HAL
open science

Le marché des engrais, la volatilité des prix et la dépendance de l'agriculture européenne.

Bérengère Lecuyer, Vincent Chatellier, Karine Daniel

To cite this version:

Bérengère Lecuyer, Vincent Chatellier, Karine Daniel. Le marché des engrais, la volatilité des prix et la dépendance de l'agriculture européenne.. [Contrat] 2013. hal-02811196

HAL Id: hal-02811196

https://hal.inrae.fr/hal-02811196

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE MARCHE DES ENGRAIS, LA VOLATILITE DES PRIX ET LA DEPENDANCE DE L'AGRICULTURE EUROPEENNE

Bérengère LECUYER[(1)] - Vincent CHATELLIER[(1)] - Karine DANIEL[(2)]

(1) INRA, UR 1134 (LERECO), rue de la Géraudière, BP 71627, 44316 Nantes
Berengère.lecuyer@nantes.inra.fr / vincent.chatellier@nantes.inra.fr

(2) ESA, LARESS, 55 rue Rabelais, 49007 Angers
k.daniel@groupe-esa.com

Rapport final

Février 2013

Travail réalisé dans le cadre d'une convention
entre l'INRA (UR 1134, LERECO) et le Groupe Terrena

Introduction

Les engrais minéraux sont aujourd'hui des intrants agricoles essentiels. En améliorant la disponibilité en nutriment des sols, ils jouent un rôle clé dans la production agricole et l'accès à l'alimentation d'une population grandissante. Pourtant, l'usage intensif des engrais minéraux pose, à plusieurs égards, des problèmes de durabilité. En premier lieu, une fertilisation minérale excessive peut engendrer des coûts environnementaux élevés. Le lessivage des nitrates et des phosphates peut être, en effet, responsable de pollutions et d'une eutrophisation des milieux aquatiques ; les apports azotés génèrent, quant à eux, des gaz à effets de serre (protoxyde d'azote). La fertilisation minérale se heurte aussi à la question de l'accès aux ressources naturelles. L'industrie de la fertilisation est en effet dépendante de l'exploitation de ressources minérales non renouvelables : le gaz naturel (pour les engrais azotés) et les minerais phosphatés et potassiques. A court et moyen terme, la disponibilité de telles ressources est aussi soumise à de fortes tensions tant les intérêts économiques et géopolitiques suscités sont, pour ce secteur, importants.

Si la problématique environnementale relative à l'usage des engrais minéraux est étudiée par les scientifiques et prise en compte par les pouvoirs publics depuis de nombreuses années déjà, la durabilité physique des ressources n'a été que plus récemment considérée. Depuis quelques années, la forte hausse du prix des engrais minéraux interpelle en effet les acteurs du secteur, d'une part, sur les conditions futures de l'accès aux fertilisants et, d'autre part, sur les orientations techniques à privilégier pour rendre les systèmes productifs plus durables. Une attention particulière devrait-être prêtée à cette problématique au regard du rôle que jouent les engrais minéraux dans la production agricole et l'alimentation humaine. Dans ce contexte, ce rapport est axé sur les enjeux de ce secteur pour l'Union Européenne (UE), zone fortement déficitaire pour ces ressources. Il est divisé en cinq parties.

- La première partie présente et analyse le rôle des engrais minéraux dans la production agricole mondiale et ses interactions avec la question de la sécurité alimentaire.

- La deuxième partie s'intéresse à la disponibilité actuelle et future des ressources en engrais à l'échelle mondiale en distinguant successivement l'azote, le phosphore et le potassium.

- La troisième partie caractérise les formes de dépendance du marché européen aux engrais et aux ressources connexes.

- La quatrième partie propose une analyse des facteurs explicatifs de la forte volatilité des prix des engrais à l'échelle internationale, en confrontant l'évolution dans le temps de la dynamique de l'offre et de la demande.

- La cinquième partie porte sur l'hétérogénéité de la dépendance des exploitations agricoles européennes (selon les types de production et les régions) aux engrais.

1. Les engrais minéraux, un facteur de sécurité alimentaire ?

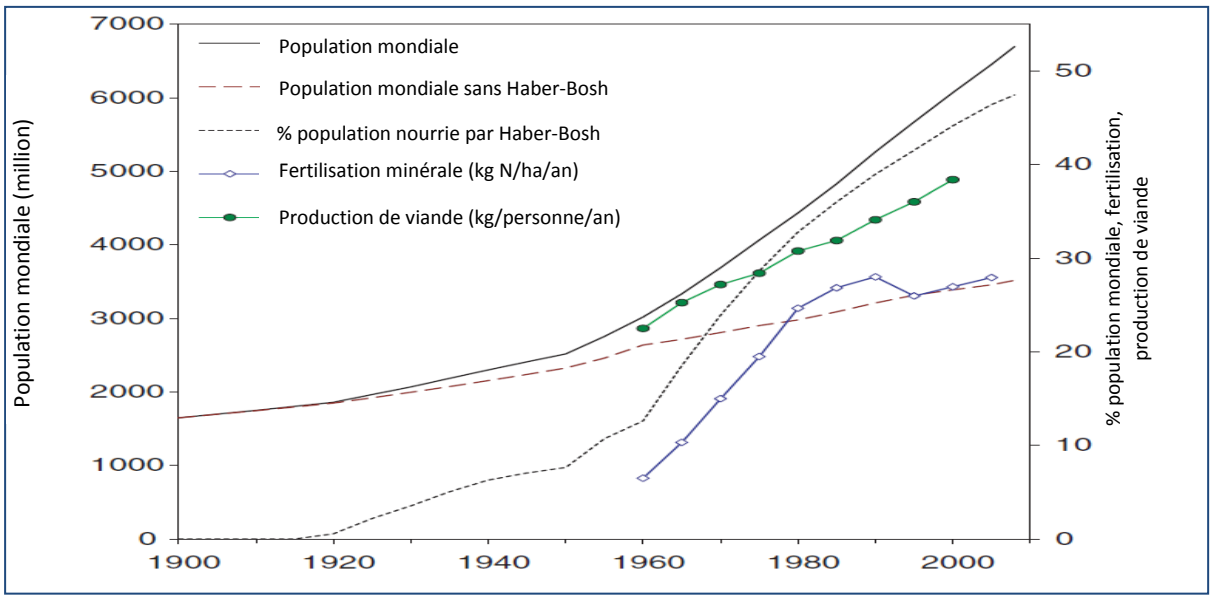
La disponibilité des éléments nutritifs présents dans les sols est un facteur limitant de la production végétale. En améliorant cette disponibilité, l'utilisation croissante d'engrais minéraux au cours du siècle dernier a contribué à augmenter substantiellement la production agricole mondiale. La consommation d'engrais minéraux est cependant très hétérogène à l'échelle mondiale. Dans certaines régions, notamment en Afrique Subsaharienne où l'accès aux engrais minéraux est difficile, la fertilité des sols continue à se détériorer au fil des récoltes. D'ici 2050, une consommation accrue d'engrais minéraux pourrait-être indispensable pour nourrir une population en pleine expansion. La dépendance future de la production agricole à l'égard des engrais minéraux dépendra néanmoins aussi des progrès réalisés pour améliorer l'efficacité de la fertilisation et du recyclage des matières organiques.

1.1 Les engrais minéraux et la productivité agricole

Au cours de leur croissance, les plantes ont besoin d'eau et d'air (qui fournissent les éléments carbone, hydrogène et oxygène), de lumière (qui fournit l'énergie nécessaire à la photosynthèse), mais également d'au moins 14 autres éléments nutritifs disponibles sous une forme minérale dans les sols (White et Brown, 2010). Ces minéraux sont classés en deux groupes selon leur concentration dans les plantes : les macronutriments (l'azote N, le phosphore P, le potassium K, le sulfure S, le calcium Ca et le magnésium Mg) et les micronutriments (le bore B, le fer Fe, le manganèse Mn, le cuivre Cu, le zinc Zn, le molybdène Mo et le Chlore Cl). Comme l'avance Justus Liebig en 1840 avec la loi des minimums, la moindre carence de l'un de ces éléments limite la croissance des plantes et les rendements. Les macronutriments primaires (l'azote, le phosphore et le potassium) étant souvent les premiers éléments limitant, les réserves minérales des sols nécessitent d'être régulièrement approvisionnées en NPK pour compenser les pertes dues à l'érosion, au lessivage et aux récoltes (Roy et al, 2006).

Jusqu'au début du XXème siècle, les moyens pour améliorer la fertilité des sols étaient souvent insuffisants et se limitaient au recyclage des matières organiques d'origine animale ou humaine, l'exploitation des réserves de guanos et de nitrates d'Amérique du Sud et, pour ce qui est de l'élément azote, à la fixation biologique par les légumineuses (Smil, 2005; Ashley, Cordell et Mavinic, 2011). Mais au cours du XXème siècle, la fertilité des sols a pu être considérablement améliorée grâce à la découverte du procédé d'Haber-Bosch (qui permet de fixer l'azote atmosphérique sous la forme d'ammoniac) et à l'exploitation de gisements de roches phosphatées et de potasses (Erisman et al, 2008 ; Van Kauwenbergh, 2010 ; Garett, 1996). Ces découvertes ont rendu possible la consommation de masse d'engrais minéraux. Celle-ci est passée de 31 millions de tonnes (Mt de $N+P_2O_5+K_2O$) en 1961 à 178 Mt en 2010, soit une progression de 3,6% par an en moyenne, ce taux ayant même atteint 5,9% au cours de la période 1961-1988 (cf. Figure 2). En augmentant les quantités d'azote, de phosphore et de potassium entrant dans la biosphère, cet usage toujours plus intensif d'engrais a contribué à améliorer substantiellement les rendements agricoles (à hauteur de 40% à 60% selon Stewart et al, 2005) et ainsi nourrir une part croissante de la population (Roberts and Tasistro, 2011 ; Jensen et Schjoerring, 2011). Erisman (2008) estime qu'actuellement, l'alimentation de plus de la moitié de la population mondiale dépend du procédé d'Haber Bosch (cf. Figure 1).

Figure 1. Production d'engrais minéraux, production agricole et alimentation

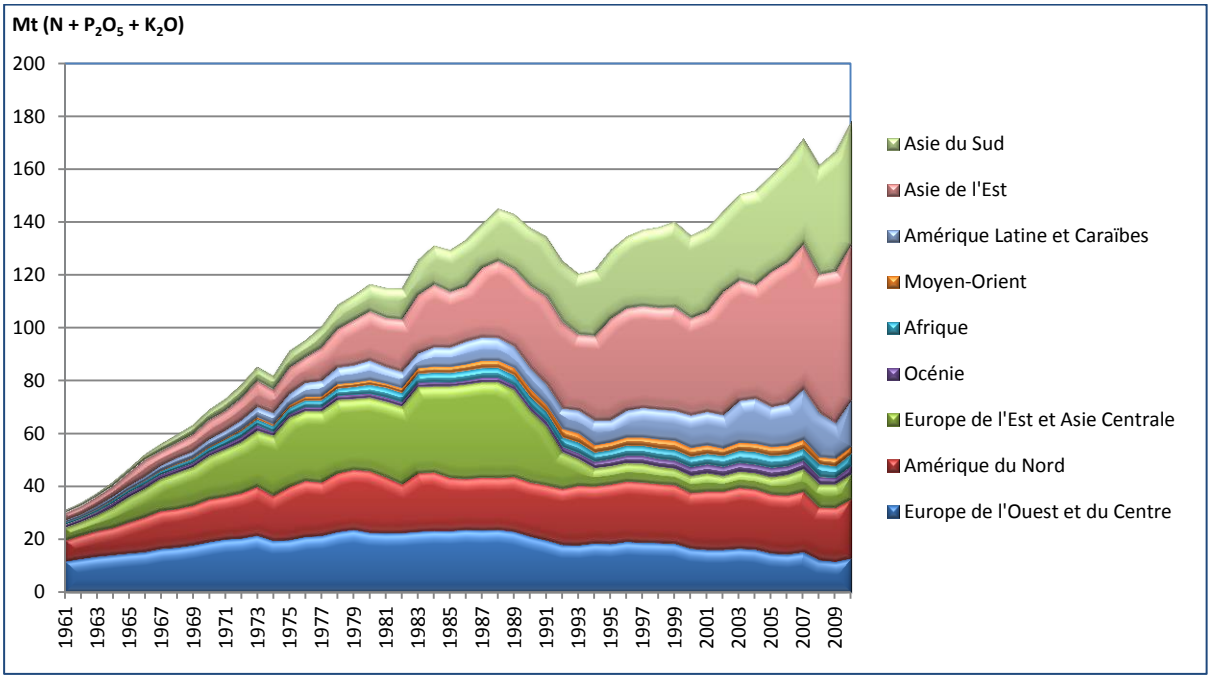


Erisman et al. (2008)

1.2 Fertilisation minérale : de fortes disparités régionales

La hausse rapide de la consommation d'engrais minéraux à l'échelle mondiale masque cependant de fortes disparités régionales. Dans de nombreux pays en développement, les apports ne sont pas suffisants pour maintenir la fertilité des sols alors que dans la plupart des pays développés et dans certains pays émergents, les apports sont excessifs et dommageables pour l'environnement (Vitousek et al, 2009). Quatre tendances régionales peuvent-être distinguées (cf. Figure 2).

Figure 2. La consommation d'engrais minéraux dans le monde (1961 – 2010)



Source : FAOSTAT

*** Amérique du Nord et Europe de l'Ouest :** une forte hausse jusqu'en 1980, suivie d'une stabilisation voir d'une légère baisse.

En Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord, la consommation d'engrais minéraux a augmenté fortement jusqu'à la fin des années soixante-dix (aux rythmes respectifs de 4% et 5% par an), puis s'est stabilisée au cours de la décennie quatre-vingt pour atteindre respectivement 23 Mt et 21 Mt par an. En Europe et sous l'impulsion aussi de politiques incitatives visant à augmenter la production agricole, la consommation d'engrais minéraux a vite été en surplus par rapport aux besoins des cultures engendrant des dommages pour l'environnement (Vitousek et al, 2009). Depuis 1980, les différentes réformes de la PAC et certaines politiques de régulation ont permis peu à peu de réduire les pertes de nutriments dans l'environnement. Depuis les années quatre-vingt-dix, la consommation d'engrais minéraux a diminué de 40% en Europe de l'Ouest (pour atteindre 13,5 Mt par an en moyenne sur la période 2005-2010), alors qu'elle est restée stable en Amérique du Nord.

*** Europe de l'Est et Asie Centrale :** chute brutale après l'éclatement du bloc soviétique.

Jusqu'à la fin des années quatre-vingt, la consommation d'engrais minéraux dans la région Europe de l'Est et Asie Centrale augmente au rythme soutenu de 7,5% par an pour atteindre 35 Mt/an, soit 26% de la demande mondiale. A partir 1989, la consommation s'effondre à la suite de la chute du bloc soviétique. Après être restée à un niveau bas mais stable (6 à 7 Mt/an) jusqu'en 2005, la consommation augmente légèrement depuis lors (9,4Mt/an en 2010, soit 5% du total mondial).

*** Afrique :** une consommation encore marginale

La consommation africaine d'engrais minéraux est très faible et évolue relativement peu. Avec 4,5 Mt d'engrais minéraux consommés en 2010, l'Afrique compte pour 2,5% de la consommation mondiale alors que la surface agricole de cette région représente 24% du total mondial. Dans ce continent et notamment en Afrique Subsaharienne, les apports d'éléments nutritifs ne sont pas suffisants pour reconstituer les réserves des sols après la récolte (Tankorang et Lowenberg-DeBoer, 2008 ; Gregory et Bump, 2006). Les rendements sont inévitablement limités par une mauvaise fertilité des sols.

