

## Agriculture et engrais en France : un aperçu historique

Michel Bornuat.

L'utilisation des engrais naturels ou chimiques n'est qu'un des aspects du passage d'une agriculture « traditionnelle », archaïque et peu productive à une agriculture dite « rationnelle », beaucoup plus performante mais au prix de certaines nuisances environnementales. Beaucoup d'autres facteurs interviennent en effet : augmentation des surfaces cultivées, introduction de nouvelles plantes, rotation des cultures (assolement), techniques aratoires, irrigation, sélection des semences, utilisation de l'énergie, apparition de produits phytosanitaires sans oublier le rôle de l'argent.

Des évolutions dans tous ces domaines vont se traduire par une véritable « révolution agricole » qui précède puis accompagne la révolution industrielle et va jouer un rôle considérable dans la démographie et l'expansion européennes des quatre derniers siècles.

### La Révolution agricole en Europe (XVII<sup>e</sup>-XIX<sup>e</sup> siècles)

Elle est beaucoup moins connue et médiatisée, y compris dans l'enseignement, que la révolution industrielle. Du fait de sa lenteur – plusieurs siècles –, de son hétérochronie et de la diversité de ses rythmes, beaucoup d'auteurs préfèrent parler d'une évolution, bien différente selon eux, de la mutation rapide artisanat – industrie. Plus tard, pour traduire l'explosion de la production agricole mondiale durant la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, on parlera de « révolution verte » liée à l'amélioration des céréales et à l'augmentation nette des rendements à l'hectare. Pas sûr que les écologistes apprécient mais cette expression pourrait s'appliquer aux premières phases de la révolution agricole, assez respectueuse de l'environnement.

Tout commence en fait avec la **découverte du nouveau monde**, rupture qui aura des incidences assez rapides sur la capitalisation puis, plus tard, sur l'apparition de cultures nouvelles et des engrais naturels. Durant tout le XVI<sup>e</sup> siècle, les conquistadores s'intéressent surtout à l'or et à l'argent du Pérou et de la Bolivie (Potosi). Ces richesses transitent par l'Espagne et vont s'accumuler chez les commerçants des Pays-Bas et d'Angleterre qui annoncent la montée progressive de l'économie capitaliste en Europe. Cela permettra plus tard aux partenaires de « l'agriculture nouvelle » – face à l'ancienne agriculture de subsistance familiale – d'y engager des capitaux. « L'argent est

le plus indispensable fumier qu'on puisse répandre sur la terre » dira le marquis de Mirabeau.

Les **nouvelles plantes**, ce sont d'abord celles qui sont cultivées sur place : la canne à sucre dont le produit remplacera le miel sur la table des gens aisés et dont la culture en plantations, très consommatrice de main d'œuvre, engendrera la traite des noirs. Le développement de la betterave sucrière ne sera effectif qu'après le Blocus continental (1806). Plus tard, on importera le cacao, le café, etc.

Parmi les autres cultures nouvelles importées, la **pomme de terre** joue un rôle majeur. Introduite en Espagne à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, sa culture ne sera généralisée en Europe que deux siècles plus tard et la France sera parmi les dernières ! Sans l'aide de Louis XVI, qui assura la protection des cultures et s'en fit servir à Versailles, il n'est pas sûr que Parmentier aurait réussi à surmonter les préjugés. Et curieusement, la Bretagne sera une des dernières provinces à l'adopter. Et pourtant, la pomme de terre s'adapte bien aux divers climats et aux terres « froides », siliceuses – jusqu'ici peu productives – et son haut pouvoir nutritif a entraîné la disparition de la famine en Europe<sup>1</sup>.

Le **maïs**, céréale américaine à gros rendement, se fait aussi une place en Europe avant la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. Et puis il y aura le topinambour, la tomate, etc.

Au XVII<sup>e</sup> siècle, on pratique encore, comme au Moyen Age, deux types d'**assolement** (rotation des cultures) : assolement triennal au nord (blé ou seigle d'hiver ; avoine, orge ou pois chiche ; jachère) et biennal au sud (blé d'hiver ; jachère) du fait de la chaleur plus précoce. La mise en place paysanne décrite par Vauban dans « La Dime royale » (1697) se traduit par des disettes voire des famines qui, combinées aux épidémies, aux guerres, au manque d'hygiène fait que la population globale s'accroît très peu.

