

# Histoire de la fertilisation phosphatée 1762-1914

Jean Boulaïne

Membre émérite de l'Académie d'Agriculture de France

18, rue Tournefort, 75005 Paris

## RÉSUMÉ

Dès 1762, avant même la connaissance du phosphore Duhamel du Monceau signale par empirisme que les débris d'os et d'ivoire améliorent les sols. C'est au XIX<sup>e</sup> siècle que les chimistes et les agronomes ont précisé cette action et que l'industrie a fabriqué les superphosphates nécessaires dans les sols neutres et basiques. L'adjonction d'acide sulfurique aux matières premières, os et minerais divers, est pratiquée dès 1817 et devient commune à partir de 1840 (Liebig). Seuls Jean-Baptiste Dumas et Jean-Baptiste Boussingault s'obstineront à prôner la pulvérisation, en se moquant des industriels. À partir de 1880, l'emploi puis l'industrie des superphosphates se répandent rapidement et la France récupère son retard, ce qui ne sera vraiment effectué qu'après la Première Guerre mondiale.

## Mots clés

Phosphore, superphosphates, Liebig, Dumas, Boussingault

**SUMMARY****HISTORY OF PHOSPHATE FERTILIZING**

*As early as 1762, even before the identification of phosphorus, Duhamel du Monceau indicates by empiricism that bone and ivory debris improve soils. During the XIXth century chemists and agronomists clarified this effect, and industry manufactured the superphosphates necessary in neutral and basic soils. Addition of sulfuric acid to the raw materials, bones and varied ores, is used from 1817 and becomes usual from 1840 (Liebig). Only Jean-Baptiste Dumas and Jean-Baptiste Boussingault will persist in recommending grinding, and will treat with contempt manufacturers. From 1880, the use and then the industry of superphosphates are spreading quickly, and France recovers its delay, which will be fully recovered after the First World War only.*

**Key-words**

*Phosphorus, superphosphates, Liebig, Dumas, Boussingault*

**RESUMEN****HISTORIA DE LA FERTILIZACIÓN FOSFATADA**

*Desde 1762, antes del conocimiento del fósforo, Duhamel du Monceau indique por empirismo que los pedazos de huesos y marfil mejoran los suelos. Es durante el siglo XIX que los químicos y los agrónomos precisaron este acción y que la industria fabrico los superfosfatos necesarios en los suelos neutros y básicos. La adjunción de ácido sulfúrico a las materias primarias, huesos y minerales diversos, se practico desde 1817 y pasa a ser común a partir de 1840 (Liebig). Solos Jean-Baptiste Dumas et Jean-Baptiste Boussingault se obstinarán predicar la pulverización, burlándose de los industriales . A partir de 1880, el uso, luego, la industria de los superfósforos se desarrollan rápidamente y Francia recupera su atraso, que será realmente recuperado solamente después de la primera guerra mundial.*

**Palabras clave**

*Fertilización fósforada, superfosfatos, Liebig, Dumas, Boussingault*

## LES PRÉCURSEURS 1762-1810

La première mention d'utilisation de produits phosphatés dans un texte scientifique se trouve probablement dans *Les Éléments d'agriculture*, en 1762, de Duhamel du Monceau. Il indique que les déchets d'utilisation artisanale d'os et d'ivoire sont utiles. Mais il ignore qu'il peut s'agir de phosphore puisque Scheele ne le démontra que quelques années plus tard. En 1770, les résidus de fabrication de manches de couteau en os étaient utilisés, paraît-il, à Sheffield, en Angleterre. Quelques années plus tard, la même information se rencontre à Thiers, en France puis à Solingen, en Allemagne. Des préoccupations publicitaires ne sont pas étrangères à ces mentions d'utilisation des déchets industriels. En revanche, dans le sud du Jura, arrondissement de Saint-Claude, où l'on travaillait depuis longtemps l'os et l'ivoire, les déchets de fabrication, importants, n'eurent, d'après tous les artisans consultés, aucune utilisation agricole, car les sols y sont neutres ou légèrement acides, bien que sur substrat calcaire. On a pu montrer depuis 1950 que leur pH est toujours supérieur à 5,5. Cette valeur est la limite supérieure de l'acidité des terres susceptibles de solubiliser les phosphates tricalciques.