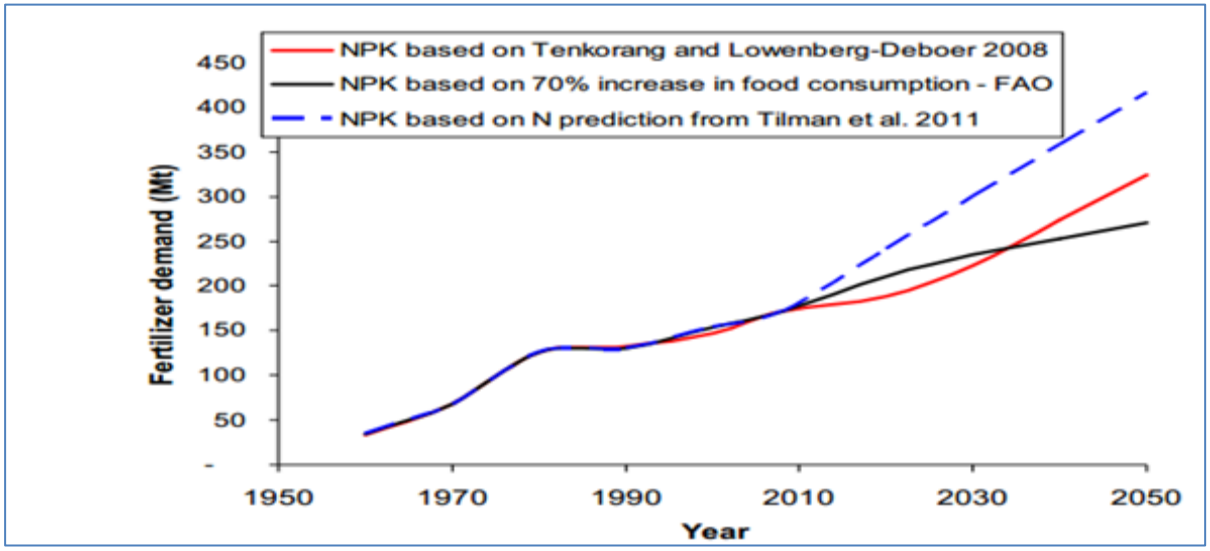
*** Pays émergents d'Asie et d'Amérique du Sud** : une forte expansion

La part de l'Asie dans la consommation mondiale d'engrais minéraux augmente très rapidement sous l'impulsion du développement agricole des deux pays les plus peuplées au monde : l'Inde et la Chine. A eux seuls, ces pays comptent pour la moitié de la consommation mondiale (la part de l'Asie hors Moyen-Orient s'élève à 60%). Rapportés à l'hectare, les apports minéraux sont aujourd'hui bien supérieurs en Chine qu'en Amérique du Nord ou en Europe (Vitousek et al, 2009) et les surplus occasionnés causent d'importants dommages environnementaux (Ju et al, 2009). La part de l'Amérique du Sud dans la demande mondiale est plus modeste (10% en 2010), mais la demande en engrais y croit à un rythme très rapide (6,5% par an entre 2000 et 2007) du fait aussi de la hausse des disponibilités foncières induites par la déforestation.

1.3 Vers une dépendance accrue vis-à-vis des engrais minéraux ?

Compte-tenu du potentiel réduit d'expansion des terres arables, relever le défi de nourrir les neuf milliards d'individus que comptera la planète en 2050 (Nations Unies, 2011) pourrait impliquer une utilisation accrue d'engrais minéraux. Cette dynamique dépendra cependant des efforts déployés pour améliorer l'efficacité de la fertilisation et le recyclage des matières organiques. Selon les perspectives de la FAO et de l'OCDE, la production agricole mondiale devrait croître de 60% d'ici 2050, et ce principalement par le biais d'une intensification de la production et d'une augmentation des rendements (FAO, 2009). Cette hausse pourrait même être de 100% selon Tilman et al. (2011). Dans ce contexte, l'accès aux engrais minéraux dans les pays (tels qu'en Afrique Subsaharienne) où les sols continuent à s'appauvrir pourrait être décisif pour augmenter les rendements et la productivité agricole (Tankorang et Lowenberg-DeBoer, 2008 ; Drescher et al, 2011).

Figure 3. Prévisions de la consommation totale d'engrais d'ici 2050 (Mt $N+P_2O_5+K_2O$)



Malingreau et al, 2010

L'évolution de la consommation d'engrais minéraux (178 Mt en 2010) dépend cependant d'une combinaison de facteurs (cf. Figure 3). Selon plusieurs études prospectives elle pourrait atteindre entre 240 Mt et 400 Mt à horizon 2050 (Malingreau et al, 2012 ; Tankorang et Lowenberg-DeBoer, 2008 ; Tilman et al, 2011). Outre les facteurs déjà cités (accroissement de la population, changement de régime alimentaire), un développement soutenu de la filière bioénergie pourrait jouer positivement sur cette demande (Erisman et al, 2008 ; Smit et al, 2009). Des efforts continus pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des nutriments (quantité des nutriments absorbée par les cultures / quantités apportées au sol) plaiderait au contraire pour une moindre dépendance de la production agricole vis-à-vis des engrais minéraux (Tilman et al, 2011 ; Erisman et al, 2008 ; Smit et al, 2009). Ainsi, par exemple, Ju et al. (2011) montrent que les apports fertilisants en Chine pourraient-être réduits de moitié sans occasionner pour autant une perte de rendements. Ces efforts ont déjà été engagés dans certains pays développés où les rendements ont continué d'augmenter ces vingt dernières années sans que l'utilisation d'engrais azotés n'augmente également (Doberman, 2005).

2. Les engrais minéraux, des ressources qui s'épuisent ?

La problématique de la rareté des engrais minéraux fait l'objet de travaux croissants (Cordell et White, 2011 ; Fixen, 2009 ; Malingreau et al, 2012), ce d'autant que la récente flambée des prix interpelle les acteurs du secteur sur les disponibilités futures de ces ressources non renouvelables : le gaz naturel pour l'azote et les minerais pour le phosphate et la potasse. Ainsi, nombreux sont ceux qui s'interrogent autour des questions suivantes : i) Combien de temps encore ces ressources seront-t-elles disponibles ? ii) Est-il possible de limiter le recours à cet intrant tout en atteignant l'objectif d'une sécurité alimentaire pour tous ? iii) Quelles sont les stratégies techniques à mettre en place pour anticiper la rareté de demain ?

2.1 Les ressources minérales : la difficile estimation des réserves

La quantité des ressources minérales susceptibles de faire l'objet d'une exploitation n'est pas simple à estimer. Non seulement les technologies progressent (comme dernièrement avec le développement des gaz de schistes qui permettent d'entrevoir de futurs développements), mais la connaissance de l'état des réserves fait aussi l'objet d'enjeux particulièrement stratégiques pour un nombre finalement limité de pays détenteurs. La transparence sur les données statistiques disponibles autour de cette question fait l'objet de débats scientifiques controversés (Laherrère, 2011 ; Cordell et White, 2011).

2.1.1 La définition des termes « ressource » et « réserve »

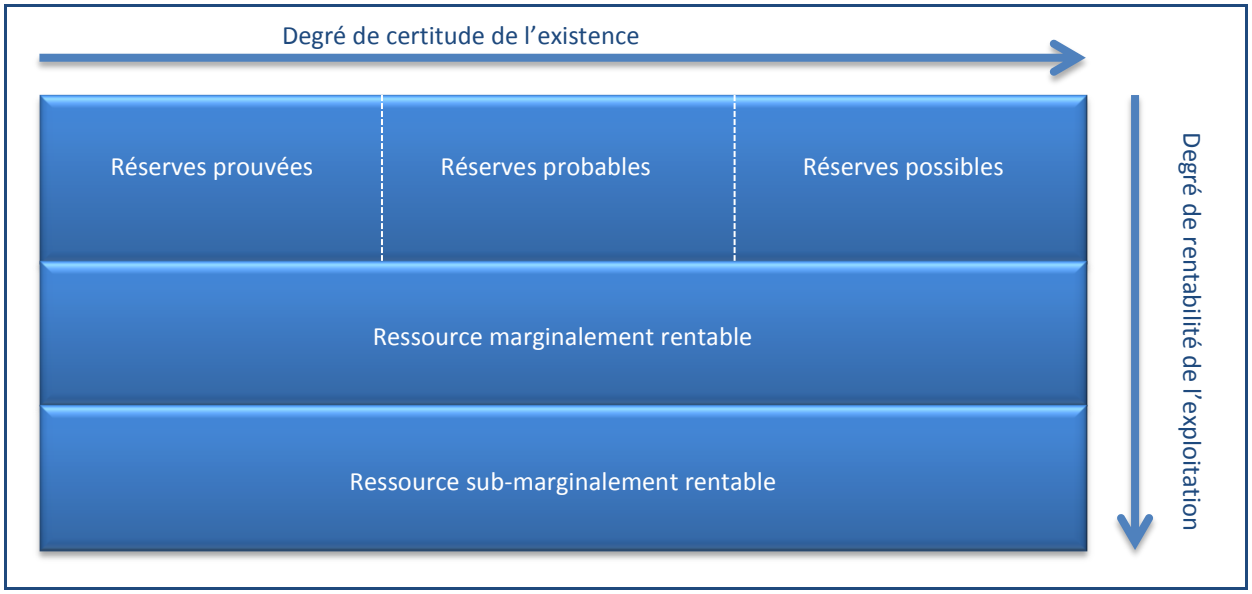
Une ressource minérale est définie comme étant « une concentration dans la croûte terrestre d'une substance solide, liquide ou gazeuse dont la quantité et la qualité sont telles qu'elle présente des perspectives raisonnables d'extraction » (USGS, 2012 ; Weatherstone, 2008). Cette ressource minérale est classée en plusieurs catégories selon deux critères (cf. Figure 4) :

- **Le degré de rentabilité économique de son extraction** qui dépend des caractéristiques physiques et chimiques de la ressource. On désigne, par exemple, sous le terme de « réserve » le volume d'une ressource dont l'exploitation est jugée rentable avec les contraintes technologiques et économiques actuelles. On parle aussi de ressources marginalement rentables et de ressources submarginalement rentables (Weatherstone, 2008 ; USGS, 2012). D'après l'USGS (*US Geological Survey*), les « ressources potentielles » regroupent la somme des réserves, des ressources marginalement rentables et une partie des ressources submarginalement rentables.

- **Le degré de certitude de leur existence.** Lors de la phase d'exploration, les géologues estiment le volume des réserves d'un gisement en donnant une fourchette de trois valeurs : les réserves prouvées ou mesurées qui correspondent à la quantité récupérable avec une probabilité d'au moins 90% ; les réserves probables ou indiquées ayant une probabilité d'au moins 50% ; et les réserves possibles ou déduites avec une probabilité d'au moins 10% (Laherrère, 2011 ; Weatherstone, 2008 ; USGS, 2012).

Le volume des différentes catégories de réserve est dynamique et varie au fil des années avec la découverte de nouveaux gisements, mais aussi et surtout avec le progrès technique (qui facilite l'exploitation de gisements initialement difficiles d'accès) et la revalorisation des prix de la ressource (qui permet l'exploitation de gisements à coût plus élevé).

Figure 4. La classification des ressources et réserves



D'après USGS, 2012 et Weatherstone, 2008

2.1.2 Les principales sources de données statistiques

Dès la phase d'exploration, les géologues calculent la valeur espérée d'un gisement, c'est-à-dire la quantité que les compagnies pétrolières et minières espèrent récupérer et qui est proche des réserves prouvées et probables (Laherrère, 2011). Cette valeur peut être réévaluée au cours de l'exploitation du gisement (Bentley et al, 2007). Les données issues de cette phase d'exploration sont néanmoins confidentielles et ne sont détenues que par quelques grandes compagnies privées qui les vendent très chères et les analystes qui y ont accès ne peuvent que partiellement publier leurs résultats (Bentley et al, 2007 ; Cordell et White, 2011).

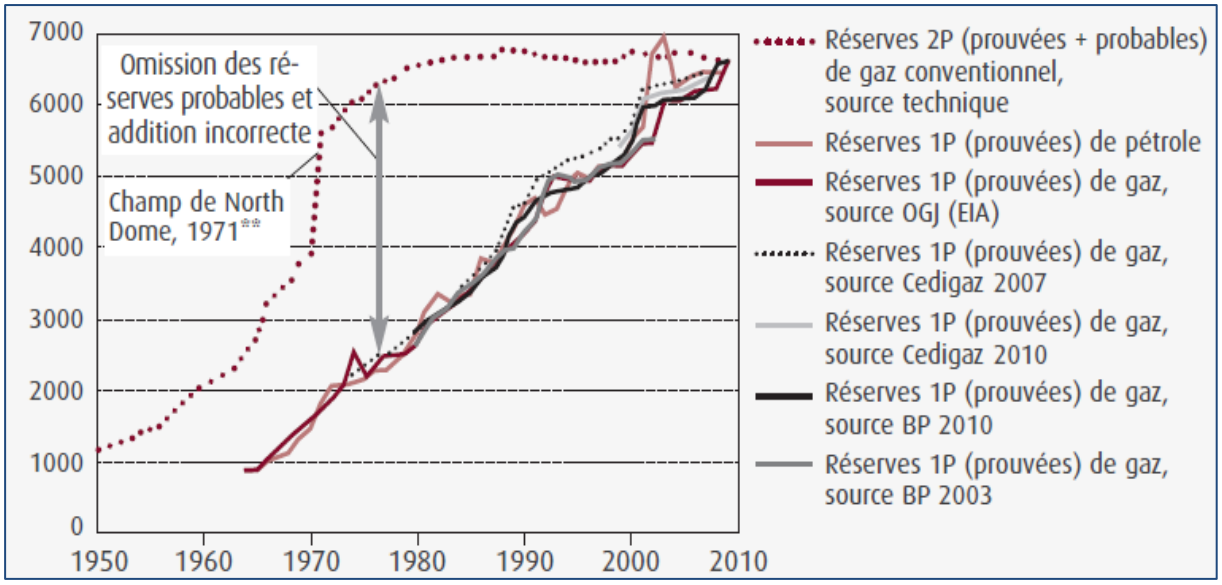
Les seules données accessibles au public proviennent d'organismes qui collectent des informations officielles pour la plupart fournies par les gouvernements. Le « minerals Yearbook » publié annuellement par l'USGS est pratiquement la seule source de données sur les réserves de plus de 90 ressources minérales autres que les énergies fossiles (dont les roches phosphatées et la potasse). Pour chaque ressource et chaque pays, deux informations y figurent : la valeur des réserves (prouvées et probables) et la valeur des ressources potentielles). Pour les énergies fossiles, les données officielles disponibles par exemple dans la « statistical review » de British Petroleum ne correspondent en général qu'aux réserves prouvées (Laherrère, 2011).

2.1.3 La fiabilité des données statistiques officielles

Pour les énergies fossiles, la pertinence de certaines analyses est limitée par l'utilisation des seules données relatives aux réserves prouvées (qui sont les seules données véritablement accessibles au public) ; or, ces réserves prouvées ne représentent qu'une partie des réserves totales espérées. Ceci peut laisser penser que le volume des réserves d'une énergie fossile augmente rapidement grâce à la prospection et au progrès technique (Watkins, 2006). Cette idée qu'il suffirait donc d'investir massivement pour répondre aux futurs besoins de l'humanité demeure évidemment discutable (Bentley et al, 2007).

Le progrès technique a déjà permis et permettra encore l'exploitation de ressources dont l'accès ou l'extraction est aujourd'hui difficile (exemple : les gisements offshores ou les ressources non conventionnelles). La vitesse d'accroissement des réserves prouvées est néanmoins artificiellement augmentée par le fait que l'on ne considère au départ qu'une partie des réserves espérées (Bentley et al, 2007 ; Laherrère, 2011). Par exemple, le volume des réserves prouvées + probables de gaz naturel est constant depuis plusieurs décennies alors que les réserves prouvées, seules, sont en nette progression (cf. Figure 5). Selon l'Institut Français du Pétrole (IFP, 2006), entre 2000 et 2006 les réserves mondiales prouvées de gaz naturel ont augmenté de 15% ; 62% de cette hausse résultant de la réévaluation de champs existants et 38% des nouvelles découvertes.

Figure 5. Les réserves mondiales de gaz (en tétra pied cube)



D'après USGS, 2010 et Weatherstone, 2008

Les données publiées sur les réserves minérales font l'objet de doutes quant à leur pertinence. Dans un premier temps, force est de constater que tous les pays n'adoptent une nomenclature harmonisée pour estimer les réserves (Cordell et White, 2011 ; Laherrère, 2011). En Russie par exemple, les estimations sont sans doute surestimées par rapport à d'autres pays dans la mesure où la nomenclature officielle comptabilise toutes les formes de réserves, qu'elles soient prouvées ou possibles (USGS, 2011 ; 2012). Certains auteurs mettent aussi en doute la fiabilité des données transmises officiellement par les gouvernements ou les compagnies pour des raisons politiques, économiques et financières (Gilbert, 2009 ; Bentley et al, 2007 ; Cordell et White, 2011). En effet, ces auteurs rappellent que le volume des réserves minérales peut parfois conditionner les capacités d'emprunts des pays concernés et permettre aux entreprises privées d'optimiser leurs stratégies financières (actionnariat). A titre d'exemple, la valeur des réserves chinoises de roches phosphatées relevée par l'USGS a été multipliée par six suite à l'adhésion de l'empire du milieu à l'OMC en 2001 (Cordell et White, 2011). La Chine est ainsi devenue le deuxième pays au monde pour ses réserves de phosphates (USGS, 2002 et USGS, 2003).

