

phosphates qui, en 1874, atteignait seulement 85.700 tonnes pour une valeur de 3.600.000 lire est montée en 1904, à 459.000 tonnes pour une valeur de 30.600.000 lire et, en 1905, à 650.000 tonnes pour une valeur de 40 millions de lire. Dans une proportion correspondante, la production de l'acide sulfurique est passée de 71.500 tonnes en 1894 à 271.800 tonnes en 1904. En Italie, et spécialement dans l'Italie méridionale, l'élevage des bestiaux et, par suite, la production du fumier, est en moyenne essentiellement inférieure à celle de beaucoup d'autres pays, cela rend évidemment nécessaire l'emploi des engrais chimiques. L'emploi extraordinairement faible, étant données les circonstances, d'engrais azotés, qui se limitent jusqu'ici, pour le nitrate de soude, à 40.000 tonnes en moyenne pour les dernières années, et à 6.000 tonnes environ de sulfate d'ammoniaque, s'explique aisément par ce fait que tous ces produits sont importés de l'étranger et qu'en outre, il est encore nécessaire d'importer de grandes quantités de céréales pour satisfaire aux besoins d'une population rapidement croissante en nombre et en capacité de consommation.

La possibilité de produire dans le pays même tout ce qui est nécessaire en fait d'engrais azotés, en mettant en valeur des forces naturelles jusqu'ici inutilisées, et de créer en outre de la même façon, des produits pour l'exportation, rendra en même temps service à l'agriculture et au commerce de l'Italie. Déjà les 25.000 H. P. employés dans l'usine de Piano d'Orlé sont suffisants pour produire de quoi remplacer une bonne partie de l'importation en ammoniaque et en nitrate de soude. Les grandes forces hydrauliques, qui existent dans les territoires non industriels de l'Italie et qui ne sont pas encore mises en valeur représentent, d'après les évaluations officielles, une production annuelle moyenne de 2 à 3 millions de H. P. ; leur utilisation sera réservée pour la majeure partie à l'industrie chimique et spécialement électro-chimique pour lesquelles l'Italie, grâce à l'intelligence de ses chimistes et de ses ingénieurs, comme aussi grâce à sa position géographique, est le pays de l'avenir en ce qui concerne la fourniture des nations méditerranéennes et de l'Orient.

Puissent ces souhaits et puissent ces désirs se réaliser bientôt ; c'est le vœu des hôtes de ce beau pays qui sait nous accueillir avec tant d'affabilité. Vive Rome ! Vive l'Italie !

## LES TOURBIÈRES ET LA NITRIFICATION INTENSIVE

Après l'article précédent, qui traite de la fabrication des nitrates par fixation électro-chimique de l'air, nous avons pensé intéresser les lecteurs de *La Houille Blanche* en mettant sous leurs yeux une note sur la nitrification naturelle par les tourbières, que notre collaborateur, M. L.-A. FABRE, inspecteur des Eaux et Forêts, a publié récemment dans le *Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort*.

La science livre depuis quelques années une bataille dont pacifistes ou belliqueux ne peuvent se désintéresser : je veux parler du captage de l'azote atmosphérique, qui doit être maintenant considéré comme résolu au point de vue industriel.

Dans moins d'un demi-siècle, les nitrates connues actuellement seront épuisées. Pour être plus éloignée, l'époque où l'appauvrissement progressif des houillères tarira la principale source des engrais ammoniacaux n'en est pas moins à redouter. La culture, dans le monde entier, pâtira de cette disette fatale : bon nombre de terres seront en proie à « l' inanition azotique ». D'autre part, l'effroyable quantité de nitre qui se consomme en quelques heures dans les grandes batailles contemporaines fait de ce produit un matériel de guerre de tout premier ordre.

Chimistes et hydrauliciens, avec les cyanamides et nitra-

tes de la grande usine (1), ont déjà libéré l'ancien monde et, particulièrement, la vieille Europe, du lourd et inquiétant tribut payé chaque année aux nitrates chiliennes (2).