En 1799, Lord Dundonald, chimiste écossais, montra et affirma scientifiquement que les débris d'ossements étaient des fertilisants (probablement en terre très acide).

En 1804, à Genève, Théodore de Saussure analyse de nombreuses plantes. À la fin de son livre, il indique assez sobrement qu'elles contiennent toutes du phosphore. Il ne précise pas d'ailleurs quelle est sa méthode d'analyse.

## LES DÉBUTS 1810-1840

Vers 1810, J. Sinclair, secrétaire de la Société royale d'agriculture de Londres, préconise la pulvérisation des minerais et des ossements.

En 1816 ou 1817, le chimiste écossais James Murray obtient la pulvérisation des phosphates par l'action de l'acide sulfurique dans un simple baquet en bois. En 1837, il donne à son produit le nom de "*superphosphates*". De 1810 à 1840, de nombreux auteurs, surtout germaniques, (Davy, Schwertz, Karl Sprengel et Berzélius) traitent de l'importance de la fertilisation phosphatique.

## LE NOIR ANIMAL

Vers 1820, on utilisait à Nantes un produit, nommé le "*noir animal*", pour la purification des sucres bruts importés des Antilles. Un industriel, Fabre, rejetait les résidus de ces filtres et observa que ces "*noirs de sucrerie*" étaient un engrais particulièrement efficace.

En effet, le noir animal est fabriqué par combustion d'ossements dans des fours à l'abri de l'air, il se forme du pyrophosphate qui possède une capacité d'échange très élevée. Les impuretés des sucres étant retenues par passage sur des filtres, on obtient des jus sucrés purifiés cristallisables. Le noir chargé de débris organiques riches en azote, en potasse et en plusieurs autres éléments nutritifs, s'ajoute aux composés du phosphore. Le tout est particulièrement efficace pour la nutrition des végétaux, bien que les proportions des éléments soient incontrôlables. La région de Nantes connut un développement agricole spectaculaire dans les années 1825 et suivantes (Bournigaud, 1993).

Assez vite, des commerçants peu scrupuleux vendirent de nombreuses substances de couleur noire : tourbe, charbon pulvérisé, etc. Ces escroqueries entraînèrent des réclamations auprès des autorités et le préfet de la Loire inférieure créa un laboratoire d'analyses des engrais, dont la direction fut confiée à Bobierre (1851). Par la suite, de nombreux départements créèrent à leur tour des stations agronomiques, dont la compétence s'étendit à de nombreux produits agricoles : lait, viande, terre, engrais, etc. Une législation sur l'étiquetage et l'analyse des produits mis en vente fut élaborée par la Commission nationale des Engrais de 1864.

## LE GUANO DU PÉROU

À la même époque, vers 1820, le commerce importa d'Amérique du Sud et tout spécialement du Pérou des quantités de plus en plus importantes de fiente d'oiseaux de mer. Sous les climats très secs du Pérou, ces matières s'étaient accumulées depuis des siècles. Leur exploitation devint vite considérable, surtout pour fournir l'Angleterre et la côte orientale des États-Unis. La France en importa aussi mais environ dix fois moins : on estime la quantité à 30 000 qx. Le transport était assuré par des voiliers qui contournaient le cap Horn à la pointe sud de l'Amérique du Sud.

Les déjections des oiseaux étaient appréciées depuis l'Antiquité et considérées à juste titre comme le meilleur des engrais. La société commerciale qui diffusait le guano en France eut l'intelligence de représenter un oiseau sur les sacs qu'elle vendait. Il semble que cette société ait été dirigée par des gens honnêtes. On a une déposition détaillée de ses activités dans le compte rendu de la Commission des Engrais de 1864.

D'autre part, dans presque toute la France, les agriculteurs se livrèrent à une véritable chasse aux dépôts de guano de chauve-souris dans les grottes, cavernes ou anfractuosités, où celles-ci pouvaient nicher. Dès les dernières années du siècle, les gisements du Pérou s'épuisèrent, des recherches furent entreprises dans le monde entier, notamment en Océanie. Après 1900, la production devint très faible et fut remplacée par les engrais chimiques. On continua à importer des zones désertiques de l'Amérique du Sud des produits différents : les nitrates de soude du Chili, qui comportait

des quantités très faibles de phosphore et furent épuisées en un demi-siècle.