2.1.4 Les différents modèles pour évaluer la vitesse d'épuisement d'une ressource

Trois méthodes sont fréquemment mobilisées pour discuter de la vitesse d'épuisement des ressources minérales :

- Le ratio « réserve / production » (R/P) est égal au nombre d'années restantes avant l'épuisement d'une ressource, ce à niveau de production constant. Ce ratio est évidemment fragile dans la mesure où la production évolue d'une année à l'autre.

- La théorie du pic de production développée par le géologue Hubbert suggère que la production annuelle d'une ressource non renouvelable suit une courbe en forme de cloche qui passe par un maximum lorsque la moitié des réserves a été extraite (Maggio et Cacciola, 2012). A partir de données sur la production passée et sur la quantité des réserves ultimes récupérables (production passée + production future), des méthodes statistiques permettent d'estimer la date du pic de production.

- La théorie du plateau (Cordell et White, 2011 ; Bentley et al, 2007 ; Mew, 2011) suppose la construction de scénarios, estimant que la production de la ressource étudiée atteindra un plateau avant que la moitié des réserves n'ait été extraite. Ce peut-être par exemple le cas des ressources en phosphate et en potasse pour lesquelles la demande devrait se stabiliser après 2050 parallèlement à la production agricole (Mew, 2011).

2.2 Vers une rareté future des engrais azotés ?

L'azote, qui constitue 80% de l'atmosphère, est celui des trois macronutriments primaires dont la disponibilité à long terme est la moins alarmante. Bien que le procédé d'Haber-Bosch qui permet de fixer industriellement l'azote atmosphérique (cf. encadré 1) requiert aujourd'hui de l'énergie fossile, des substituts renouvelables pourront potentiellement être utilisés à long terme (l'énergie éolienne, l'énergie solaire, l'énergie hydraulique, les bioénergies, etc.). Ainsi, la fabrication d'ammoniac ne devrait pas poser de difficultés majeures, ce d'autant que la production d'engrais minéraux ne compte que pour 1% de l'énergie totale consommée dans le monde (Ramirez et Worell, 2006). Aujourd'hui, cependant, l'offre d'engrais azotés dépend encore fortement de la disponibilité du gaz naturel ; la production d'hydrogène à partir d'énergies vertes n'est, pour l'instant, pas rentable (Bartels, 2008) et nécessiterait une conversion des outils industriels, difficile à entreprendre dans un horizon de court terme.

Les réserves estimées de gaz naturel sont suffisantes pour répondre à la croissance de la demande de gaz naturel pour quelques décennies encore. Laherrère (2011) et Maggio et Cacciola (2012) situent le pic de production du gaz naturel conventionnel entre 2024 et 2055 avec des réserves ultimes comprises entre 270 et 435 Tm^3. Au-delà, les perspectives dépendront surtout du potentiel de développement des sources non conventionnelles de gaz pour lesquelles l'Agence Internationale de l'Energie (IEA/OCDE, 2011) est très optimiste (estimation à 400 tm^3). Ainsi, l'IEA porte à 800 tm^3 les réserves ultimes de gaz, soit deux fois plus que les hypothèses avancées dans les travaux cités ci-dessus. Il convient cependant de rester prudent sur ces estimations dans la mesure où les études de références sont limitées, les coefficients techniques sont difficiles à évaluer et les risques environnementaux associés à existent (Weymuller, 2010).

Encadré 1. La fixation de l'azote atmosphérique

L'azote est un élément abondant de l'atmosphère, mais sa forme inerte gazeuse ne peut être assimilée par les plantes. Or, pour fixer le diazote atmosphérique (N_2), c'est-à-dire le transformer en une forme plus réactive telle que l'ammoniac, le nitrate ou les oxydes d'azote, une grande quantité d'énergie est nécessaire pour casser la triple liaison qui unie les deux atomes d'azote (Roy et al, 2006).

✓ Processus naturels

Seuls quelques microorganismes sont capables de fixer biologiquement l'azote grâce à un complexe enzymatique appelé nitrogénase. Ces bactéries peuvent être libres ou vivres en symbiose avec les légumineuses comme les rhizobactéries (Galloway, 2004). La fixation de l'azote est également réalisée naturellement par les éclairs orageux dont les hautes températures transforment l'air (N_2+O_2) en oxydes d'azote (Mna Mvido, 2002).

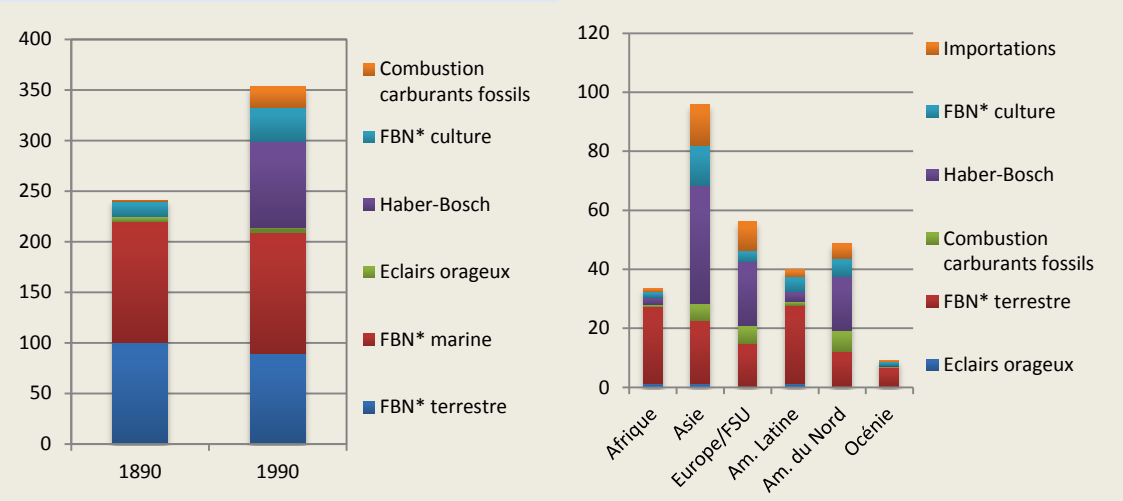
✓ Processus anthropologiques

Au cours du XXème siècle, la fixation anthropologique de l'azote s'est accélérée via trois canaux (cf. graphiques) : la culture de légumineuses, la combustion de carburants fossiles (transformation de l'air en oxyde d'azote du fait de la chaleur générée) et surtout l'application du procédé d'Haber-Bosch (Galloway, 2004). La découverte de ce dernier a rendu possible la fixation industrielle du diazote atmosphérique sous forme d'ammoniac par réaction avec du dihydrogène fournit par la combustion d'une énergie fossile (Erisman et al, 2008).

Le gaz naturel est la forme d'énergie la plus utilisée pour la production d'ammoniac (75% de la production mondiale) car elle est à la fois moins couteuse et moins émettrice de gaz à effet de serre ; le charbon est aussi beaucoup utilisé en Chine. L'ammoniac formé est ensuite transformé en différents types d'engrais azotés (urée, ammonitrate, etc.). La fixation d'azote par le procédé d'Haber-Bosch est aujourd'hui aussi importante que la fixation biologique terrestre bien que de grandes divergences régionales soient observées (cf. graphique).

Réaction d'Haber-Bosch : N_2 (diazote) + $3H_2$ (dihydrogène) → $2NH_3$ (ammoniac)
Reforming du méthane : CH_4 (méthane) + $2H_2O$ → CO_2 + $4H_2$ (dihydrogène)

La fixation de l'azote atmosphérique (Mt N/an)



Source : Galloway, 2004
*FBN = Fixation biologique de l'azote

2.3 Phosphate : vers un épuisement des ressources ?

Le phosphate est, parmi les trois nutriments primaires, celui dont la rareté fait l'objet des controverses les plus importantes. Ces dernières années, plusieurs auteurs ont alerté sur le risque d'un épuisement des réserves de phosphate d'ici la fin de ce siècle (Cordell, Drangert et White, 2009 ; Smit et al, 2009 ; Dawson et Hilton, 2011). Contrairement aux engrais azotés, les ressources de phosphate naturel sont non seulement non renouvelables, mais également non substituables dans la fabrication des engrais phosphatés (cf. encadré 2). Une fois les réserves épuisées, la disponibilité en phosphate des sols ne pourra être maintenue ou améliorée que grâce au recyclage de la biomasse animale et végétale.

Encadré 2. Les roches phosphatées

✓ Les roches phosphatées

Le phosphore est un élément abondant de la croûte terrestre, mais sa concentration est généralement trop faible (0,1%) pour pouvoir l'extraire (Cordell et White, 2011). Le phosphore des engrais est extrait de minerais, appelés roches phosphatées ou phosphate naturel, contenant une concentration élevée de phosphate (entre 4% et 30% de P_2O_5) sous forme d'apatite (Tournis et Rabinovitch, 2011). Environ 80% de la production mondiale de phosphate naturel provient de dépôts d'origine sédimentaire marine et les 20% restants de roches magmatiques (Van Kauwenberg, 2010). Ces roches, qui se sont formées au fil de plusieurs millions d'années, sont non renouvelables.

✓ Qualité et enrichissement des roches phosphatées

La rentabilité économique des gisements dépend de leur teneur en phosphate (par convention exprimée en pentoxyde de phosphore - P_2O_5) et de la concentration des impuretés. Les gisements de phosphate naturel présentent, en effet, une large gamme de qualité. Pour répondre aux exigences des industriels, les roches phosphatées subissent un enrichissement après leur extraction (Tournis et Rabinovitch, 2011) qui permet à la fois d'augmenter, moyennant une utilisation abondante d'eau, leur concentration en phosphate (jusqu'à un niveau compris entre 25% et 37%) et d'enlever une grande partie des impuretés (Van Kauwenberg, 2010).

La qualité des minerais de phosphate tend à baisser au fil des années, même après enrichissement. Les roches les plus accessibles et de meilleures qualités sont généralement exploitées en premier. En 1980, la concentration moyenne en phosphate des roches enrichies était de 32,7% alors qu'elle est aujourd'hui de 30% (Smit et al, 2009). La teneur en impuretés augmente également et pose d'ores et déjà problème dans l'exploitation de certains gisements, particulièrement en Floride (Van Kauwenberg, 2010). Les roches phosphatées contenant une faible concentration de phosphate et/ou une concentration élevée d'impuretés entraînent des problèmes dans le processus de transformation qui augmentent les coûts de production et baissent les rendements.

L'imminence d'une pénurie de phosphate est controversée, ce d'autant que l'étendue des réserves a été considérablement réévaluée récemment. Elles sont estimées par l'USGS à 71 Gt en 2012, soit quatre fois plus qu'en 2010 (16 Gt). Ce changement tient à plusieurs considérations :

- Au Maroc, les estimations des réserves sont passées de 5,7 Gt en 2010 à 50 Gt en 2012, suite à la publication d'un rapport réalisé par le Centre International pour le Développement des Engrais (IFDC) qui passe en revue plusieurs documents officiels (USGS, 2011 ; Van Kauwenberg, 2010). L'auteur de ce rapport souligne cependant qu'il est difficile de savoir si ces réserves pourront être extraites aux coûts et prix actuels.

- Sur la base d'une étude menée conjointement par l'USGS et le gouvernement irakien, de nouvelles données sur les réserves irakiennes ont été ajoutées (USGS, 2012). Avec un volume de 5,8 Gt, l'Irak est ainsi le deuxième pays détenteur de ressources en phosphate.

- Des informations fournies par des industriels et le gouvernement russe ont conduit à la réévaluation des réserves russes, algériennes et syriennes (USGS, 2011).

Tableau 1. Les réserves et la production mondiale de roches phosphatées (Mt)

	Production 2011*		Réserves 2012*		Réserves 2010*	Ressources 2010**	Ratio Réserve / Production 2012
Maroc	27	14%	**50 000**	**70%**	**5 700**	170 000	1 852
Irak	-	-	**5 800**	**8%**	**-**	-	
Chine	72	38%	3 700	5%	3 700	16 800	51
Algérie	1,8	1%	**2 200**	**3%**	**-**	-	1 222
Syrie	3,1	2%	**1 800**	**3%**	**100**	2 000	581
Jordanie	6,2	3%	1 500	2%	1 500	1 800	242
Afrique du Sud	2,5	1%	1 500	2%	1 500	7 700	600
Etats-Unis	28,4	15%	1 400	2%	1 100	4 900	49
Russie	11	6%	**1 300**	**2%**	**200**	4 300	118
Brésil	6,2	3%	310	0%	260	2 800	50
Australie	2,7	1%	250	0%	82	3 500	93
Israël	3,2	2%	180	0%	180	1 600	56
Egypte	6	3%	100	0%	100	3 400	17
Tunisie	5	3%	100	0%	100	1 200	20
Reste du monde	15,9	8%	800	1%	1 500	70 000	50
Total monde	191	100%	**71 000**	**100%**	**16 000**	290 000	372

*USGS (2010 et 2012) ; **Van Kauwenberg (2010)

Au vu de ces réévaluations, certains auteurs estiment que l'épuisement du phosphate naturel n'est pas avéré à moyen terme (Mew et al. 2011 ; Van Kauwenberg, 2010 ; Van Vuuren et al, 2010 ; Cooper et al, 2011 ; Blanco, 2011). Ces auteurs font l'hypothèse que la production de roches phosphatées augmentera jusqu'en 2050 à un rythme compris entre 1% et 3% et se stabilisera ensuite. La production de phosphate est en effet fortement corrélée à la demande agricole puisque 90% est destinée à l'industrie de la fertilisation (FAO, 2011). Selon notre propre analyse et sur la base des estimations de l'USGS en 2012, le temps restant avant épuisement des ressources en phosphate est de 390 ans à production constante et 189 ans si la production augmente de 2% par an jusqu'en 2050 (cf. Tableau 2). Si l'on considère l'ensemble des ressources potentielles, le temps avant épuisement atteint plusieurs centaines d'années.

Tableau 2. La vitesse d'épuisement des réserves et ressources de phosphate naturel

	Réserves (71 000 Mt)	Ressources potentielles (290 000 Mt)
Production constante	390 ans	1 592 ans
Augmentation 1% jusqu'en 2050 puis 0%	269 ans	1 076 ans
Augmentation 2% jusqu'en 2050 puis 0%	189 ans	733 ans

INRA SAE_2 Nantes-Angers, d'après données USGS (2012)

2.4 Potasse, vers un épuisement des ressources ?

La potasse, qui résulte d'un processus géologique de long terme, est également une ressource non renouvelable et non substituable (cf. encadré 3). La littérature scientifique dédiée à cette thématique, globalement moins abondante que pour les phosphates, laisse considérer que les réserves semblent être suffisamment étendues pour ne pas envisager une carence à moyen terme (Blanco, 2011 ; Dawson et Hilton, 2011 ; Malingreau et al, 2012 ; Fixen, 2009).

Encadré 3 : La potasse

Le potassium est un élément abondant de la croûte terrestre qui ne peut être extrait qu'à partir de roches contenant une concentration suffisamment élevée de cet élément. De telles roches sont constituées de sels de potasse ayant précipité lors de l'évaporation d'une ancienne mer intérieure ou de saumures. Différents types de roches potassiques existent. Si la sylvinite (KCl+NaCl) et particulièrement recherchée, la carnallite (KCl-MgCl2) et la kaïnite (4KCl- 4MgSO4) sont également exploitées. La teneur en potasse de ces roches (exprimée par convention en K_2O) varie entre 10 et 35 %. Les gisements de potasse se situent à un niveau particulièrement profond de la couche terrestre (entre 400 et 1 000 mètres de profondeur), ce qui nécessite des coûts élevés d'extraction. Dans ce secteur, le retour sur investissement est faible à court terme car il faut entre 8 et 12 ans entre le lancement d'un projet et l'exploitation effective d'une mine de potasse.

