Quand on la voit dans ses jours de bonheur et d'hospitalité, animée de cette gaieté française que nous tenons à conserver, on peut craindre qu'une réunion comme la nôtre ne soit effacée et amoindrie par les distractions de toute nature qu'offre la capitale.

Ceux qui penseraient ainsi connaîtraient bien mal la grande ville.

Oui, Paris sait se réjouir lorsque le pays est content ; oui, Paris remplit ses rues de feux de joie et de drapeaux, lorsqu'il s'agit de souhaiter la bienvenue à tous ces amis, à tous ces étrangers qui prennent part à notre grande fête du

travail et de l'industrie et nous donnent ainsi une preuve de sympathie que nous n'oublierons pas.

Mais Paris sait aussi comment il faut accueillir et fêter les hommes qui représentent, comme vous, la science dans ce qu'elle a de plus utile et de plus élevé.

Paris a tenu d'abord à vous recevoir dans cette vieille Sorbonne, dans ce monument vénérable de la science et des lettres, qui rappelle de si glorieux et de si nobles souvenirs.

Il veut vous montrer surtout ces établissements qui s'appliquent à tous les degrés de l'enseignement public et qui, mieux que les discours, attestent la puissance de notre pays et font comprendre comment il est arrivé par le travail à reconquérir en peu de temps le rang qui lui est dû.

Pendant notre session, Paris veut vous ouvrir ses ateliers, pour que vous voyiez à l'œuvre les ouvriers parisiens si habiles et si justement vantés, qui exportent leurs produits dans le monde entier et qui, par leur goût artistique, savent donner aux matières premières les plus simples une valeur considérable.

Paris est persuadé que vous visiterez aussi avec intérêt ses appareils hydrauliques, ses réservoirs, ses égouts, et que vous rendrez pleine justice aux efforts de la municipalité parisienne qui a fait de notre ville une des plus saines du monde.

Enfin nos principaux inventeurs ont voulu mettre sous vos yeux, dans ce Conservatoire des Arts et Métiers, qui est le Louvre de l'industrie, quelques-unes de ces machines que vous avez admirées à notre Exposition.

C'est ainsi que Paris a compris le rôle qu'il avait à jouer dans notre Congrès de la science ; c'est ainsi qu'il entend vous recevoir et qu'il veut être jugé.

En vous montrant ses écoles, ses ateliers et ses usines, Paris a pensé qu'il répondrait dignement à ceux qui le calomnient et qui considèrent notre capitale comme une ville d'oisiveté, de luxe et de plaisir.

Quant à nous, qui connaissons Paris ; qui l'avons vu aux heures de gloire et de tristesse dépasser, dans son dévouement, tout ce qu'on pouvait espérer, nous n'hésitons pas à lui demander de nous aider dans l'œuvre d'initiative individuelle que nous avons entreprise, pour augmenter encore les encouragements que nous donnons aux sciences.

Je suis tranquille ; notre voix sera entendue ; déjà le Conseil municipal de Paris, qui ne laisse échapper aucune occasion de prouver l'intérêt qu'il porte à la science, nous a voté, avec une générosité dont nous ne saurions trop le remercier, une somme de 30,000 francs pour faciliter nos travaux.

J'affirme donc que Paris répondra à notre appel et qu'il soutiendra largement une association comme la nôtre, qui a pour devise : *Science et Patrie*.