## 1840 – LA RÉVOLUTION DE LIEBIG

C'est Justus Liebig, qui, en 1840, démontre définitivement l'importance de la nutrition minérale et, en particulier, celle des composés phosphatés solubles. Il le fait à la demande du Congrès de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences de Liverpool en 1837. C'est Graham qui propose l'édition d'un ouvrage sur les relations de la chimie avec la croissance des végétaux. Liebig est alors pressenti et on lui suggère de rechercher la collaboration de Jean-Baptiste Dumas. Celui-ci refuse et Liebig rédige seul un premier texte en français dans son *Traité de Chimie organique*, Masson, Paris, paru en avril 1840. Il reprend son texte dans un ouvrage en allemand intitulé *La Chimie dans ses rapports avec l'agriculture et la croissance des plantes*, publié à Brunswick en octobre de la même année. Le livre eut un immense succès et démontra que l'humus est une forme de stockage mais que ce sont les produits minéraux de sa décomposition – dont les sels de phosphore - qui sont les véritables éléments nutritifs des plantes.

En 1843, James Murray et Sir John Lawes prennent le brevet de fabrication des superphosphates, le même jour à Londres. Ils en réclamèrent l'antériorité par de nombreux procès. La discussion dure encore, elle est uniquement justifiée par la désignation des matières premières, ce qui est spécieux, car, à l'époque, la nomenclature en chimie, minéralogie et pétrographie était encore imprécise. Il n'empêche que l'industrie des superphosphates se développa rapidement en Angleterre puis aux États-Unis, en Allemagne et dans d'autres pays, après 1850.

## L'ERREUR DE DEUX ACADÉMICIENS

En France, J.B. Dumas et J.B. Boussingault, tous deux membres influents de l'Académie des Sciences, défendirent farouchement l'idée que la simple pulvérisation des matières premières suffisait pour assurer la nutrition phosphatée des plantes. Ils s'appuyèrent pour cela sur les travaux de Charles de Molon, géologue amateur mais subventionné. Celui-ci avait commencé par rechercher les gisements de carbonate pour la fabrication de la chaux en Bretagne, puis utilisant les déchets de poissons de l'industrie naissante des sardines à Concarneau, il découvrit l'existence du problème de la fertilisation phosphatée.

Aidé par des subventions du tout nouveau service de la carte géologique, il entreprit l'inventaire des dépôts de phosphates de l'Est de la France. Il s'agissait de nodules et de concrétions phosphatées gros tout au plus comme le poing. Les ouvriers des carrières les triaient à la main et ils étaient broyés dans une usine au Nord de

Paris. De Molon en assurait aussi la commercialisation, à partir de 1851. En sols acides, en Bretagne et dans les Ardennes, dont le pH était inférieur à 5,5, les épandages donnaient des résultats significatifs. J.B. Dumas et J.B. Boussingault imposèrent cette technique jusqu'après 1880 et favorisèrent pour cela les activités de Charles de Molon, qui fut protégé par Napoléon III et par Élie de Beaumont, son conseiller et directeur du service de la carte géologique. Les deux chimistes exercèrent une véritable dictature, dont nous avons un témoignage indiscutable en 1864. Cette année-là, on réunit au gouvernement la "Commission des engrais", pour légiférer contre les fraudeurs, qui se multipliaient surtout pour le "noir animal". Dirigés par J-B Dumas, soutenus par J.B. Boussingault, certains membres de la Commission se moquèrent des Anglais qui triplaient le prix des superphosphates pour payer l'acide sulfurique, utilisé pour solubiliser en partie les minerais. Jusqu'après 1881, l'influence des deux hommes se manifesta. En 1881, la Société d'Agriculture décerna une médaille d'or à Charles de Molon, qui préconisait alors un mélange de varech et de phosphates moulus. Eugène Tisserand était rapporteur de cette distinction.