Source : Tournis, V. et Rabinovitch (2010) ; Garett (1996)

La production de potasse est, au demeurant, fortement corrélée à la dynamique des marchés agricoles à l'origine de 90% des utilisations (FAO, 2009). L'USGS estime que le volume des réserves de potasse s'élève à 9 500 Mt (cf. Tableau 3). Ce volume sera épuisé en 257 ans à production constante et en 131 ans si la production augmente de 2% par an jusqu'en 2050 et se stabilise ensuite (cf. Tableau 4). A ce même rythme, l'ensemble des ressources potentielles seraient épuisées en 237 ans.

Tableau 3. Les réserves et la production mondiale de potasse (Mt)

	Production 2011		Réserves 2012		Réserves 2009	Ressources 2009	Réserves /Production 2011
Canada	11,2	30%	4 400	46%	4 400	11 000	393
Russie	7,4	20%	**3 300**	**35%**	**1 800**	2 200	446
Biélorussie	5,5	15%	750	8%	750	1 000	136
Brésil	0,4	1%	300	3%	300	600	750
Chine	3,2	9%	210	2%	8	450	66
Allemagne	3,3	9%	150	2%	710	850	45
Etats-Unis	1,1	3%	130	1%	90	300	118
Chili	0,8	2%	130	1%	10	50	163
Israël	2	5%	40	0%	40	580	20
Jordanie	1,4	4%	40	0%	40	580	29
Royaume-Uni	0,43	1%	22	0%	22	30	51
Espagne	0,42	1%	20	0%	20	35	48
Autres pays	-		50	1%	75	170	
Monde	37	100%	9 500	100%	8 300	18 000	257

USGS (2012 et 2009)

* Il s'agit du volume des « réserves de base » tel que définies par l'USGS

Tableau 4 . Vitesse d'épuisement des réserves et ressources de potasse

	Réserves (9 500 Mt)	Ressources potentielles (18 000 Mt)
Production constante	257 ans	486 ans
Augmentation 1% jusqu'en 2050 puis 0%	182 ans	338 ans
Augmentation 2% jusqu'en 2050 puis 0%	131 ans	237 ans

INRA SAE_2 Nantes-Angers, d'après données USGS (2012)

2.5 Des ressources et une offre géographiquement concentrée

Les ressources nécessaires à la production des engrais (N, P, K) devraient être suffisantes pour répondre à la demande mondiale, du moins au cours des 100 à 150 prochaines années (Malingreau et al, 2012). La disponibilité des ressources n'est cependant pas synonyme d'une offre abondante. Augmenter les capacités de production requiert de lourds investissements dans la construction ou l'amélioration des outils d'extraction du gaz et des minerais. Les décisions d'investissement sont complexes : elles dépendent des anticipations sur l'évolution des prix et de la capacité des Etats à investir. Or, une grande proportion des ressources naturelles appartiennent à des pays instables politiquement et dont les politiques d'investissement sont incertaines ou soumises à des enjeux géopolitiques forts : la Russie, le Turkménistan, l'Iran et le Qatar concentrent par exemple 60% des réserves prouvées en gaz naturel ; le Maroc détient, à lui seul, 70% des réserves en phosphate ; la Canada (46%), la Russie (35%), la Biélorussie possèdent l'essentiel des réserves mondiales de potasse (cf. Tableau 1, Tableau 3 et Tableau 5). L'Union Européenne est quant à elle marginalement dotée de ces ressources à l'exception des gisements de potasse en Allemagne : 60% de ses besoins en gaz sont importés et les réserves de phosphate y sont presque inexistantes.

Tableau 5. Les réserves et la production mondiale de gaz naturel (Mt)

	Production 2011 (Gm3)		Réserves fin 2011 (Tm3)		Réserves / Production 2011
Russie	610	18%	44,6	21%	73
Iran	150	5%	33,1	16%	*
Qatar	150	4%	25,0	12%	*
Turkménistan	60	2%	24,3	12%	*
Etats-Unis	650	20%	8,5	4%	13
Arabie Saoudite	100	3%	8,2	4%	82
Emirat Arabes Unis	50	2%	6,1	3%	*
Venezuela	30	1%	5,5	3%	*
Nigéria	40	1%	5,1	2%	*
Algérie	80	2%	4,5	2%	58
Australie	45	1%	3,8	2%	84
Iraq	2	0%	3,6	2%	*
Chine	100	3%	3,1	1%	30
Indonésie	80	2%	3,0	1%	39
Malaisie	60	2%	2,4	1%	39
Egypte	60	2%	2,2	1%	36
Norvège	100	3%	2,1	1%	20
Canada	160	5%	2,0	1%	12
Union Européenne	155	5%	1,8	1%	12
Reste du monde	595	18%	19,6	9%	33
Total monde	3 280	100%	208,4	100%	64

British Petroleum statistical review (2012) ; * Plus de 100 ans

Pour le gaz naturel et le phosphate, la production par pays n'est pas toujours proportionnelle à l'état des réserves. Les ressources de deux des quatre pays qui disposent des plus grandes réserves de gaz au monde ne sont, par exemple, pas disponibles à l'exportation (l'Iran, pour des raisons géopolitiques liées à l'armement nucléaire et le Turkménistan à cause d'un déficit d'infrastructures). De même, le Maroc possède 70 % des réserves mondiales de phosphate, mais ne fournit que 14% du marché mondial. A l'inverse, les pays développés ou les grands pays consommateurs ont, au fil des dernières décennies, investis massivement pour exploiter leurs ressources. Ainsi, les Etats-Unis qui ne possèdent que 4% des réserves mondiales de gaz naturel sont le premier producteur mondial (20%). Les deux premiers producteurs de roches phosphatées, à savoir la Chine (38%) et les Etats-Unis (15%), ne possèdent respectivement que 5% et 2% des réserves mondiales. Les ressources de ces pays s'épuisent donc plus rapidement qu'ailleurs (comme l'illustre l'analyse du ratio « Réserves / Production » de chaque pays) ce qui tend à rendre l'offre mondiale de phosphate ou de gaz naturel de plus en plus dépendante à long terme des pays du Moyen-Orient ou de l'Afrique (Van Vuuren et al., 2010 ; Cooper et al. 2011 ; Yergorev et Wirl, 2011).

3. L'offre et la demande en engrais dans l'Union Européenne : une forte dépendance vis-à-vis du marché mondial

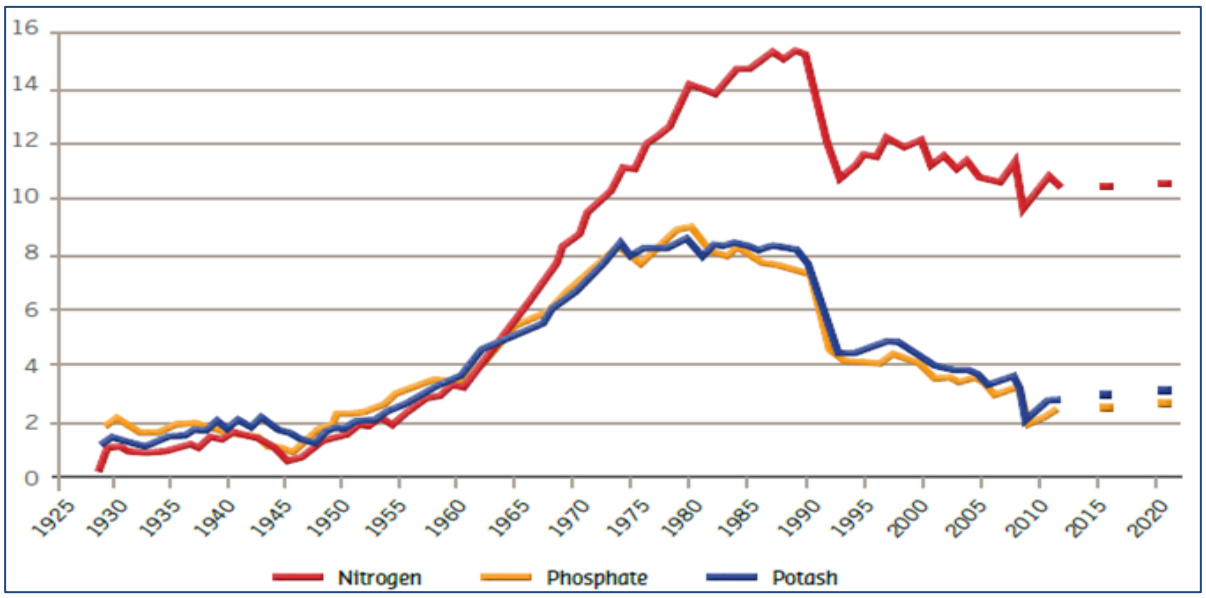
Si la fertilisation minérale baisse dans l'UE, les engrais minéraux demeurent des intrants indispensables à la production agricole. L'approvisionnement de l'UE en engrais minéraux suscite d'importantes inquiétudes, ce d'autant que la pression concurrentielle des pays émergents s'accentue (Malingreau et al., 2012). Si l'UE dispose d'outils industriels capables de transformer des ressources naturelles importées en éléments fertilisants (engrais composés NPK et ammonitrates), elle n'est que marginalement dotée de ces ressources (à l'exception des gisements de potasse en Allemagne). Il en résulte que les besoins internes en engrais minéraux sont fortement dépendants du marché extérieur, tant en termes de matières premières (gaz naturel et roches phosphatées), de produits intermédiaires (ammoniac et acide phosphorique) que de produits finis (urée et phosphate d'ammonium).

3.1 Une baisse de la consommation d'engrais minéraux en Europe

Des trois nutriments, l'azote est celui qui est le plus consommé en quantité. En moyenne sur la période 2008-2010, l'UE-27 a consommé 10 Mt (N) d'engrais azotés, 2,3 Mt (P_2O_5) d'engrais phosphatés et 2,4 Mt (K_2O) d'engrais potassiques (cf. Figure 6). La demande en azote est moins élastique aux prix que celles des engrais P et K (Bel et al, 2004). En 2008, année caractérisée par une flambée du prix des engrais, la consommation d'azote a baissé de seulement 9% par rapport à l'année précédente alors que cette baisse a atteint près de 35% pour le phosphate et le potassium.

L'UE représente 9% de la consommation mondiale d'engrais minéraux (NPK) en 2010 contre environ 29% en 1980. La demande européenne en engrais minéraux a donc fortement baissé. Dans les quinze pays historiques de l'UE, le recul de la consommation est lié essentiellement à la progression des techniques agricoles, à l'amélioration des connaissances et aux effets des politiques agricoles et environnementales (passage d'une politique de prix garantis à un système d'aides directes couplées aux facteurs de production). Dans les nouveaux Etats membres (NEM-12), le recul de la consommation est imputable à la chute du bloc soviétique.

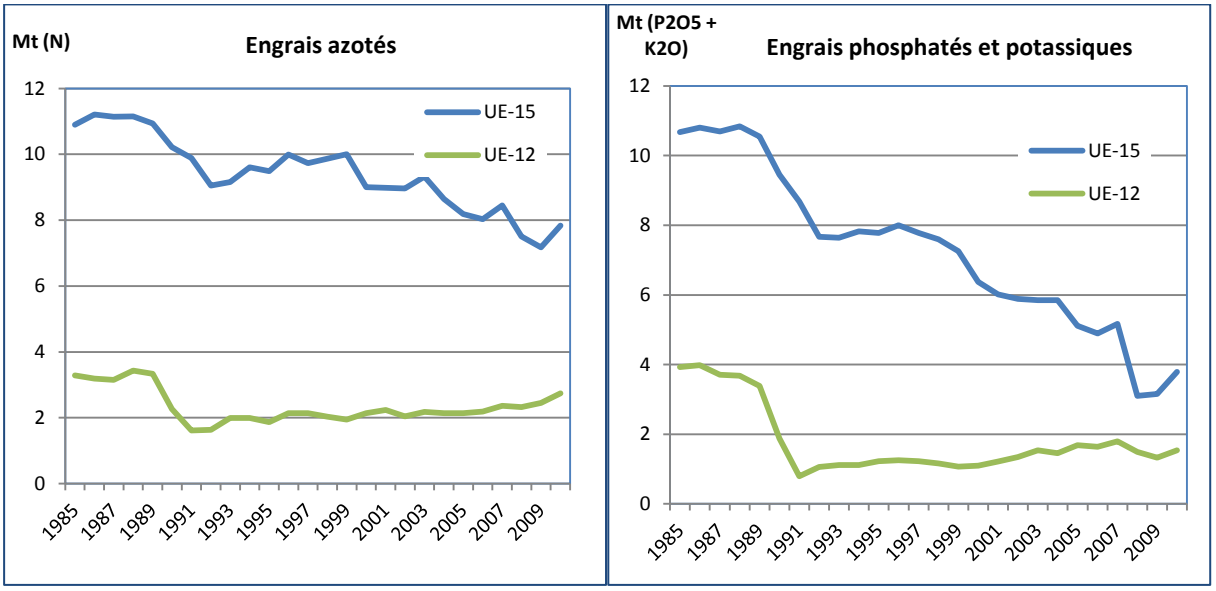
Figure 6. Consommation d'engrais minéraux (NPK) dans l'UE-27 (en Mt $N+P_2O_5+K_2O$)



Fertilizers Europe

Dans les pays de l'UE-15, la consommation d'engrais minéraux a baissé de l'ordre 9% pour l'azote et de 33% pour le phosphate et le potassium par rapport à la période 1992-1994. Pour les NEM-12, la situation est inverse, la consommation a augmenté de 26% pour l'azote et 63% pour le potassium et le phosphate (cf. Figure 7). Selon l'association européenne de l'industrie des fertilisants (Fertilizers Europe, 2011) la situation restera contrastée jusqu'en 2020. En diminution dans l'UE-15 (de -2% à -11% suivant les nutriments par rapport à 2005-2010), la consommation devrait poursuivre sa tendance haussière dans les NEM-12 (de +20% à +35% suivant les nutriments).

Figure 7. La consommation des engrais minéraux dans l'UE-15 et l'UE-12



FAOSTAT

NB : République Tchèque, Bulgarie, Estonie, Lettonie et Lituanie ne sont comptabilisés qu'à partir de 1992

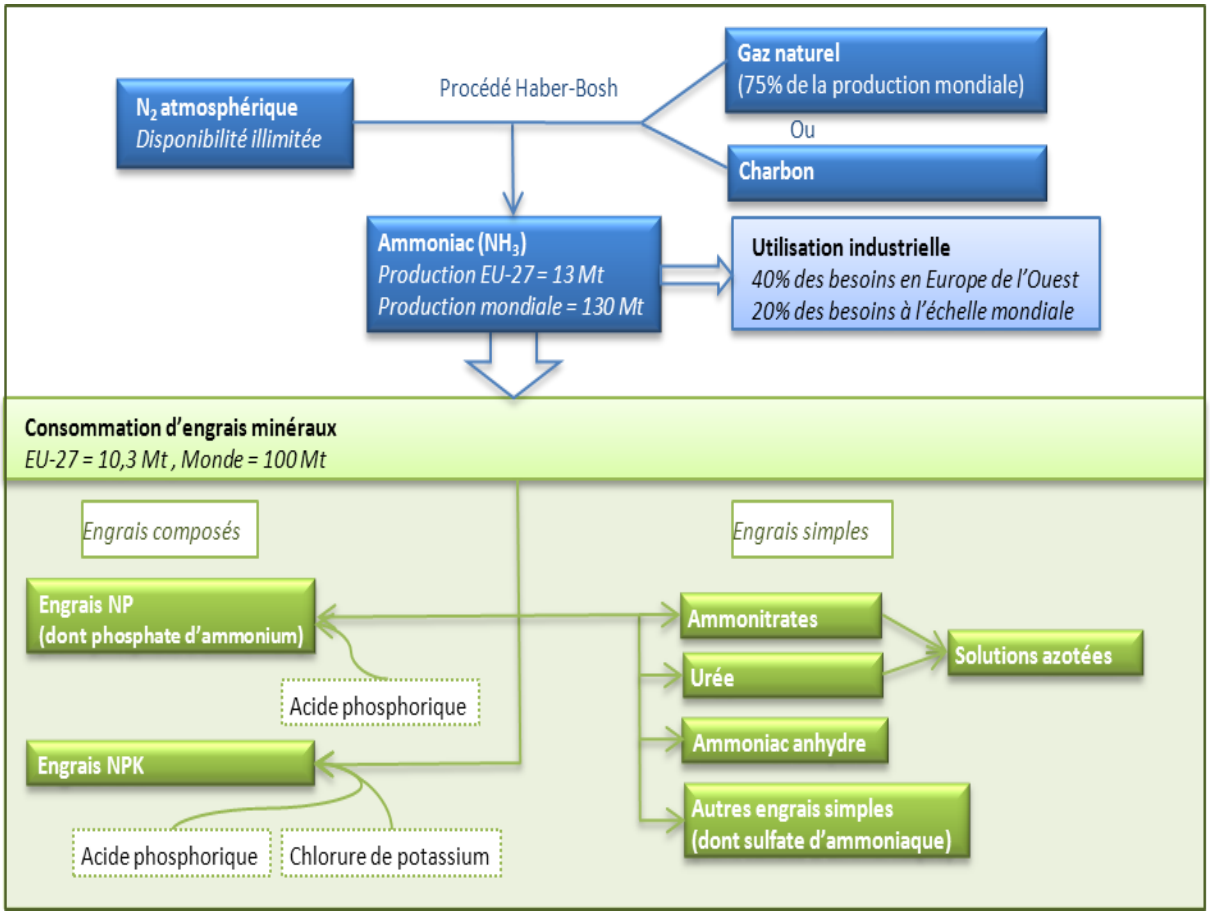
3.2 L'approvisionnement européen en engrais azotés

L'UE dispose d'outils industriels capables de fabriquer des engrais minéraux azotés et de répondre à une part substantielle de la demande domestique. Ces fabrications se font en partie au travers des importations de gaz naturel. Les producteurs européens subissent, par ailleurs, la pression concurrentielle de pays émergents bénéficiant de coûts de production particulièrement bas.