Mais, au XVIII<sup>e</sup> siècle, l'agronomie devient à la mode, notamment parmi les élites anglaises. Lord Townshend met au point « **l'assolement de Norfolk** » qui supprime la jachère et régénère le sol grâce au trèfle (puis à la luzerne) dont les racines noduleuses peuvent fixer l'azote de l'air. C'est un progrès très important qui équivaut, de fait, à une augmentation de la surface cultivée et à une meilleure nourriture pour le bétail et donc à des rendements en lait, en viande et en fumures pour les plantes, augmentés.

Conséquence moins heureuse, la solidarité disparaît : les gros propriétaires protègent leurs parcelles de

1. Irlande exceptée qui connaît la famine au XIX<sup>e</sup> siècle.

trèfle (« *enclosures* » en Angleterre) et les plus pauvres ne peuvent plus compter sur la pâture commune. Beaucoup d'entre eux partent donc vers les villes qui réclament de la main d'œuvre pour la révolution industrielle.

La **sélection des graines et des animaux reproducteurs** combinée à certaines pratiques nouvelles, permet des améliorations très importantes des rendements. Si le climat s'y prête, le rendement à l'hectare, très faible au départ, est multiplié par 5 ou 6. En Grande-Bretagne, le croisement des races et les succès remportés par les vétérinaires au cours du XVIII<sup>e</sup> siècle font que le poids d'un bœuf ou d'un mouton est en moyenne multiplié par 2 ou 2,5.

L'**hydraulique** fait des progrès. On invente des procédés de drainage aux Pays-Bas et d'assèchement des marais en Angleterre. L'irrigation, qui a été un souci permanent, marqué dans le paysage par de nombreux petits canaux, se développe également. En ce qui concerne le **machinisme**, dans un premier temps, la charrue est remplacée par le brabant qui permet des labours plus profonds. Puis, dans la 2<sup>ème</sup> partie du XIX<sup>e</sup> siècle, avec les progrès de la métallurgie, apparaissent les premières machines agricoles : semoir mécanique, moissonneuse-lieuse, batteuse à vapeur (McCormick). La lente extension du machinisme n'a apporté qu'un gain limité de production mais a entraîné de nettes évolutions : agrandissement des exploitations, incitation à la monoculture et moins de bras nécessaires. Les **nouvelles sources d'énergie** ont eu une double influence. Au niveau de l'exploitation, le tracteur a complètement remplacé les chevaux ou les bœufs et la moissonneuse-batteuse automotrice apparaît.

Concernant la **commercialisation des produits** – nouvelle contrainte de l'agriculteur – le développement des **réseaux de transport** (routes, canaux, puis voies ferrées) assure une liaison très améliorée entre les villes consommatrices et les terroirs producteurs, désormais orientés vers une économie de marché spécialisée. Les transports terrestres et maritimes apportent par ailleurs des moyens d'amélioration très importants aux terres agricoles : amendements et engrais, détaillés ci-après.

Grâce à cette révolution agricole, il n'y a plus de famine en Europe après le XVIII<sup>e</sup> siècle et on mange mieux. C'est une cause importante, avec le progrès de la médecine et des règles d'hygiène, de la **révolution démographique** : le doublement de la population mondiale, qui passe de 750 millions à 1,6 milliard entre 1750 et 1900, provient essentiellement de l'Europe. D'où les mouvements de population de la campagne vers la ville et l'émigration, vers les États-Unis surtout. Entre 1800 et 1925, environ 40 millions d'européens, en provenance de

Grande-Bretagne (la moitié), d'Europe du Nord et d'Italie, émigrent. La France, nation la plus peuplée d'Europe (28 millions d'habitants) au moment de la Révolution, est une exception. Contrairement à l'évolution dans les autres pays européens, la natalité y décroît de 1815 à 1942 et la France ne participera donc que faiblement (1,5 million) à l'émigration.

## Les engrais : aperçu historique

La fertilité du sol est un souci avéré des agriculteurs depuis au moins 3 000 ans. L'influence de certains apports (fumier et cendres) et de la pratique de l'écobuage était connue. Ces méthodes de fertilisation seront perfectionnées par les Romains grâce aux mélanges avec des engrais verts pourvoyeurs d'azote (lupins, fèves) et resteront inchangés jusqu'à la Renaissance. Mais, dès le XVI<sup>e</sup> siècle, avec notamment Bernard Palissy en France, des ouvrages sur la fertilisation sont édités, anticipant en partie sur les découvertes faites sur la nutrition des plantes deux siècles plus tard par Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)<sup>2</sup>, Nicolas-Théodore de Saussure (1803-1873)<sup>3</sup> et surtout Justus von Liebig (1803-1873) qui écrit en 1840 son fameux traité de Chimie appliquée à l'agriculture<sup>4</sup>.