En revanche, en province, Malagutti à Rennes et Kulmann à Lille préconisèrent les superphosphates. Dehérain, fort diplomate, fit une thèse sur les composés phosphatés dans le laboratoire de zootechnie de Beaudement aux Arts et Métiers (1855). Il obtint la publication de sa thèse par l'Académie des Sciences après deux ans de démarches. Devenu professeur de chimie agricole au Muséum, il réussit à se faire nommer à l'Académie des Sciences par le groupe de Dumas. En revanche, Georges Ville (Boulaine et Legros, 1998), protégé dit-on par l'empereur, professeur de physique agricole au Muséum, soutenait lui aussi l'emploi des composés phosphatés mais n'avait guère d'écho qu'en Belgique. Il avait été mis au ban des sociétés savantes parisiennes, à la suite de l'avortement de ses manœuvres pour évincer J.B. Boussingault aux Arts et Métiers.

## LES ANGOISSES DE LIEBIG AU SUJET DE LA PÉNURIE DES MATIÈRES PREMIÈRES

À partir de 1850, Liebig devenu professeur à l'Université de Munich réalise que l'augmentation de l'emploi des engrais minéraux se heurte à une pénurie de matières premières. Très vite celle-ci est résolue pour le potassium, grâce à la découverte des mines de Stassfurt (1856). Cependant, les sources de phosphates restaient très limitées : des sables à faible teneur, des nodules et rognons dans certaines formations géologiques ainsi que des cristaux (Norvège). On exploitait aussi des ossements fossiles, il y en avait parfois des accumulations assez considérables : la grotte de Minerve (Hérault) recelait paraît-il 800000 squelettes d'ours des cavernes. Visitée vers 1960 par Bernard Gèze, il y avait encore

deux ouvriers qui assuraient une exploitation artisanale. Il semble qu'un préfet de l'Ariège autorisa l'exploitation de squelettes humains accumulés dans une grotte, où une tribu aurait été enfumée par Jules César, à moins qu'il s'agisse de Cathares. En 1856, un correspondant de la Société d'Agriculture de France proposa même d'utiliser la terre des cimetières.

Il faut, en outre, pour préparer l'acide sulfurique nécessaire à la fabrication des superphosphates un produit soufré. Il fut fourni pendant le XIX<sup>e</sup> siècle par la mine de pyrite de Saint Bel dans la région lyonnaise, qui alimenta notamment l'usine de Saint Fons. Vite épuisée, cette source de composés soufrés fut relayée par les mines de pyrite d'Espagne et de Chypre, comportant un peu de cuivre, qui fut récupéré au XX<sup>e</sup> siècle par lessivage, pour fabriquer du sulfate de cuivre. Les gisements de soufre natif d'Italie et de Lacq furent aussi mis à contribution.

Liebig proposa alors le terme de "recycling", en recommandant une agriculture *"rebaillant"*, comme disait Bernard Palissy, "aux terres tout ce que les récoltes lui ont enlevé".

## LA LENTE PROGRESSION DE LA FERTILISATION PHOSPHATÉE

Entre 1845 et 1875, la fertilisation phosphatée fut assurée par le guano et le "noir animal" et par des emplois locaux limités de superphosphates en province.

Ça et là, les agriculteurs recherchèrent avec un certain acharnement des matériaux pouvant servir d'engrais. Ils exploitèrent les fientes de chauves-souris, notamment dans des grottes et y trouvèrent aussi des ossements d'animaux.

À partir de 1870, les géologues découvrant des "phosphorites" dans les calcaires durs jurassiques et crétacés, qui constituent des karsts ou des plateaux dans le Quercy, puis dans le nord du département du Gard et enfin en Picardie sous la couverture lœssique. Dans ces calcaires, de très larges fissures, profondes de plusieurs dizaines de mètres, sont remplies de matériaux de décarbonatation des calcaires, accompagnés d'ossements fossilisés. L'ensemble est riche en phosphates souvent recristallisés et c'est l'ensemble qui a été appelé "phosphorite". Les quantités, quoique limitées, auraient pu servir à la fabrication d'engrais pour l'agriculture française. En fait, les produits de l'exploitation ont été vendus aux Britanniques. En Picardie, ce fut une véritable ruée vers l'or, autour des années 1880. Il semble que l'industrie française n'ait pas été en mesure, à l'époque, de fabriquer en quantité des superphosphates, ce que les Anglais firent abondamment.

Après 1870, les États-Unis furent en mesure d'exporter des minerais de phosphate relativement riches. Saint Gobain eut alors trois usines : Chauny, Saint-Fons, et une troisième près d'Avignon.