3.2.1 La fabrication et la consommation des engrais azotés en Europe

Le processus de fabrication des engrais azotés le plus rentable consiste, dans un premier temps, à fixer l'azote atmosphérique sous forme d'ammoniac en utilisant une énergie fossile (cf. encadré 1). L'ammoniac ainsi formé est utilisé dans le secteur industriel (en tant que frigorigène par exemple) et dans le secteur militaire (explosifs), mais les engrais minéraux constituent le débouché principal avec 60% de la demande en Europe de l'Ouest et 80% à l'échelle mondiale (FAO, 2011). L'ammoniac peut-être directement épandu au champ mais il est généralement transformé en différents types d'engrais simples (tels que l'urée, les ammonitrates, les solutions azotées, le sulfate d'ammoniaque, etc.) et d'engrais composés (cf. Figure 8).

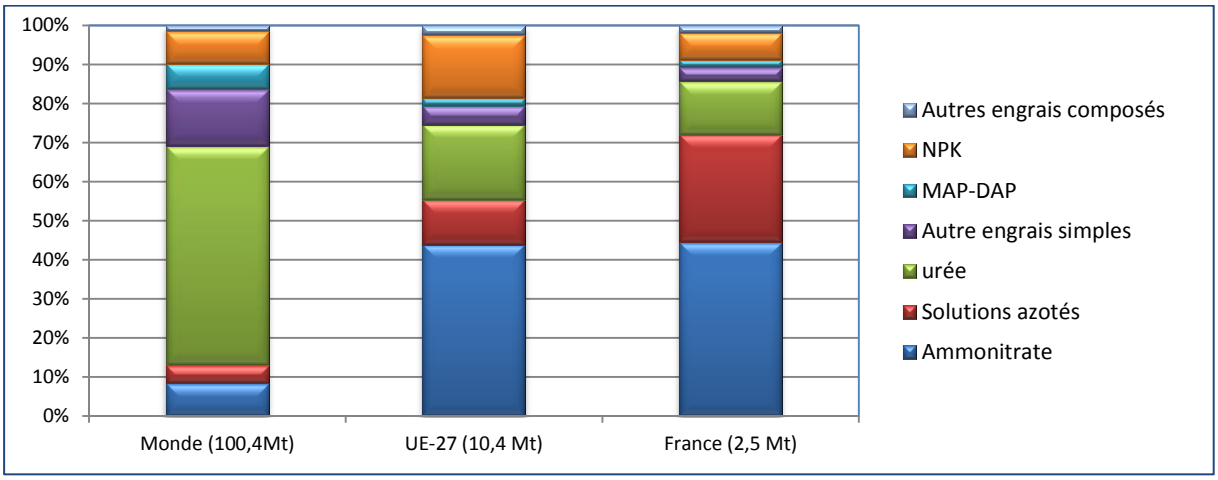
Figure 8. Le processus de fabrication des engrais minéraux azotés



INRA SAE_2 Nantes-Angers, d'après données IFA et FAOSTAT

Au niveau de l'agriculture européenne, les ammonitrates constituent la première forme d'utilisation des engrais azotés, avec environ 45% du total (cf. Figure 9). L'urée occupe le second rang et sa part relative augmente (de 16% à 20% au cours des dix dernières années). Cette situation s'explique par les contraintes de stockage qu'exigent les ammonitrates (qui peuvent-être explosifs dans certaines conditions) et par la prévalence de l'urée sur le marché mondial (GCL, 2011). L'urée, qui représente la moitié de la consommation mondiale, est l'engrais azoté le plus produit et le plus échangé dans le monde. Si son efficacité technique est jugée moins bonne que celle des ammonitrates (Yara, 2011), l'urée bénéficie d'une concentration plus élevée d'azote (46% contre 27 à 33% pour les ammonitrates) et il est plus facilement stockable et transportable (Jensen and Schoerring, 2011). Les pays européens sont aussi d'importants consommateurs de solutions azotées (30% de la consommation totale en France) et d'engrais composés NPK.

Figure 9. La consommation d'engrais azoté selon les formes utilisées (moyenne 2007-2009)



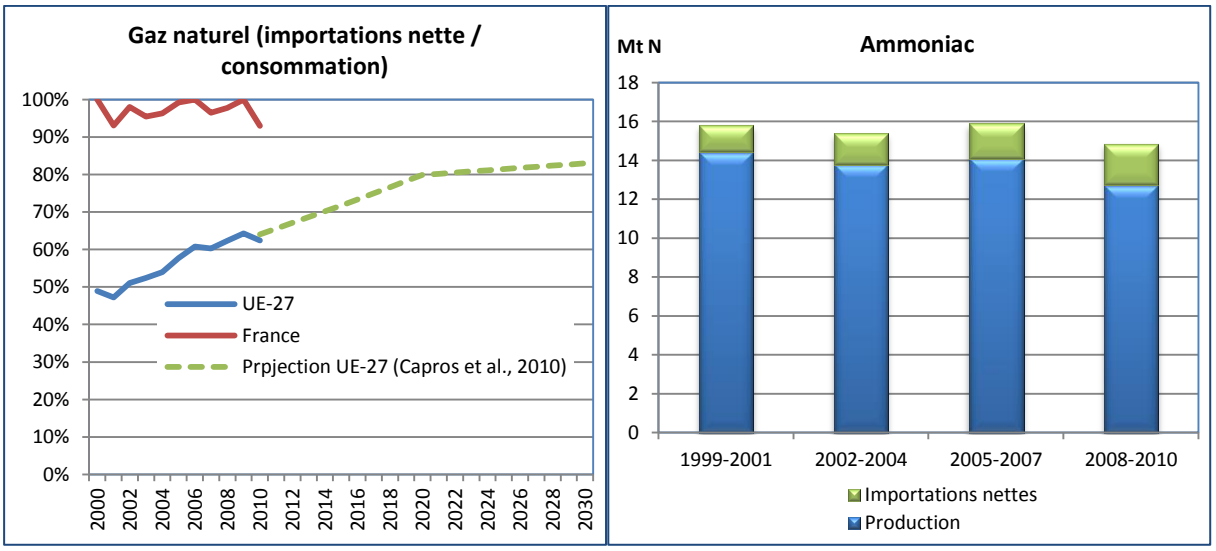
IFDATA

3.2.2 Une industrie développée mais dépendante des importations

L'UE manque de ressources en gaz naturel, matière première indispensable à la production des engrais azotés (cf. partie 2) : elle importe près de 60% du gaz qu'elle consomme, principalement en provenance de la Russie (32% des importations en 2010), de la Norvège (28%) et de l'Algérie (14%). Ce taux pourrait même atteindre 80% d'ici à 2020 en raison de l'expansion de la demande et de la diminution des réserves locales de gaz naturel (Capros et al, 2010).

En dépit de cette situation de grande dépendance, l'industrie européenne du secteur de l'azote est développée. En 2008-2010, la production européenne d'ammoniac représente 13 Mt par an (cf. Figure 10). Le déficit de matières premières rend néanmoins les producteurs européens d'ammoniac beaucoup plus sensibles aux fluctuations du marché international du gaz naturel que leurs homologues situés dans les régions riches en ressources fossiles (cf. partie 4) ; le gaz naturel pèse pour 80% des coûts de production de l'ammoniac (Huang, 2007). Ainsi, l'augmentation du prix du gaz en Europe a poussé certains producteurs à acheter de l'ammoniac directement sur le marché mondial plutôt que de le produire localement (Arovuori et Karikallio, 2009) ; les importations annuelles de ce produit ont augmenté de 1,4 Mt (soit 9% de la consommation apparente) en 1999/2001 à 2,4 Mt (soit 14% de la consommation apparente) en 2008/2010.

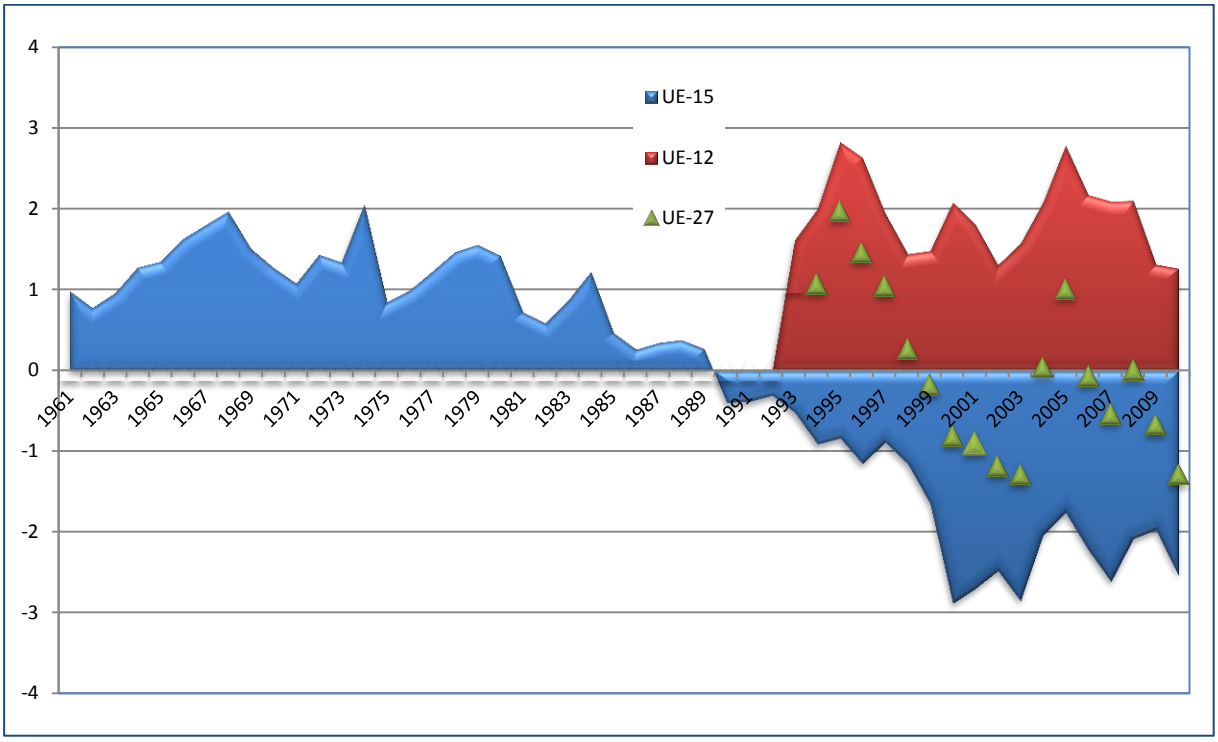
Figure 10. Les importations de gaz naturel et production-importations d'ammoniac dans l'UE-27



Eurostat – IFA

Grâce à la production et aux importations d'ammoniac, l'UE-27 est en mesure de couvrir une part substantielle de ses besoins en engrais azotés. Au cours de la période 2008-2010, la production européenne d'engrais azotés s'est élevée à 9,4 Mt en moyenne par an, ce qui représente plus de 95% de la consommation. Les Etats membres de l'UE-15 sont déficitaires et importent des engrais azotés, en provenance notamment des NEM-12 qui sont excédentaires (cf. Figure 11).

Figure 11. Le solde entre production et consommation d'engrais azotés dans l'UE* (en Mt N)



INRA SAE$_2$ Nantes-Angers, d'après données FAOSTAT
* L'UE-12 et l'UE-27 ne sont représentées qu'à partir de 1993

La production européenne d'engrais azotés résulte pour près de 80% de seulement sept pays,: la Pologne (17%), les Pays-Bas (16%), l'Allemagne (12%), la France (12%), la Roumanie (8%), la Lituanie (7%) et l'Espagne (7%). Parmi ces pays, certains comme l'Allemagne, la France et l'Espagne sont de grands pays agricoles qui consomment plus d'engrais azotés qu'ils n'en produisent (cf. Tableau 6). D'autres, en revanche, sont exportateurs nets. Il s'agit des pays de l'Europe de l'Est (Pologne, Roumanie, Lituanie) qui ont un lien historique avec la Russie, principal fournisseur européen de gaz, et des Pays-Bas qui possèdent 65% des réserves de gaz naturel de l'UE-27.

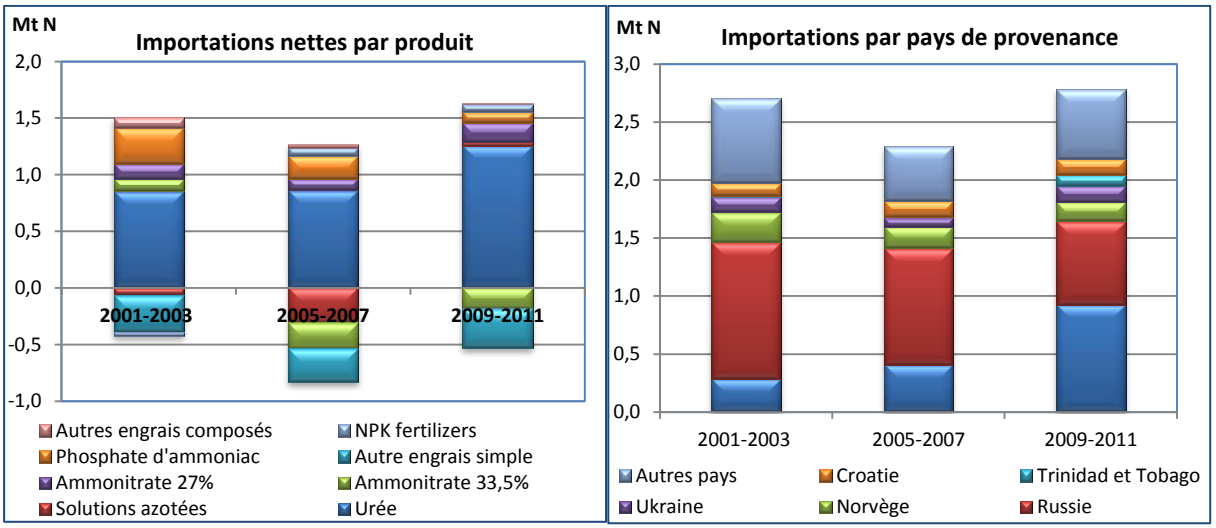
Tableau 6. Production et consommation d'engrais azotés dans l'UE-27 (moyenne 2008-2010)

	Production (kt)	% / total	Consommation (kt)	% / total	Production – consommation (kt)
Pologne	1 600	17%	1 100	11%	500
Pays-Bas	1 500	16%	200	2%	1 300
Allemagne	1 200	12%	1 600	16%	- 400
France	1 100	12%	2 000	20%	- 900
Roumanie	800	8%	300	3%	500
Lituanie	700	7%	100	1%	600
Espagne	700	7%	800	8%	- 100
UE-27	9 400	100%	10 000	100%	- 600

INRA SAE$_2$ Nantes-Angers, d'après données FAOSTAT

L'industrie européenne de la fertilisation doit faire face à une concurrence internationale, certains pays bénéficiant de faibles coûts de production (en raison aussi de l'octroi de subventions publiques). Dans ces jeux concurrentiels, il est à noter que le coût de transport des engrais azotés finis est peu cher comparativement à celui du gaz naturel et de l'ammoniac. Les importations nettes restent néanmoins secondaires par rapport à la production domestique : 1,1 Mt/an en moyenne sur la période 2009-2011 (cf. Figure 12). Si la Russie est un partenaire historique privilégié de l'UE, l'Egypte est aujourd'hui notre principal fournisseur en engrais azotés finis (33% des importations). L'UE est un exportateur net d'ammonitrates (0,2 Mt par an en 2009-2011), mais elle importe de l'urée en grandes quantités (1,3 Mt). Le prix européen des engrais azotés est donc clairement impacté par le prix de l'urée sur le marché international (Yara, 2012).