À partir de 1850, les 3 principes essentiels – azote, phosphore et potassium – sont bien connus et activement recherchés. En Europe, on emploie successivement comme engrais :

- les os et des « noirs » de raffinerie, dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle, pour les phosphates ;
- les cendres de varech et de tourbe pour la potasse ;
- le guano du Pérou, produit naturel (phosphates des fientes d'oiseaux, à genèse complexe), amené en Europe par bateau, dès 1840 ;
- les nitrates du Chili quelques années plus tard ;
- les phosphates sédimentaires, broyés et vendus tels quels, exploités en Grande-Bretagne (Suffolk) dès le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle puis quelques années après en France.

Durant le **siècle suivant (1850-1950)**, ces produits naturels, vendus directement par les industries extractives, ont constitué une source importante d'engrais. Les **nitrates** du nord du Chili, qui constituaient encore au début du XX<sup>e</sup> siècle la source essentielle des engrais azotés (3 Mt exportées lors de la Première Guerre mondiale) ont vu leur rôle décroître rapidement après la découverte des nitrates de synthèse, en 1917, par les usines Bayer. Une petite production d'engrais azotés (de l'ordre de 100 kt/an) persiste au Chili à partir de ces nitrates minéraux, soutenue par l'extraction de l'iode contenue.

2. Membre du Comité d'Administration de l'Agriculture de 1785 à 1787. Ce comité fit un travail considérable d'analyse de la situation agricole de la France et de propositions pour l'améliorer.

3. *Physiologie végétale et chimie agricole*, 1800 et 1840.

4. *Chimie organique appliquée à la physiologie végétale et à l'agriculture, ou Chimie agricole*.

Les **phosphates** naturels, broyés et vendus en tant que tels, ont été abondamment utilisés en France de 1860 à 1930. La craie phosphatée du Turonien a été découverte dans le nord en 1853 et les dernières exploitations des horizons sénoniens de la Somme datent de 1983<sup>5</sup>. Ces produits ont été remplacés par les engrais phosphatés industriels. Leur consommation actuelle en Europe est négligeable et ne représente plus à l'échelle mondiale qu'environ 5% du  $P_2O_5$  consommé.

C'est à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle qu'ont été découverts dans les mines de sel de Stassfurt (Zechstein allemand) des **sels de potassium** et magnésium qui constitueront très vite, après séparation, des engrais appréciés. La production augmentera très vite après la première guerre mondiale, notamment dans le bassin de Mulhouse, mais la potasse, bien qu'elle puisse être utilisée directement en agriculture, sera assez vite commercialisée sous forme d'engrais composés ou complexes.

À cette même époque, le convertisseur Thomas (1877) est installé dans les aciéries qui produisent dès lors des **scories de déphosphoration**, obtenues par fixation de l'acide phosphorique sur la chaux magnésienne. Finement broyées, elles peuvent être utilisées comme engrais phosphatés. À l'échelle mondiale, ces scories Thomas n'ont eu qu'un faible rôle (quelques % du marché) mais en France, elles ont longtemps représenté 20 à 30% du  $P_2O_5$  répandu, du fait d'une importante sidérurgie à partir du minerai phosphoreux de Lorraine (la « minette ») et de la tradition agricole de fumure d'automne.

Enfin, le développement des transports (canaux, routes, voies ferrées) va favoriser la pratique des **amendements** destinés à améliorer l'équilibre ou la qualité des sols : chaulage des terrains acides par addition de chaux ou de calcaire, marnage par addition de marnes sur des terrains divers, tourbe dans l'horticulture, etc.

Au XX<sup>e</sup> siècle, la chimie des engrais se développe fortement. Pour augmenter l'efficacité agricole immédiate, les agronomes réclamaient des **engrais solubles**. L'industrie a alors commencé la fabrication de superphosphates, en Angleterre d'abord, puis dans tous les pays occidentaux. Initialement, ils furent obtenus par attaque sulfurique des os. En effet, les abattoirs et les industries locales continuaient alors à fournir à l'agriculture leurs déchets (viandes, os, poils, cornes, tourteaux, etc.) qui étaient traités avant épandage. Ultérieurement, ces produits organiques, enrichis par des engrais minéraux, donnèrent naissance aux engrais complexes. Les superphosphates furent ensuite obtenus à partir des minerais phosphatés par action de l'acide sulfurique sur les phosphates apatitiques tricalciques. Les superphosphates

simples, qui titraient au début 14-15%  $P_2O_5$  sont maintenant à 18-20%  $P_2O_5$ . L'industrie a ensuite produit des superphosphates enrichis (35-40%  $P_2O_5$ ) et le superphosphate triple (45%  $P_2O_5$ ) par attaque phosphorique.