## 1878 – L'ENQUÊTE DE LA SOCIÉTÉ D'AGRICULTURE

L'efficacité des superphosphates devint manifeste et fut justifiée dans l'enquête sur l'état de l'agriculture française de 1878. Elle fut demandée par le ministère pour préparer le remplacement des traités de commerce, signés par Napoléon III en 1861. Ces traités instituaient un libéralisme qui provoqua une grave crise agricole, les droits de douane ne protégeant plus les produits français, notamment les céréales. Léonce de Lavergne se fit l'écho de cette crise, dans son discours de président de la Société d'Agriculture en 1867. Presque aussitôt, survint la création de la Société des agriculteurs de France, qui fut un groupe de pression efficace ; elle réunissait presque essentiellement des grands propriétaires terriens.

Derrière les interventions des ministres et notamment de Méline, qui était industriel d'origine, il faut probablement voir l'influence d'Eugène Tisserand, directeur de l'Agriculture au ministère. On en a des preuves indirectes par sa nomination en 1897 comme Conseiller Maître à la Cour des Comptes, où il fut chargé de surveiller les tarifs douaniers. En 1924, pour son jubilé, les anciens ministres de l'Agriculture, dont Méline, célébrèrent sa précieuse et discrète collaboration.

Les faibles rendements dus à l'épuisement des terres par 2000 ou 3000 années de cultures sans restitution, ne pouvaient pas lutter avec des rendements de plus du double des sols du nord de l'Europe, cultivés seulement depuis le Moyen Âge (*figure 1*). Les terres de colonisation récente, en Russie comme en Amérique du Nord, exportaient des récoltes, produites par une agriculture extensive. Les réponses à l'enquête de 1878 furent résumées dans un second volume rédigé par Barral, secrétaire perpétuel de la Société d'Agriculture, qui reconnut très lucidement les bienfaits de la fumure phosphatée : *"Les superphosphates font des miracles !"*.

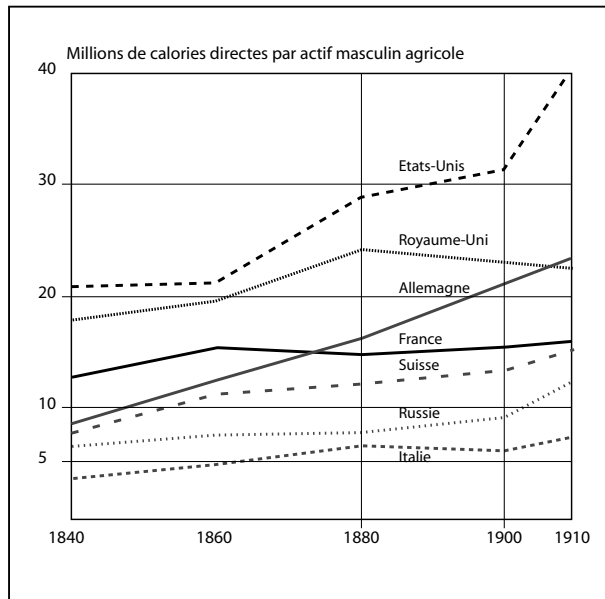
## 1875–1914 - LES ENGRAIS PHOSPHATÉS LIBÈRENT L'AGRICULTURE

Plusieurs événements vont permettre la fourniture d'engrais phosphatés efficaces.

En 1877, Sidney Gilchrist Thomas résolut le problème de la fabrication de l'acier à partir de minerais phosphorés. Les scories de déphosphoration, sous-produit des aciéries constituèrent, après broyage, un engrais très employé dans le Nord de l'Europe et dans l'Est de la France. En 1887, Philippe Thomas, vétérinaire militaire attaché à un régiment de cavalerie en opération en Tunisie, découvrit près de Gafsa des terrains, dont il envoya des échantillons à Adolphe Carnot, directeur de l'École des Mines et professeur de minéralogie à l'Institut National Agronomique. Il dosa plus de 50 %

**Figure 1** - Evolution comparée de la production agricole annuelle évaluée en millions de calories produites (Beltran et Griset, 1988)

**Figure 1** - Compared evolution of annual agricultural production in France and in some other countries, in million of calories produced.



de phosphates dans ces échantillons. Thomas reconnut aussi la présence de minerais phosphatés en Algérie, dans le sud du département de Constantine. Dans les années qui suivirent, un jeune polytechnicien, Girard, fit un voyage de fin d'études aux Etats-Unis avec une bourse de Saint Gobain. Dans son rapport, il insistait sur le développement et le succès de l'industrie des superphosphates aux États-Unis.