Figure 12. Les importations d'engrais azotés dans l'UE-27



INRA SAE$_2$ Nantes-Angers, d'après données Eurostat

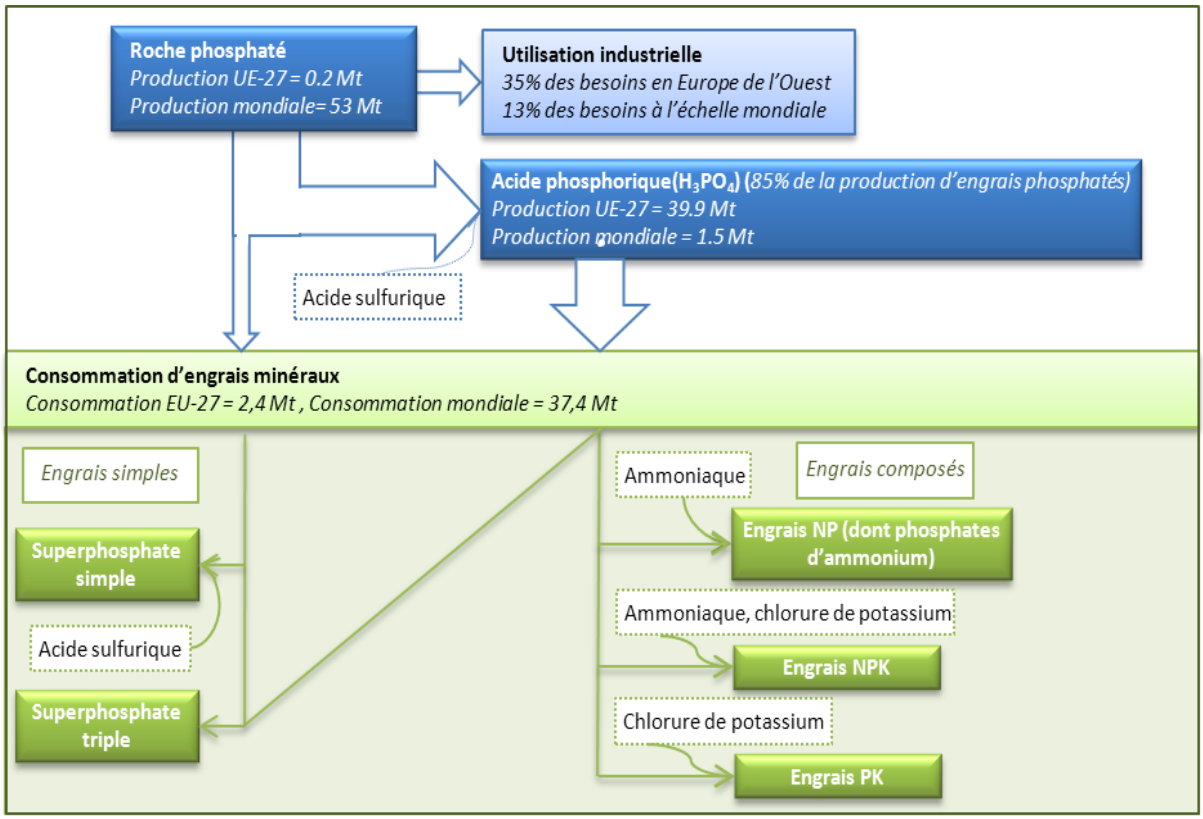
3.3 L'approvisionnement européen en engrais phosphatés

L'UE ne possède quasiment pas de gisements de roches phosphatées. La quasi-totalité de ses besoins sont satisfaits par des importations de produits finis ou de matières premières (roches phosphatées ou acide phosphorique).

3.3.1 La fabrication et la consommation d'engrais phosphatés

Les phosphates, extraits de gisements sédimentaires ou magmatiques, sont utilisés principalement dans l'industrie de la fertilisation : 90% à l'échelle mondiale et 65% au niveau de l'Europe de l'Ouest (FAO, 2011).

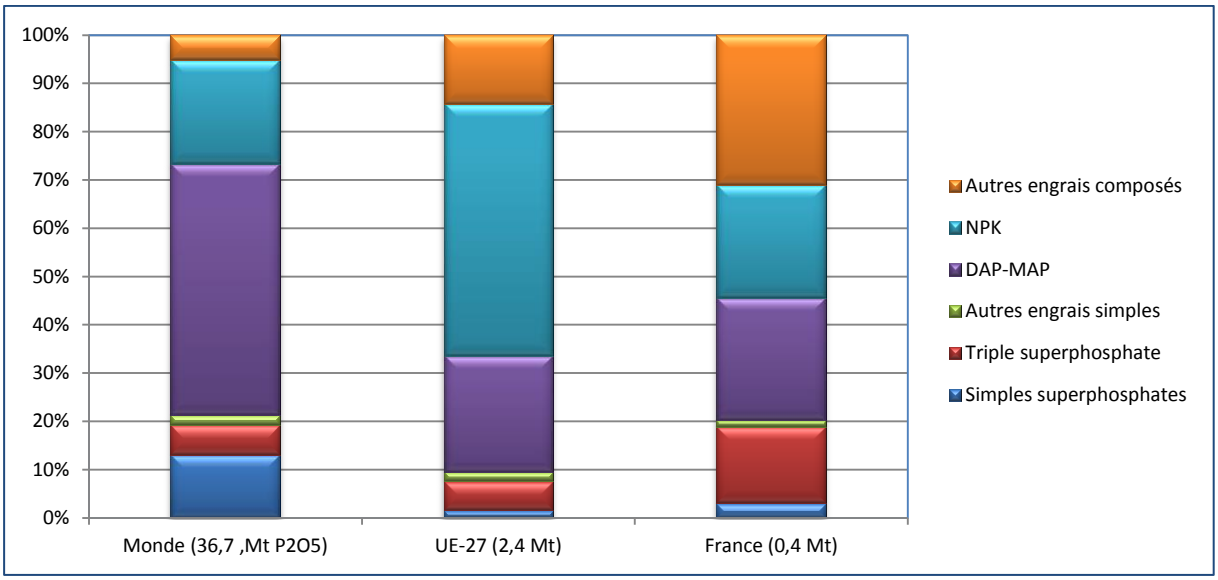
Figure 13 : Le processus de fabrication des engrais minéraux phosphatés



INRA SAE_2 Nantes-Angers, d'après données IFA et FAOSTAT

Préalablement à leur utilisation par les agriculteurs, le phosphate naturel est d'abord solubilisé par addition d'acide sulfurique pour produire soit directement du superphosphate simple (SSP), soit de l'acide phosphorique (cf. Figure 13). L'acide phosphorique est ensuite transformé en différents types d'engrais simples tels que le superphosphate triple (TSP) ou mélangé à de l'ammoniac et/ou du chlorure de potassium pour former des engrais composés NPK ou des phosphates d'ammonium (MAP et DAP). Près de 85% des engrais phosphatés sont fabriqués à partir d'acide phosphorique (FAO, 2011). Les engrais composés NPK constituent plus de la moitié de la consommation d'engrais phosphatés des agriculteurs européens (cf. Figure 14). Viennent ensuite les phosphates d'ammonium (MAP et DAP) avec 24% de la consommation totale. Ces produits sont fortement échangés et consommés à l'échelle mondiale (Hernandez et Torrero, 2011).

Figure 14 : La consommation d'engrais phosphatés selon les formes utilisées (moyenne 2007-2009)

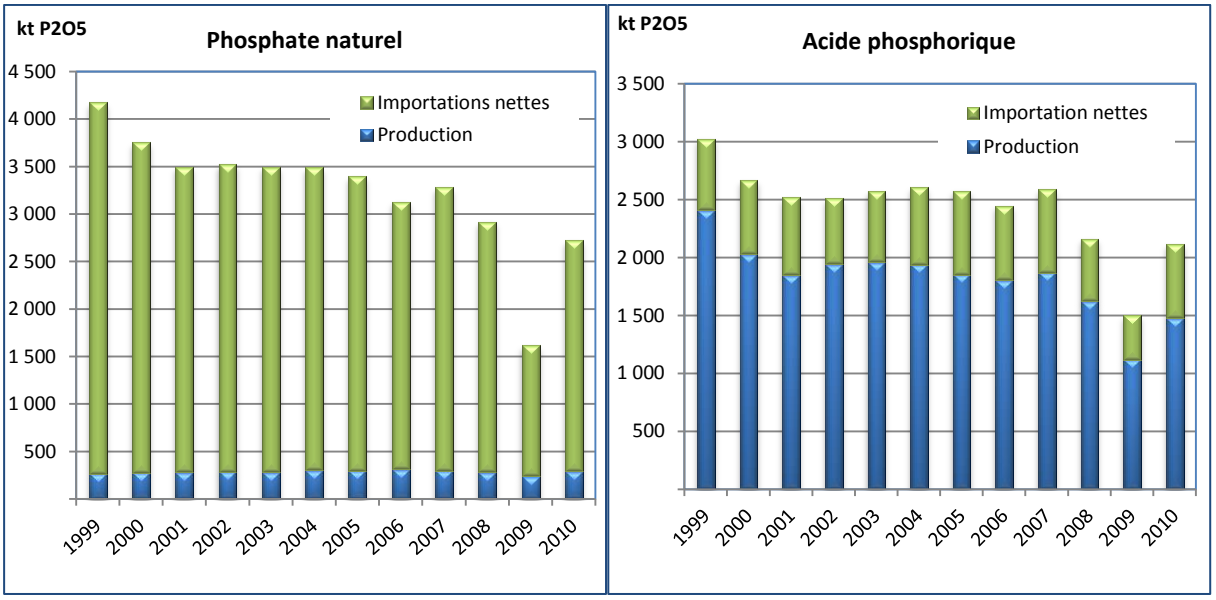


IFDATA

3.3.2 Une industrie développée, mais dépendante pour les matières premières

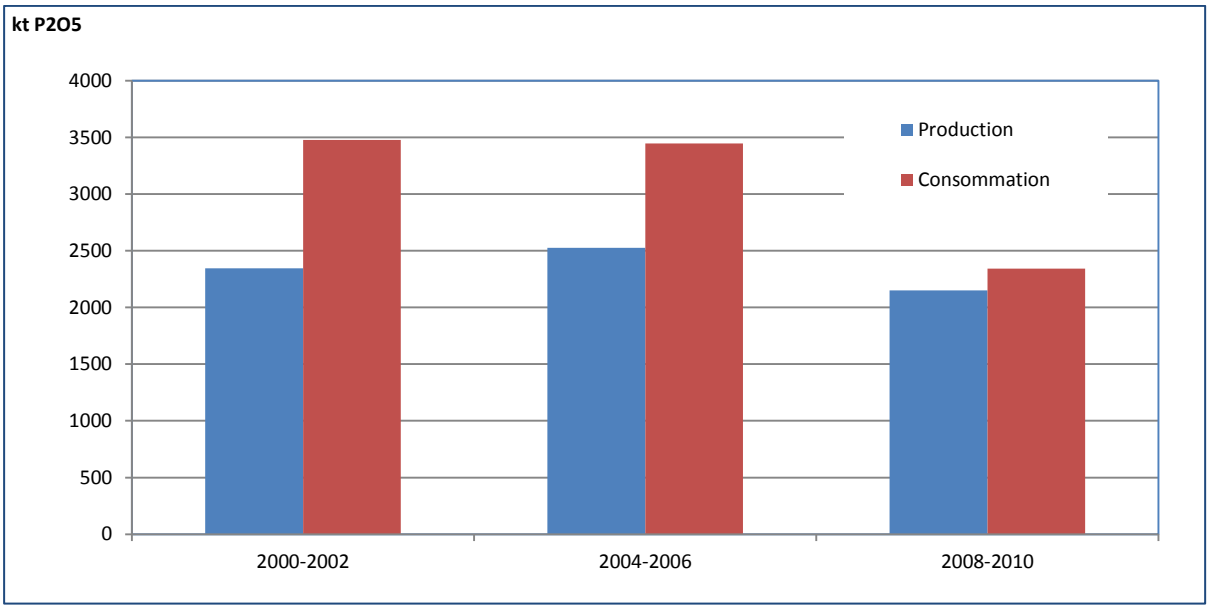
A l'exception de quelques gisements localisés en Finlande qui assurent une production annuelle de 0,3 Mt (P_2O_5), les réserves de l'Europe en roches phosphatées sont inexistantes (USGS, 2012). Du fait de ce déficit, l'UE-27 a importé 2,4 Mt (P_2O_5) de roches phosphatées en 2010 (cf. Figure 15). La baisse des importations en 2009 est concomitante à la baisse de consommation d'engrais. Le phosphate naturel importé est ensuite transformé en acide phosphorique par les industriels européens. De l'acide phosphorique est aussi directement importé mais dans une moindre proportion : 0,6 Mt en 2010 comparées à une production de 1,5 Mt (cf. Figure 15).

Figure 15 : La production et les importations de phosphate naturel et d'acide phosphorique (UE-27)



IFA

Figure 16 : La production et la consommation d'engrais phosphatés de l'UE-27 (2000-2010)



FAOSTAT

Une partie de l'acide phosphorique est ensuite transformée en engrais phosphatés. La production et la consommation européenne d'engrais phosphatés s'élèvent à respectivement 2,1 Mt et 2,3 Mt par an en moyenne sur la période 2008-2010 (cf. Figure 16 et Tableau 7). Sept pays assurent plus de 85% de la production communautaire, à savoir la Pologne (20%), la Lituanie (19%), la France (18%), l'Espagne (11%), la Bulgarie (8%), les Pays-Bas (6%) et l'Italie (5%).

Tableau 7 : La production et la consommation d'engrais phosphatés en Europe (moyenne 2008-2010)

	Production (kt)	% / total	Consommation (kt)	% / total	Production – consommation (kt)
Lithuanie	420	19%	60	3%	360
Pologne	420	20%	370	16%	50
France	390	18%	330	14%	60
Espagne	230	11%	290	12%	- 60
Bulgarie	170	8%	120	5%	50
Pays-Bas	120	6%	20	1%	100
Italie	110	5%	180	8%	- 70
UE-27	2 150	100%	2 340	100%	- 190

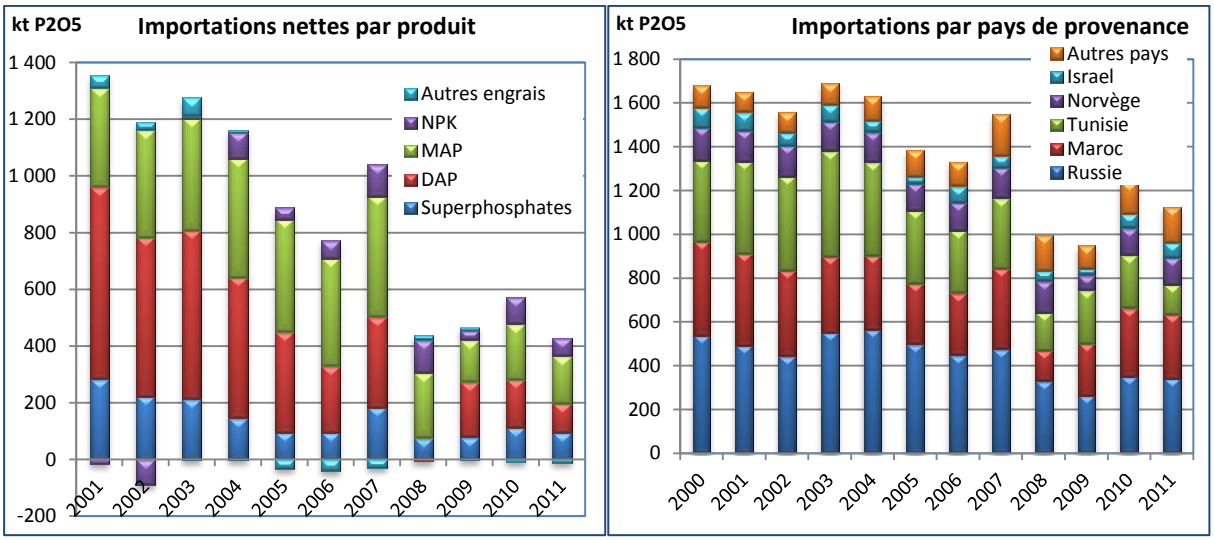
FAOSTAT

Les importations nettes d'engrais phosphatés sont, quant à elles, significativement en baisse depuis 2008, consécutivement à la chute de la consommation : 0,5 Mt (P_2O_5) par an en moyenne sur la période 2009-2011 contre 1,2 Mt en 2001-2003 (cf.