Mais les bactériologistes français viennent de donner au problème une solution autrement simple et élégante que les captages violents réalisés dans les laboratoires ou les usines à houille blanche.

MM. A. Müntz et Lainé, envisageant les conséquences désastreuses de croisnières ennemies qui nous priveraient peut-être, en temps de guerre, de l'apport des salpêtres étrangers, cherchèrent à développer les nitrates artificielles en « domestiquant » le travail des nitro-bactéries (3).

Ces microbes sont spontanément ensemencés par l'air dans le sol, jusqu'à de hautes altitudes (4) : ils sont les principaux générateurs de l'azote cultural. Leur fonction biologique essentielle est d'oxyder l'azote ammoniacal du sol aéré : l'acide azotique formé sature les bases du sol, principalement la chaux. Les nitrates ainsi élaborés sont en partie directement utilisés par la végétation ; le surplus est entraîné par les eaux de drainage.

En 1905, on avait déjà trouvé des procédés industriels de nitrification intensive : on arrosait, avec des dissolutions de sulfate d'ammoniaque, des supports inertes poreux (coke, noir de fumée), lités avec de la terre. Sur 50 centimètres d'épaisseur, les résultats obtenus assuraient une production de 1.200 tonnes métr. de nitre par hectare et par an. Un litre des eaux issues de ces lits nitrifiants renfermait jusqu'à 143 grammes de salpêtre.

Les savants expérimentateurs ne s'en tinrent pas là. Ayant observé que la matière organique, qui forme en grande partie « l'humus » du sol, peut, dans certaines conditions, être plus favorable que nuisible à la nitrification (5), ils ont expérimenté la tourbe, très riche en « humates » comme support et milieu végétal des nitro-bactéries ; en même temps, ils perfectionnaient méthodiquement le mode d'arrosage des lits nitrifiants (6).

Le résultat fut merveilleux. La production nitrique quotidienne par mètre cube de support qui, dans les premières expériences, s'élevait à 800 grammes, atteignait 6 kilos 550 gr. avec la tourbe. On estime qu'un hectare de tourbière peut ainsi donner annuellement 48.000 tonnes métr. de nitre.

L'ingéniosité des savants bactériologistes s'est, dès lors, appliquée à extraire de la tourbe même les éléments essentiels du fonctionnement de « l'usine nitro-bactérienne » : le sel ammoniacal et la chaleur.

La combustion de la tourbe leur a permis de retirer de cette dernière le produit ammoniacal ; ils l'ont obtenu par distillation au moyen de vapeur surchauffée. Le coke de tourbe résiduaire constitue un support de choix pour la culture des nitro-bactéries.

(1) E.-F. Côte, *La houille blanche et la fabrication électro-chimique des engrais*. Annales de la Société d'agriculture, sciences et industrie de Lyon, 1905, II, p. 215-271.

L. Grandeau, *La production électrique de l'acide nitrique avec les éléments de l'air*. Paris, Berger-Levrault, br. in-8, p. 60. Photot. Itiner. *Les nouveaux engrais azotés*. Bull. Soc. des agriculteurs de France, 1906, I, p. 181-186.

Th. Schloësing fils, *Nitrates et nitrites pour engrais*, Compte rendu Académie des sciences, 1905, II, p. 745.

(2) Voir, dans le présent Bulletin, le mémoire de M. Henry, sur *la Forêt accumulatrice d'azote*.

(3) A. Müntz et E. Lainé, *Recherches sur la nitrification intensive*. Compte rendu Académie des sciences, 1905, II, p. 861, etc.

(4) A. Müntz et E. Aubin, *Rapport sur des recherches de chimie appliquée à la science agricole et à la météorologie, exécutées au Pic du Midi*. Bulletin du ministère de l'agriculture, n° 7, 1883, p. 876-914.

(5) A. Müntz et E. Lainé, *Rôle de la matière organique dans la nitrification*. Compte rendu Académie des sciences, 1906, I, p. 430. Jusqu'à hier encore, il était admis que les milieux chargés de matières organiques n'étaient pas des milieux d'élection pour les nitro-bactéries. J'ai donné un résumé succinct de cette question dans *La végétation spontanée, la fertilité et la salubrité des eaux du sol*. Revue bourguignonne de l'Université de Dijon, 1906.