Parallèlement, les directeurs commerciaux de la firme montrèrent aussi l'intérêt de la production de superphosphates pour la France. En 1892, le conseil d'administration de Saint-Gobain décida d'affecter une grande partie de ses investissements à la construction de 15 usines d'engrais chimiques. En 1914, treize étaient terminées et les deux dernières en construction. Saint-Gobain fournissait alors 40 % de la consommation française de superphosphates, le reste étant assuré par la Société bordelaise de produits chimiques, les sociétés Kulhmann, Alès Froges et Camargue et Péchiney et par la Société algérienne de Produits chimiques. La Tunisie, quant à elle, fournissait alors 1 million de tonnes de minerai par an.

## LE XX<sup>e</sup> SIÈCLE

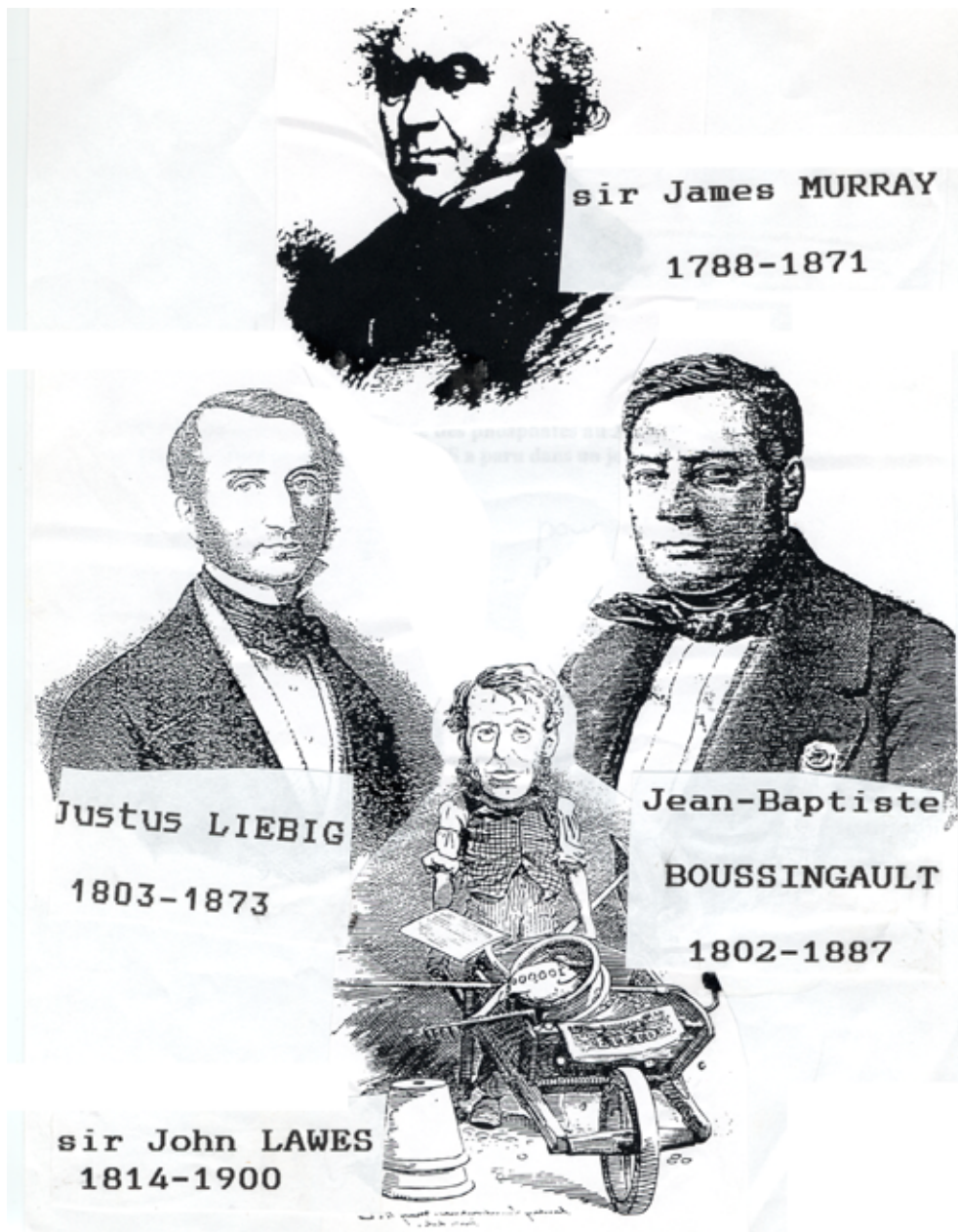
La guerre de 1914-1918 absorba pour les poudreries une grande partie de la production d'acide sulfurique (17 fois plus à la fin de la guerre qu'au début) et la production d'engrais diminua considérablement. Elle reprit en 1919, profitant en outre de la découverte des mines de phosphates du Maroc à Khourigba. La production d'acide sulfurique nécessaire, assurée pendant deux siècles par le procédé des chambres de plomb, fut peu à peu remplacé par le procédé catalytique. Depuis 1950, des formes variées d'engrais phosphatés plus ou moins solubles sont proposées à l'agriculture.