Figure **17**). Entre 70% et 80% des produits importés sont des phosphates d'ammonium (MAP ou DAP). La Russie, le Maroc et la Tunisie fournissent près de 80% des importations européennes d'engrais phosphatés (cf.

Figure **17**).

Figure 17 : Les importations d'engrais phosphatés dans l'UE-27



Eurostat

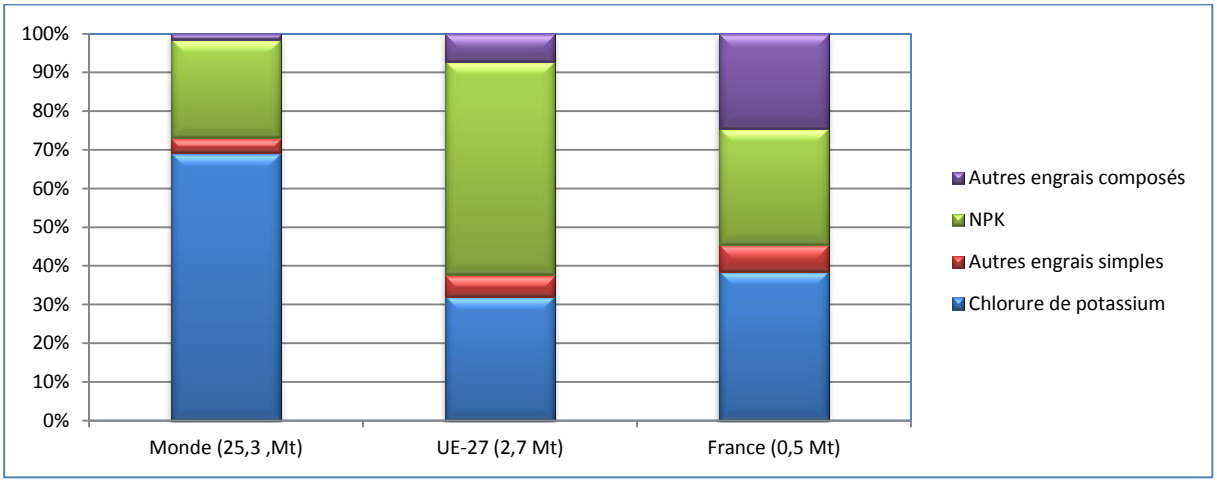
3.4 L'approvisionnement européen en engrais potassiques

Contrairement aux engrais azotés et phosphatés, l'Europe est autosuffisante en potasse (USGS, 2012) ; cela s'explique par les réserves disponibles en Allemagne (70% du total de l'UE), et dans une moindre mesure, par celles de l'Espagne et du Royaume-Uni.

3.4.1 La fabrication et la consommation des engrais potassique

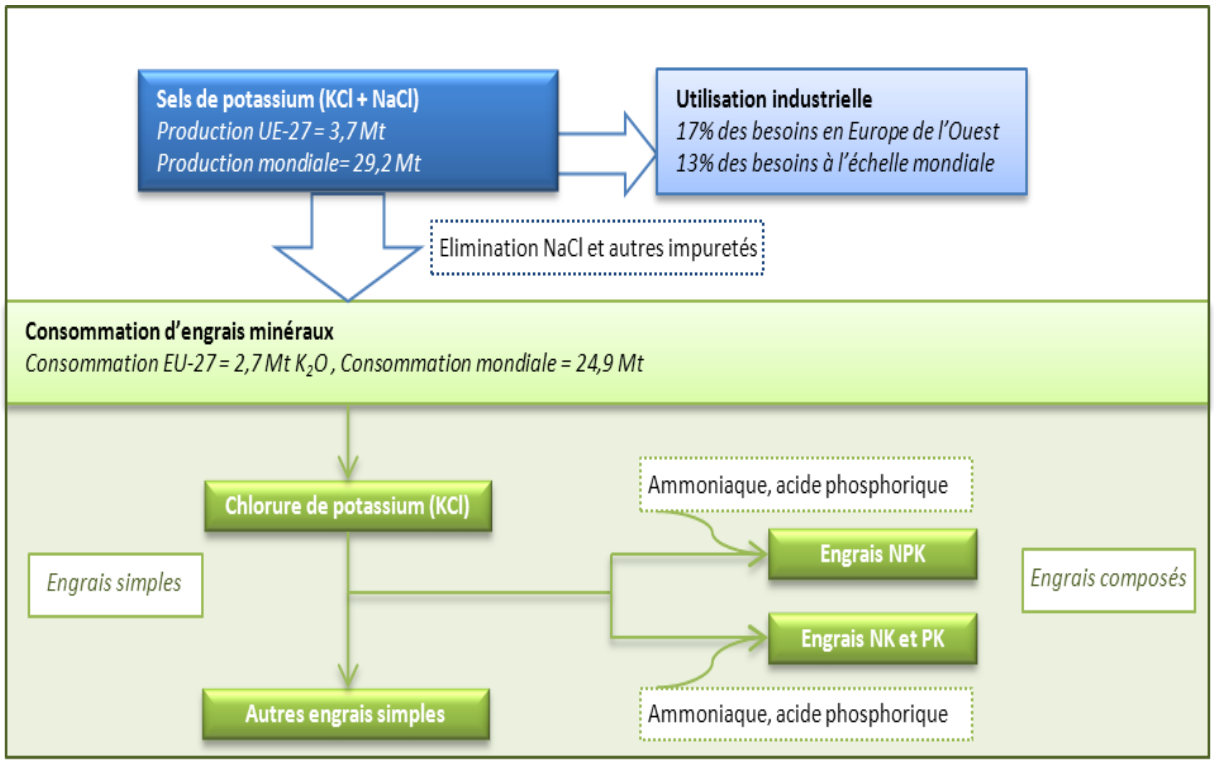
Une fois que les sels de potassium ont été extraits de leurs gisements, il suffit d'éliminer le chlorure de sodium et toutes les autres impuretés pour obtenir du chlorure de potassium (cf. Figure 19). Le chlorure de potassium, qui peut être utilisé directement comme engrais, couvre 70% de la consommation mondiale d'engrais potassiques. Il peut aussi être associé à de l'ammoniac et/ou à de l'acide phosphorique pour former des engrais composés. Dans l'UE-27, les engrais composés NPK représentent plus de la moitié de la consommation d'engrais potassiques (cf. Figure 18).

Figure 18 : La consommation d'engrais potassiques selon les formes utilisées (moyenne 2007-2009)



IFDATA

Figure 19 : Le processus de fabrication des engrais minéraux potassiques

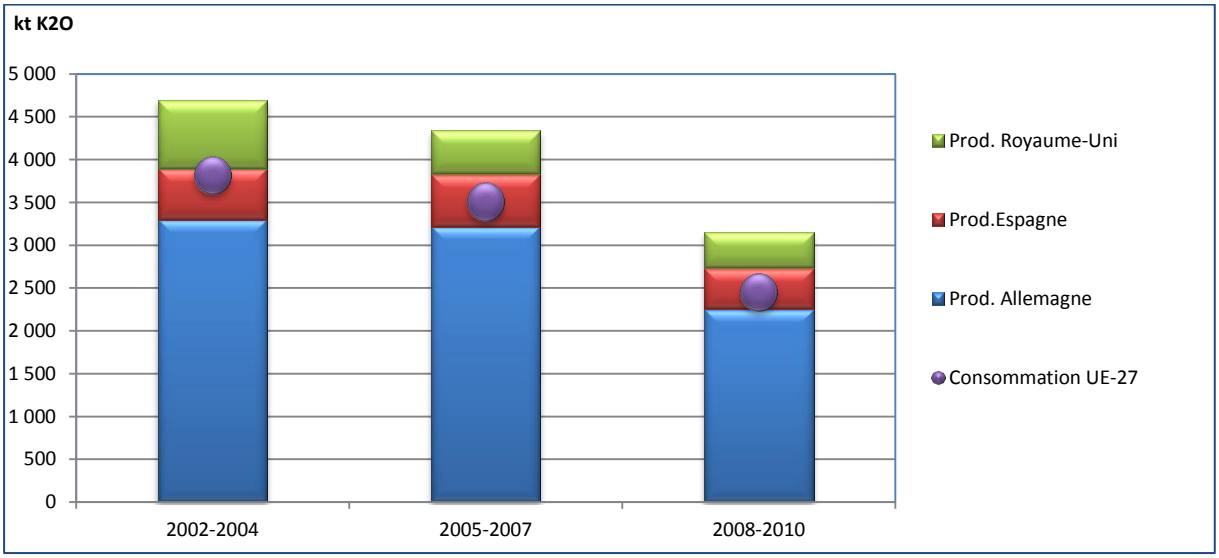


INRA SAE_2 Nantes-Angers, d'après données IFA et FAOSTAT

3.4.2 L' UE est autosuffisante en engrais potassiques

En moyenne pour l'UE sur la période 2008-2010, la production et la consommation d'engrais potassiques s'élèvent à respectivement 3,1 Mt et 2,4 Mt par an. Au cours de la dernière décennie, la baisse de la consommation a entraîné un recul de la production dans les trois pays considérés (cf. Figure 20).

Figure 20 : La production et la consommation d'engrais potassiques (UE-27)



FAOSTAT

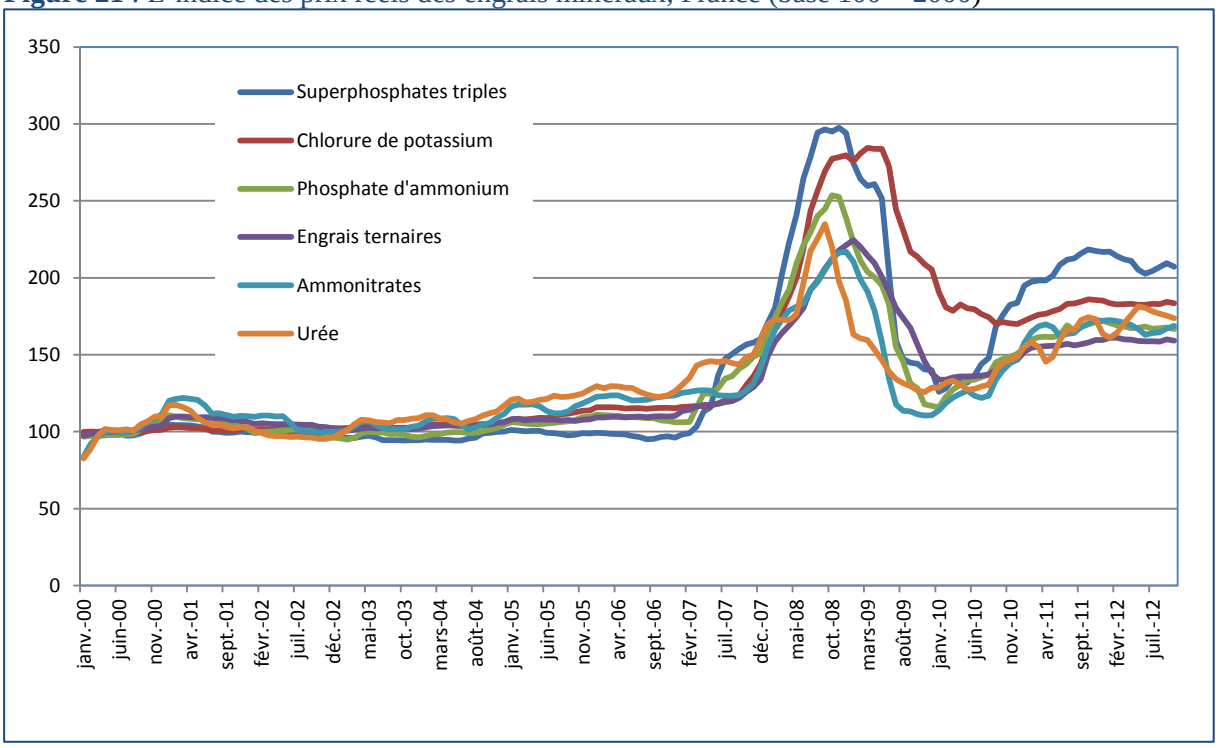
4. Les déterminants du prix des engrais

La forte dépendance de l'Europe aux engrais rend les agriculteurs vulnérables aux tensions existantes sur le marché international. Compte tenu de la faible élasticité à court terme des capacités de production et de la demande soutenue en engrais, de fortes variations de prix surviennent en cas de déséquilibre. Les tensions observées sur ce marché s'expliquent essentiellement par une forte augmentation de la demande dans les pays émergents, une concentration importante de l'offre, une hausse du prix de l'énergie et, aussi, une tonicité insuffisante des investissements industriels dans ce secteur.

4.1 Une augmentation soudaine et brutale du prix des engrais

L'augmentation du coût des engrais est exceptionnelle tant par son amplitude que par sa soudaineté. Calculé en termes réels (base 100 en 2005), le prix des engrais minéraux est passé, en France, d'un indice 95 sur la période 2000-2005 à 145 au premier trimestre de l'année 2012, après avoir culminé à 190 fin 2008 (cf. Figure 21). Le prix des différents types d'engrais simples ou composés consommés ont suivi la même tendance à quelques différences près. En 2008, l'augmentation des prix a été plus importante pour les superphosphates triples (indice 300 en octobre 2008), le chlorure de potassium (indice 250) et les phosphate d'ammonium (indice 240) que pour les ammonitrates, l'urée ou les engrais NPK (indice compris entre 180 et 210). Le pic des prix est également plus tardif pour le chlorure de potassium (printemps 2009). Enfin, en 2009, la baisse a été plus rapide pour les engrais azotés que pour les engrais phosphatés et potassiques.

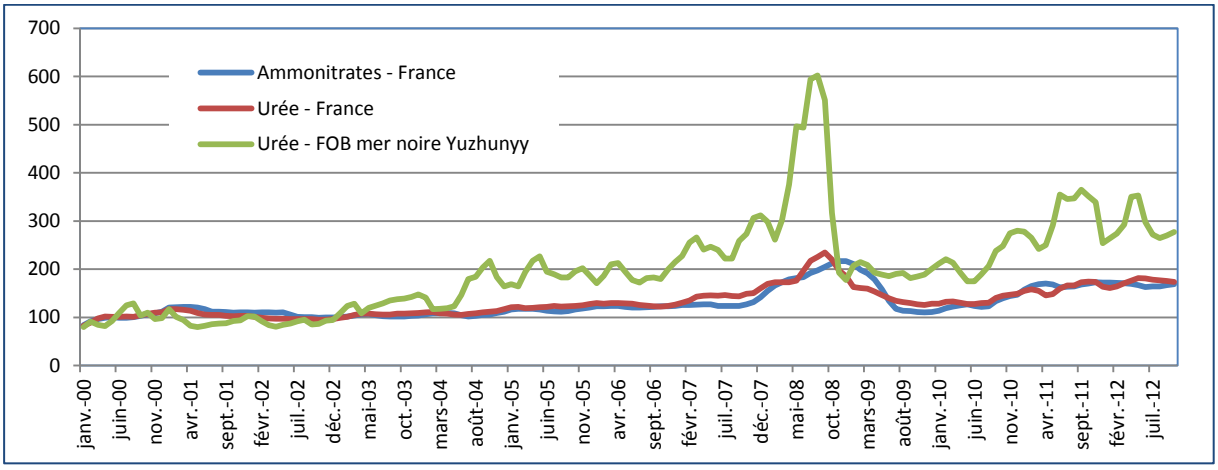
Figure 21 : L'indice des prix réels des engrais minéraux, France (base 100 = 2000)



INRA SAE$_2$ Nantes-Angers, d'après données INSEE

La tendance d'évolution du prix des engrais minéraux observée en France, et a fortiori dans l'UE, est assez proche de celle observée sur le marché mondial (cf. Figure 22 et Figure 23). Au demeurant, les amplitudes sont plus fortes sur le marché mondial. Ainsi, par exemple, le prix international de l'urée *Yuzhunyy* a été divisé par trois en l'espace de seulement trois mois ; pour le DAP issu du Golfe du Mexique, l'indice a chuté de 400 à 150 en 4 mois ; pour le chlorure de potassium, l'indice est tombé de 400 à 250 en un trimestre.