Après la Première Guerre mondiale, les engrais azotés du Chili furent en partie remplacés par des **nitrate synthétiques**. Le procédé Bayer permet, grâce à l'apport d'hydrogène et d'énergie, de fixer l'azote de l'air sous forme d'ammoniac, à partir duquel on peut produire divers engrais dont le nitrate d'ammoniaque et l'urée.

La **panoplie des engrais** est désormais très étendue et on y distingue classiquement des engrais azotés, phosphatés, potassiques, des engrais composés binaires ou ternaires – et complexes (ou organiques). Grâce à une très forte progression de la production minière (phosphates et potasse) ou chimique (nitrates), la consommation d'engrais à l'échelle mondiale a littéralement explosé à partir de 1950 et, suivant l'élément concerné, a été multipliée par 5 ou 10 en 30 ans.

### Les productions minières françaises

Elles concernent les phosphates, la potasse et la tourbe mais seule l'exploitation du bassin potassique alsacien a donné naissance à une importante industrie moderne. La figure 1 donne la localisation des secteurs exploités sur le territoire métropolitain.



Figure 1. Engrais et amendements d'origine minière.

Légende :

Potasse : ■ 1. Bassin de Mulhouse, ▲ 2. Dax (Le Boudigot).

Phosphates : ▨ ▲ 1. Boulonnais, 2. Hallencourt, 3. Beauval, 4. Nurlu, 5. Vallée de l'Aire, 6. Beauvaisis, 7. Auxois, 8. Nord-Morvan, 9. Quercy, 10. Secteur de Las Cabesses.

Tourbe : 01. Carentan. ▨ Secteurs à forte densité de tourbières.

5. La craie phosphatée de Beauval est toujours exploitée comme amendement phosphatée (voir p. 8, groupe Roullier).

Grand secteur et étage géologique	Région et/ou localités	Présentations	Exploitations		
			Dates	Minerai (kt)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kt)
<b>France Sud</b>					
Cambrien inférieur	Monts de Lacaune	Fossiles et nodules à 5-20 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> dans une série de 6-10 m. Un niveau de 70 cm à 12%.	?	?	?
Dinantien	Pyrénées (Cierp-Las Cabesses) et Montagne Noire	Chert à nodules phosphatés. Roche à 6-10% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mais nodules plus riches (25% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1900 - 1930	300	45
Jurassique	Quercy	« Phosphorites du Quercy » : 250 karsts à remplissage concrétionné ou d'argile phosphatée (quelques % à 38% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1870 - 1900	600	150
Albien - Aptien	Couloir rhodanien	Formations glauconieuses à nodules phosphatés, riches mais peu continus	1871 - 1900	400	80
<b>France Nord-Est</b>					
Lias	Ardennes à Morvan	Lits à nodules contenant 10-30% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 500 à 1 400 t de nodules à l'hectare	Fin XIX <sup>e</sup> siècle	> 100	20
Albien	Auxois		?	?	?
<b>France Nord</b>					
Albien	Boulonnais	Nodules dans grès glauconieux	1860 - 1889	300	50
Cénomaniens	Artois		1877 - 1913	200	40
Turonien	Lille	Craie phosphatée glauconieuse pauvre (< 5%), mais poches de décalcification plus riches (10-25% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1889 - 1931	100	20
Sénonien	Picardie (Beauval, Hallencourt, Nurlu)	6 horizons phosphatés mais 2 exploités du Santonien et Campanien inférieur = poches résiduelles (24-39% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) et grosses lentilles (5-20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1886-1983	18 000	3 200

Tableau 1. Production de phosphates naturels à partir du sous-sol français.

## Les phosphates

Des gisements sédimentaires de phosphates – stratiformes ou résiduels – sont connus en France dans de nombreuses régions et à divers niveaux de la série stratigraphique, du Cambrien au Crétacé (voir Tabl. 1). Les gisements trop petits, les niveaux trop minces ou les teneurs en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trop faibles n'ont pas permis de développer une exploitation moderne. Les phosphates naturels produits n'ont donc pas subi d'attaque chimique et ont été épandus tels quels sur sols pauvres et acides.