À la fin du XX<sup>e</sup> siècle, la consommation française, qui atteignit 4,5 millions de tonnes, fut réduite à 3,5 millions à la suite d'une meilleure connaissance des bilans agricoles, réduction probablement à vérifier dans les années à venir.

## UNE BATAILLE FINALEMENT GAGNÉE

De 1800 à 1914, la fertilisation phosphatée, inconnue auparavant, a été une longue bataille pour l'agriculture et pour l'industrie française. Les efforts conjugués des agronomes, des chimistes, des géologues, des industriels et des commerciaux finirent par résoudre les problèmes que l'empirisme des agriculteurs avait partiellement résolus. La production d'engrais phosphatés libéra l'agriculture d'une contrainte majeure. Elle permit au XX<sup>e</sup> siècle d'engager une nouvelle bataille, celle de l'azote...

*...mais ceci est une autre histoire !*



**J. B. LAWES'S PATENT MANURES**, composed of Super Phosphate of Lime, Phosphate of Ammonia, Silicate of Potass, &c., are now for sale at his Factory, Deptford-creek, London, price 4s. 6d. per bushel. These substances can be had separately: the Super Phosphate of Lime alone is recommended for fixing the Ammonia of Dung-heaps, Cesspools, Gas Liquor, &c. Price 4s. 6d. per bushel.

Figure 5.—Lawes' advertisement in "The Gardeners' Chronicle," July 1, 1843.

## REMERCIEMENTS

Ce texte a été mis au point par Odile Duval et Christine Martinet.