(6) A. Müntz et E. Lainé, *L'utilisation des tourbières pour la production intensive des nitrates*. Compte rendu Académie des sciences, 1906, 5 juin, p. 1239.

Dès maintenant, on peut donc considérer comme résolu le problème économique de la nitrification artificielle intensive. Et c'est un double mérite pour MM. Muntz et Lainé d'avoir, en garantissant notre pays des risques toujours possibles d'une grande guerre, su découvrir une méthode simple qui nous préserve de la famine azotique.

Ce n'est pas la première fois que l'humanité peut bénéficier de découvertes ou d'idées qui avaient leur principe dans un sentiment élevé de défense nationale. L'approvisionnement de notre marine, surtout en bois de mâture, fut certainement une des grandes considérations qui déterminèrent Colbert à rédiger l'ordonnance de 1669 qui nous a conservé une partie de nos forêts. Les guerres du commencement du XIX<sup>e</sup> siècle donnèrent une grande impulsion au progrès des sciences physiques et chimiques. Au fond, ces bénéfices ne constituent que des « retours » légitimes et bien justes.

Le sol de la France est exceptionnellement riche en tourbières : plaines, plateaux et hautes montagnes en possèdent. Leur distribution sporadique peut multiplier à volonté les usines nitriques et labérer nos cultures, petites et grandes, de l'asservissement de la grande usine montagnaise. Pour cela, il convient de ne pas poursuivre systématiquement l'assèchement des tourbières, comme on semble le projeter (1), mais d'aménager judicieusement ces étendues réhabilitées aujourd'hui au point de vue cultural, comme elles l'ont été depuis longtemps au point de vue hydraulique (2).

La découverte de MM. Muntz et Lainé constitue donc, à tous égards, une des plus grandes révélations agricoles contemporaines.

Un jour, peut-être, les infimes nitro-bactéries, auxquelles les bactériologistes viennent de passer le joug, permettront une autre conquête aérienne qui se montre de plus en plus opportune, celle de l'eau, matière première de toute activité organique. Qui peut répondre qu'un « canon hydrophile », chargé d'explosifs d'origine nitro-bactérienne, n'ira pas puiser « l'eau à volonté » dans l'atmosphère (3) ? C'est plus de trente ans après que la houille blanche avait été « découverte » par Cavour, que Bergès réussit à domestiquer son énergie par l'électricité. Combien de siècles n'a-t-on pas mis à utiliser la houille noire par la vapeur !

En attendant, il est prudent de défendre et de multiplier la couverture végétale spontanée de notre sol montagneux qui, jusqu'ici, et vraisemblablement toujours, constituera des réserves d'énergie et de fertilité, automatiques, sûres et progressives pour nos hydrauliciens et nos agriculteurs : les tourbières disséminées dans nos forêts et nos alpages donnent les moyens de les alimenter à peu de frais.

## TRAMWAYS A UNITÉS MULTIPLES

### Système Thomson Houston

On sait que le système de traction électrique, dit à « unités multiples », permet d'effectuer la régulation de la vitesse d'un train comportant un nombre quelconque de voitures automotrices, et cela à partir d'une plateforme quelconque, sans avoir à tenir compte de la position relative des voitures ni du sens de la marche. C'est ainsi qu'on a la possibilité de marcher dans les deux sens, sans toucher en rien à la disposition du train, et sans avoir à refaire un attelage, comme cela a lieu avec les tracteurs indépendants pour lesquels il faut une seconde voie parallèle leur permettant de passer en tête du

(1) Une commission spéciale chargée d'assurer le dessèchement des tourbières a été constituée au ministère de l'agriculture (décembre 1905).

(2) E. Reclus, *Géogr. universelle. Europe centrale*, 1878, p. 422. — A. de Tillo, *Sur la conservation des richesses aquifères de l'empire russe*. Saint-Petersbourg, Birkenfeld, 1898. — Camena d'Almeida, *La terre*, 1903, p. 311, etc.