Au total, entre 1849 – date de la première découverte à Beauval (Somme) – et 1983, on a extrait de ces nombreux petits gisements 3 600 kt de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à partir d'environ 20 Mt de minerai. Près de 90% de cette production provient d'une quinzaine d'amas phosphatés de Picardie, très actifs à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et au début du XX<sup>e</sup> siècle (300 kt/an). Au début des années 1980, la COFAZ (Cie Française de l'Azote) y exploitait encore deux gisements (Nurlu et Hallencourt) et y produisaient la « phoscalcine », produit à 10% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à épandre. Les karsts du Quercy, 2<sup>ème</sup> secteur productif, font l'objet d'un article dans ce numéro.

Malgré la pauvreté du sous-sol français en bon

minerai phosphaté, l'industrie française des engrais – de la mine à la commercialisation des produits – a largement participé au développement de cette filière phosphates notamment dans les trois pays du Maghreb, en Afrique noire (Sénégal, Togo entre autres) et en Jordanie.

## La potasse

En France, bien que les séries évaporitiques soient assez largement représentées au Trias et, dans l'est du pays, au Tertiaire, le minerai potassique n'est connu qu'en deux endroits : à Dax où un gisement diapirique a été exploité à petite échelle (270 kt à 15% K<sub>2</sub>O) de 1933 à 1957 et surtout dans le **bassin potassique oligocène de Mulhouse**, décrit dans "Géologues" n°149 (2006).

Rappelons succinctement que le gisement a été découvert en 1904 à Wittelsheim, alors que l'Alsace était allemande, mais qu'il a été exploité essentiellement par les Mines Domaniales des Potasses d'Alsace (MDPA), créées en 1924 par l'État français<sup>6</sup>. De 1910 à 2002, date de la fermeture de la mine, il a été extrait des 12 sièges productifs 567 Mt de sylvinite (mélange de chlorures de potassium et de sodium) à partir desquels ont été élaborés les divers engrais potassiques contenant un total d'environ 80 Mt

6. En gardant le sigle, les Mines Domaniales de Potasse d'Alsace deviendront Mines de Potasse d'Alsace en 1967, date à laquelle elles intègrent le groupe Entreprise Minière et Chimique (EMC).

## GÉOLOGIE, HISTOIRE ET MARCHÉ DES ENGRAIS MINÉRAUX

de  $K_2O$ . Ce gros gisement stratiforme, situé entre 600 et 1 000 m de profondeur, a permis à la France d'être le 2<sup>ème</sup> producteur mondial durant la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, de participer au développement des gisements canadiens – le Canada est le 1<sup>er</sup> producteur mondial actuel – et de diversifier son industrie des engrais notamment dans le cadre de l'« Entreprise Minière et Chimique » (EMC).

Dans ce numéro, qui traite aussi des pollutions dues aux engrais, on se doit de signaler que les terrils de sel provenant de l'extraction de la potasse, ont été responsables d'une très importante pollution de la nappe aquifère d'Alsace à laquelle on s'efforce de porter remède depuis des années déjà (cf. article de *"Géologues"* n°149 sur « la dépollution de la nappe d'Alsace et la gestion des anciens terrils »).

### Amendements et tourbe

En matière d'**amendements**, outre les calcaires (chaulage) et les marnes (marnage), on a utilisé d'assez nombreuses substances minérales pour améliorer les qualités physiques et chimiques des sols, voire même pour créer des « cultures sans sol » : pouzzolanes, gypse broyé, zéolites, perlite et vermiculite, souvent mélangées à la tourbe. Pour la plupart d'entre elles, ces utilisations sont

assez récentes (quelques dizaines d'années) mais ce n'est pas le cas de la **tourbe**, très anciennement exploitée.

Comparées à celles des pays nordiques (Canada, îles britanniques, Scandinavie, Allemagne, pays de l'ex URSS) les ressources et production françaises de tourbe sont assez modestes. Par ailleurs, la tourbe, utilisée depuis 2 000 ans, l'a été longtemps – et l'est encore dans certains pays – comme combustible (« le charbon du pauvre »). Mais cet emploi est en décroissance nette alors que celui dans l'horticulture et l'agriculture, apparu au XVIII<sup>e</sup> siècle, se développe.

En France, la production de tourbe a été à son maximum (certaines années, plus de 500 kt) entre 1850 et 1875. La plus grosse partie était alors employée comme combustible mais cette utilisation a cessé en 1994. Aujourd'hui, où la tourbe est utilisée comme support de culture, la production française reste notable (300 000 à 400 000 m<sup>3</sup> de tourbe humide) et provient d'une vingtaine de sites. La densité des tourbières est particulièrement élevée dans le sud du Jura, le nord du Massif central, certaines parties des Pyrénées centrales et quelques secteurs de Bretagne et Normandie, avec une mention spéciale, pour cette dernière région, de la tourbière de Bauppte en bordure des marais de Carentan.