## BIBLIOGRAPHIE

- Barral J., 1880 - Enquête sur la situation de l'agriculture en France en 1879. Tomes I et II. Vve Bouchard-Huzard, Paris.
- Boulaine J., 1990 - Obstacles conceptuels à l'utilisation des phosphates au XIX<sup>e</sup> siècle. C. R. Académie d'Agriculture de France, 76, 8, Paris, pp. 24-35.
- Boulaine J., 1990 - Deux siècles de fertilisation minérale. Académie d'Agriculture de France Deux siècles de progrès pour l'agriculture et l'alimentation (1789-1989), Tec & Doc, Lavoisier, Paris, pp.131-145 .
- Boulaine J., 1991 - La bataille des phosphates au XIX<sup>e</sup> siècle, une victoire condition de toutes les autres. Revue INRA mensuel, INRA, Paris, pp. 37-41.
- Boulaine J., 1992 - Le phosphore, moteur du progrès agricole dans l'Europe du XIX<sup>e</sup> siècle. C.R. du Congrès mondial des phosphates, 4<sup>e</sup> réunion internationale de l'IMPPOS Gand (Belgique), 7-11 septembre 1992, pp.169 et suiv.
- Boulaine J., 1994 - Histoire de la fertilisation des sols français. *In*: Comptes rendus de la Société des Arts et Lettres de Touraine, Tours, pp. 69-89.
- Boulaine J., 1994 - Histoire de la Fertilisation. Revue de Purpan, n°173 (octobre/décembre), Toulouse, pp. 181-192.
- Boulaine J., 1995 - La fertilisation au XIX<sup>e</sup> siècle. Routine et progrès. *In*: Histoire et sociétés rurales, deuxième année, n°3, 1<sup>er</sup> semestre 1995, pp. 242-244.
- Boulaine J., 1995 - Quatre siècles de fertilisation. *In*: Étude et gestion des sols, Revue de l'AFES, n° 2-3, Orléans, pp. 201-208. (La deuxième partie est dans le n° 1 de 1996) .
- Boulaine J. et LEGROS J-P, 1998 - D'Olivier de Serres à René Dumont, portraits d'agronomes. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 317 pages.
- Bournigaud R., 1993 - Le développement agricole au XIX<sup>e</sup> siècle en Loire-Atlantique. Thèse de droit. 685 pages, plus annexes. Université de Nantes
- Gervy R., 1970 - Les phosphates et l'agriculture. Dunod, Paris, 297 pages.
- Duby G. et Wallon A., 1976 - Histoire de la France rurale, Apogée et crise de la civilisation paysanne de 1789 à 1914, tome III. Seuil, Paris, 570 pages.
- Duhamel du Monceau H. L., 1762 - Éléments d'Agriculture. 2 tomes, Paris.
- Liebig J., 1840 - Traité de Chimie organique, Masson, Paris





PUBLICITES -  
POUR  
LES  
ENGRAIS  
MINERAUX



## PUBLICATIONS ET DOCUMENTS PUBLIÉS PAR L'AFES

### REVUES

#### SCIENCE DU SOL

Revue scientifique publiée de 1952 à 1993.

Elle comporte 300 à 400 pages par an. Un index est présenté tous les ans dans le quatrième numéro.

A cessé de paraître fin 1993. Certains numéros disponibles.

#### LA LETTRE DE L'ASSOCIATION

Publiée quatre fois par an, ce journal annonce les nouvelles de l'association, les réunions nationales et internationales ; il donne des critiques d'ouvrages, de thèses, de la documentation, etc.

La Lettre est envoyée à chaque adhérent de l'association : elle accompagne l'adhésion.

Rédacteur en chef : J.P. Rossignol, ENITH, Angers.

#### ÉTUDE ET GESTION DES SOLS

Revue trimestrielle, francophone traitant de la connaissance et de l'usage des sols.

Rédacteur en chef : M. Jamagne.

Secrétariat de rédaction : Micheline Eimberck et J.P. Rossignol.

Le Comité Éditorial est composé de trente membres de France et de pays francophones.

### OUVRAGES

#### LE LIVRE JUBILAIRE (1984)

Point sur les acquis à cette date en matière de science du sol et de pédologie.

#### FONCTIONNEMENT HYDRIQUE ET COMPORTEMENT DU SOL (1984)

#### PODZOLS ET PODZOLISATION

par D. Righi et A. Chauvel : ouvrage publié en coédition par l'AFES et l'INRA, avec le concours du CNRS, de l'ORSTOM, et de la région Poitou-Charentes (1987).

#### MICROMORPHOLOGIE DES SOLS/SOIL MICROMORPHOLOGY

par N. Fédoroff, L.M. Bresson, Marie Agnès Courty, publié par l'AFES avec le concours du CNRS, de l'INAPG, de l'INRA, du Ministère de l'Environnement et de l'ORSTOM (1985) (épuisé).

#### CARTE MONDIALE DES SOLS ET SA LÉGENDE

Présentée sous forme de deux diapositives (1984).

#### LE RÉFÉRENTIEL PÉDOLOGIQUE

Principaux sols d'Europe, deuxième édition 1995.

Ouvrage collectif publié par l'AFES et l'INRA.

#### SYNTHÈSE NATIONALE DES ANALYSES DE TERRE : PÉRIODE 1990-1994

par C. Walter, C. Schwartz, B.-Claudot, P.-Aurousseau et T. Bouedo, avec le concours du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

#### ACTES DU XVI<sup>E</sup> CONGRÈS MONDIAL DE SCIENCES DU SOL, MONTPELLIER - AOÛT 1998