(3) H. de Varigny, *La pluie artificielle. Revue des Deux Mondes*, 1<sup>er</sup> septembre 1892.

train, ce qui ne va pas sans causer une certaine gêne sur les voies publiques à circulation intense, lorsqu'il s'agit de tramways. Un autre avantage réside dans ce fait que, lorsqu'il s'agit de gravir ou de démarrer sur de fortes rampes, ce qui exige des accélérateurs considérables, le système à unités multiples permet d'utiliser l'adhérence totale du train.

Dans le système Thomson-Houston, les connexions réalisées à chaque instant par le mécanicien sur l'une des voitures doivent l'être au même instant sur toutes les autres. A cet effet, chaque voiture automotrice comprend un certain nombre d'interrupteurs électro-magnétiques asservis, dont les attributions sont celles du combinateur de commande des moteurs dans les systèmes ordinaires. Ils sont commandés à distance électriquement et synchroniquement pour toutes les voitures motrices du train, par le mouvement d'un combinateur principal.

Ce combinateur principal est placé sur chaque plateforme, dont la manœuvre est identique à celle des combinateurs ordinaires à cylindre, et par le déplacement du cylindre de ce combinateur, le mécanicien provoque le fonctionnement de tous les interrupteurs des voitures dans l'ordre voulu, de sorte qu'à chacune des positions de la manivelle du combinateur principal correspond une position bien déterminée pour tous les interrupteurs de commande. Un pareil résultat est obtenu au moyen d'un câble qui règne tout le long du train et qui contient les fils servant à établir les connexions entre les combinateurs principaux et les combinateurs de commande. Des coupleurs assurent le contact entre les tronçons de fil d'une voiture à une autre.

L'équipement comprend en outre un certain nombre d'appareils de sûreté ayant pour but : De rendre impossible le changement de marche tant que le courant passe encore dans les moteurs. — De ne permettre le passage du courant que lorsque tous les inverseurs de marche sont à leur place. — De rendre impossible le couplage en série de plusieurs groupes de moteurs, quand l'un des moteurs d'un groupe est hors circuit. — De permettre d'arrêter le train d'un point quelconque par la suppression du courant et l'application des freins. — D'assurer, en cas de rupture d'attelage, la suppression du courant dans la moitié du train qui n'est pas sous le contrôle du mécanicien. — De pouvoir isoler un circuit local, c'est-à-dire un groupe quelconque des dispositifs électro-mécaniques qui commandent une voiture.

De nombreuses lignes de tramways fonctionnent à unités multiples, notamment celles de Nice et du Littoral méditerranéen et celle toute récente de Rome à Frascati et à Castel Gandolfo, sur lesquelles nous allons donner quelques renseignements.

#### TRAMWAYS DE NICE ET DU LITTORAL MÉDITERRANÉEN

Cette ligne du tramway se déroule, sans interruption, depuis Cagnes jusqu'à Menton, sur une longueur de 46 kilomètres. Elle suit le bord de la mer dans la presque totalité de ce parcours, sur une route des plus pittoresques, taillée souvent en plein roc, et unique au monde par la splendeur des paysages qu'elle traverse.

En 1900, la voie s'étendait jusqu'à Villefranche. Depuis, elle a été d'abord poussée jusqu'à Beaulieu, puis l'on a construit le petit réseau de Menton avec son dépôt, sa sous-station et son usine de secours. Enfin, on a pu réunir Beaulieu, d'une part, et Menton, de l'autre, à Monte-Carlo, après une entente avec le concessionnaire des Tramways de Monaco, et grâce à la décision du prince de Monaco, qui a autorisé l'emploi du trolley dans la traversée de la Principauté. Aujourd'hui, les tramways vont directement de Nice et de Menton à Monte-Carlo, sans aucun transbordement.

L'exploitation de cette longue section de Cagnes à Menton a été divisée par la Compagnie des Tramways de Nice et du Littoral en trois tronçons :

- Ligne de Cagnes à Nice ;
- Ligne de Nice à Monte-Carlo ;
- Ligne de Monte-Carlo à Menton-Garavan.