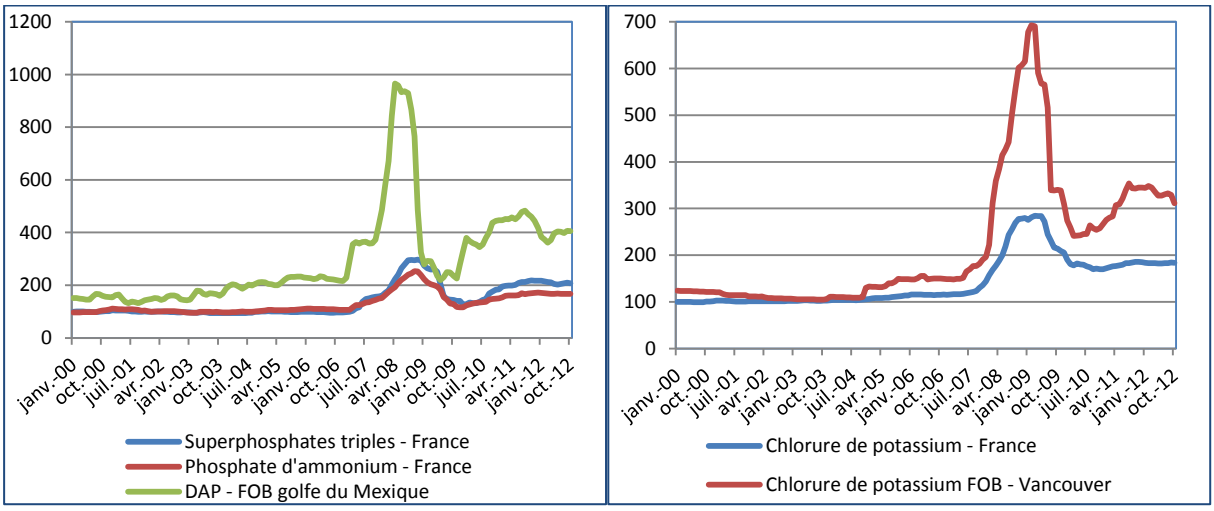
Figure 22 : L'indice des prix réels des engrais minéraux azotés, France et monde (base 100 = 2000)



INSEE pour France et banque mondiale pour urée Yuzhunyy

Ott (2012) a recherché l'existence d'une activité spéculative qui aurait affecté le prix des engrais sur le marché mondial dont l'évolution ressemble à une bulle : « augmentation plus rapide qu'une exponentielle suivie d'une baisse abrupte ». Si différents tests détectent l'existence de cette bulle, la spéculation sur les marchés à terme des engrais peut difficilement être mise en cause. Les volumes échangés sur ces marchés sont trop peu significatifs pour avoir un impact. Les autres causes possibles (spéculation sur les marchés physiques, spéculation sur les marchés agricoles et/ou de l'énergie) n'ont pas été recherchées. L'activité spéculative est cependant moins évidente en 2011 et 2012 : les prix des différents engrais sont à des niveaux élevés depuis plusieurs mois.

Figure 23 : L'indice des prix réels des engrais phosphatés et potassiques, France et monde (base 100 = 2000)



INSEE pour France et banque mondiale pour prix FOB

4.2 Facteurs relatifs à la demande

La hausse rapide du prix des engrais s'explique par la combinaison de plusieurs facteurs dont certains sont relatifs à la demande et d'autres à l'offre. Du côté de la demande, la consommation d'engrais minéraux a augmenté à un rythme particulièrement rapide au cours de ces dernières années, soutenue par la croissance des pays émergents.

- Une demande mondiale dominée par les pays émergents

Entre 2002 et 2010, la consommation mondiale d'engrais minéraux a augmenté de 34 Mt ($N+P_2O_5+K_2O$), soit une croissance moyenne de 3% par an ; ce taux était de 1,7% par an au cours de la période 1994-2001. L'Inde et la Chine qui sont aujourd'hui les deux plus gros consommateurs d'engrais minéraux (cf. Tableau 9), ont contribué à cette hausse à hauteur de 70% et l'Amérique du Sud à hauteur de 14%. L'expansion de la consommation d'engrais des pays asiatiques est stimulée par une croissance économique forte et par la nécessité de nourrir une population croissante. Elle tient aussi aux politiques incitatives basée sur l'octroi de subventions à la consommation de produits fertilisants, surtout en Inde (GCL, 2010 ; Sharma et Thaker, 2009).

L'Inde et la Chine comptent aussi parmi les trois plus gros producteurs d'engrais minéraux au monde (cf. Tableau **9**). Si la Chine est excédentaire en azote et en phosphate, il n'en va pas de même en Inde où les importations d'engrais sont conséquentes. Ce pays est le premier importateur d'engrais phosphatés et potassiques et le deuxième importateur mondial d'engrais azotés et d'ammoniac. Ainsi, Sharma et Thaker (2009) montrent qu'il existe une corrélation positive entre le niveau des importations indiennes d'urée et le prix mondial.

Tableau 8 : Consommation, production, importations et exportations d'engrais par produit en 2010

Capacité de production (2011-2012)		
Ammoniac (158 Mt N)	Chine (29%), Inde (8%), Russie (7%), Etats-Unis (6%), Indonésie (3%)	53%
Acide phosphorique (46Mt P)	Etats-Unis (21%), Chine (21%), Maroc (10%), Russie (7%), Inde (5%)	63%
Chlorure de potassium (48 Mt K)	Canada (29%), Russie (15%), Biélorussie (11%), Chine (11%), Allemagne (11%)	76%
Exportations (2011)		
Urée (16 Mt N)	Moyen-Orient (34%), Chine (20%), Russie (13%), Egypte (9%), Ukraine (7%)	84%
Ammoniac (14 Mt N)	Trinidad (31%), Russie (18%), Moyen-Orient (18%), Indonésie (7%), Ukraine (6%)	80%
Phosphate d'ammonium (9,6 Mt P_2O_5)	Etats-Unis (29%), Chine (23%), Afrique (19%), Russie (17%), Moyen-Orient (5%)	64%
Chlorure de potassium (27 Mt K_2O)	Canada (36%), Russie (19%), Biélorussie (16%), Allemagne (9%), Israël (9%)	88%
Importations (2011)		
Urée (16 Mt N)	Etats-Unis (18%), Inde (16%), Brésil (7%), Mexique (4%) Bangladesh (5%)	50%
Ammoniac (11 Mt N)	Etats-Unis (49%), Inde (14%), Corée (9%), Turquie (6%), Taiwan (5%)	84%
Phosphate d'ammonium (9,6 Mt P_2O_5)	Inde (37%), Brésil (11%), Argentine (4%), Pakistan (3%), Australie (3%)	59%
Chlorure de potassium (27 Mt K_2O)	Etats-Unis (19%), Brésil (15%), Inde (14%), Chine (12%), Indonésie (5%)	65%

Agriuum

Tableau 9 : Consommation, production, importations et exportations d'engrais par nutriment en 2009

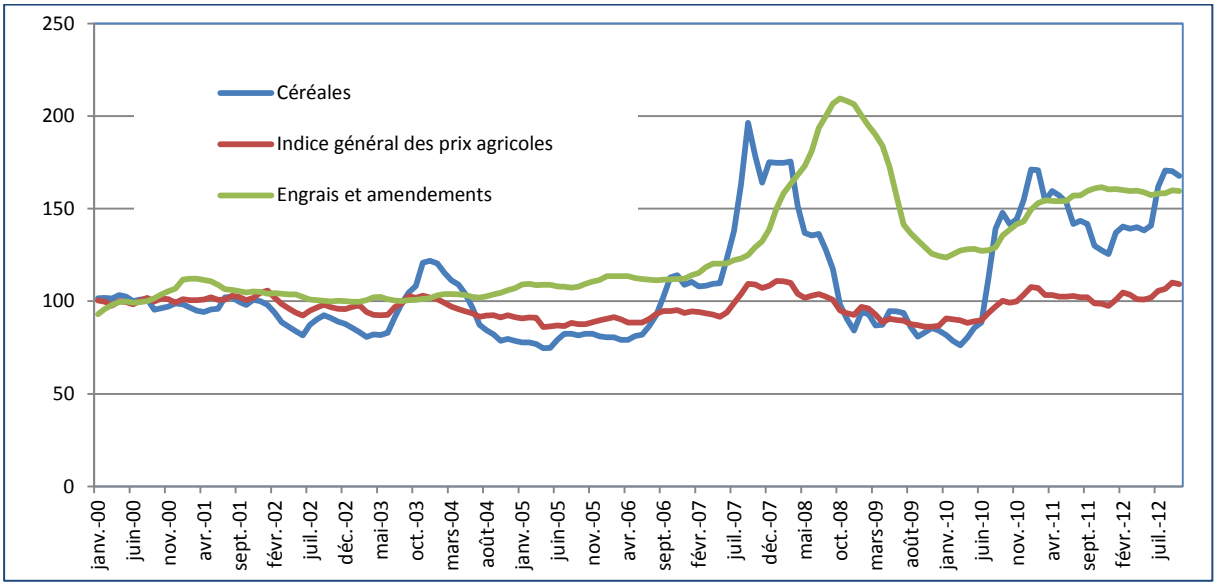
		Top 3	Top 10
	Consommation		
N (105 Mt N)	Chine (35,1%), Inde (14,8%), Etats-Unis (10,4%), Pakistan (3,3%), Indonésie (2,8%)	60 %	45,5%
P (39 Mt P2O5)	Chine (34,7%), Inde (18,4%), Etats-Unis (8,7%), Brésil (7,2%) Pakistan (2,4%)	62 %	78,9%
K (22 Mt K2O)	Chine (21,9%), Inde (16,1%), Etats-Unis (15,7%), Brésil (10,6%), Indonésie (3,7%)	54 %	78,4%
	Production		
N (106 Mt N)	Chine (36,6%), Inde (10,7%), Etats-Unis (7,2%), Russie (7%), Indonésie (3,4%)	53 %	76,3%
P (40,2 Mt P2O5)	Chine (37%), Etats-Unis (21,5%), Inde (8%), Russie (6,4%), Brésil (4,5%)	66 %	78,5%
K (25,3 Mt K2O)	Canada (27,8%), Russie (18,4%), Chine (14,3%), Biélorussie (9,6%), Israël (8,3%)	61%	96,6%
	Importations		
N (32,6 Mt N)	Etats-Unis (22,3%), Inde (10,7%), Brésil (5,8%), France (4,9%), Thaïlande (4,3%)	39 %	64,0%
P (12,2 Mt P2O5)	Inde (23,3%), Brésil (9,2%), Etats-Unis (4,2%), Viet Nam (4,2%), Chine (3,7%)	37 %	58,9%
K (15,1 Mt K2O)	Inde (21,1%), Etats-Unis (18,3%), Brésil (13,3%), Chine (10,3%), Malaisie (2,8%)	53 %	76,1%
	Exportations		
N (28,7 Mt N)	Russie (18,4%), Chine (8%), Etats-Unis (6,1%), Ukraine (5,5%, Egypte (5,4%)	32 %	66,2%
P (13,1 Mt P2O5)	Etats-Unis (31%), Russie (14,8%), Chine (13,3%), Maroc (8,2%), Tunisie (7%),	59 %	86,0%
K (13,2 Mt K2O)	Canada (24,3%), Russie (19,9%), Biélorusse (13,6%), Allemagne (12,1%), Israël (6,9%)	58 %	76,7%

FAOSTAT

- Des prix agricoles élevés

La demande mondiale en engrais minéraux est aussi influencée par les prix des produits agricoles, lesquels ont fortement augmenté en 2007, puis en 2011-2012 (cf. Figure 24). Ces prix génèrent pour les agriculteurs des niveaux de revenus qui les incitent à augmenter l'utilisation d'engrais pour atteindre de meilleurs rendements, notamment aux USA, (Huang, 2009). Symétriquement, le prix des engrais peut impacter le prix des produits agricoles en faisant augmenter les coûts de production. Selon certains travaux économétriques, les prix agricoles influencent le prix des fertilisants, mais l'inverse semble être moins facilement démontrable (Ott, 2012).

Figure 24 : Indice des prix réels des engrais minéraux azotés et des céréales, France (base 100 = 2000)



INSEE

4.3 Facteurs relatifs à l'offre

Au cours des années récentes, l'offre a été affectée par des capacités de production limitées au regard de la dynamique de la demande. Le manque d'investissements, les politiques de commerce extérieur, les situations oligopolistiques et la hausse des coûts de production constituent les principaux facteurs clés.

- Un manque d'investissements dans l'industrie de la fertilisation

A l'échelle mondiale, la capacité actuelle de production des engrais résulte d'abord des investissements industriels passés. Après la chute de l'URSS et jusqu'au début de ce millénaire, les investissements ont été peu soutenus à cause des faibles marges générées dans ce secteur (GCL, 2010 ; Heffer et Prud'homme, 2008). En effet, la consommation d'engrais minéraux a fortement diminué dans les pays de l'ex-Union Soviétique et la production est devenue excédentaire, d'où l'implémentation de faibles prix des engrais issus de cette zone.

Depuis quelques années, cependant, des perspectives plus favorables tendent à dynamiser les investissements dans ce secteur. Néanmoins, face à la croissance très rapide de la demande, les industriels de la fertilisation n'ont pas eu le temps de réagir en temps réels (Heffer et Prud'homme). Ainsi, depuis 2005, les marges existantes entre les capacités de production et la demande mondiale ont été faibles, n'excédant pas 3% pour l'ammoniac, l'urée et l'acide phosphorique (Heffer et Prud'homme, 2006 ; 2007 ; 2008 ; 2009 ; 2010). Les stocks ont diminué et les prix des engrais ont été soumis à de fortes tensions (Yara, 2012 ; Ott, 2012).

- Des arrêts inattendus de certaines unités de production

Des arrêts de certains sites industriels dus à des facteurs climatiques, socio-politiques ou économiques ont également pesé sur la dynamique récente du marché (Weisz et Mehelmy, 2011). Ainsi, certaines usines d'ammoniac ont été arrêtées aux Etats-Unis, car la hausse spectaculaire du prix de l'énergie rendait plus rentable la commercialisation directe du gaz naturel par rapport à sa transformation (Huang, 2007). Par ailleurs, les capacités productives ont été affectées par des carences d'approvisionnement en gaz naturel (à Trinidad et Tobago, au Pakistan et en Inde) et par des accidents climatiques tels que : un tremblement de terre dans la principale région chinoise productrice de phosphate ; un ouragan dans le golfe du Mexique qui a affecté la production américaine d'engrais azotés. En outre, des facteurs d'ordre plus socio-politiques ont amené la Lybie à réduire son offre.

- Une politique de commerce extérieur restrictive

Le déficit de l'offre en engrais azotés et phosphatés sur le marché mondial a aussi été aggravé par la politique commerciale de la Chine à compter de 2008. En effet, le gouvernement chinois a instauré une taxe à l'exportation pour l'urée et le phosphate d'ammonium, cette taxe variant de 10% à 110% selon les mois de l'année. En provoquant une baisse des exportations chinoises de ces produits en 2008 et 2011-2012, cette taxe a exacerbé la hausse du prix de ces produits à l'échelle internationale (Weisz et Mehelmy, 2011 ; Heffer et Prud'homme, 2008 ; PotashCorp, 2011).

- Un pouvoir de marché

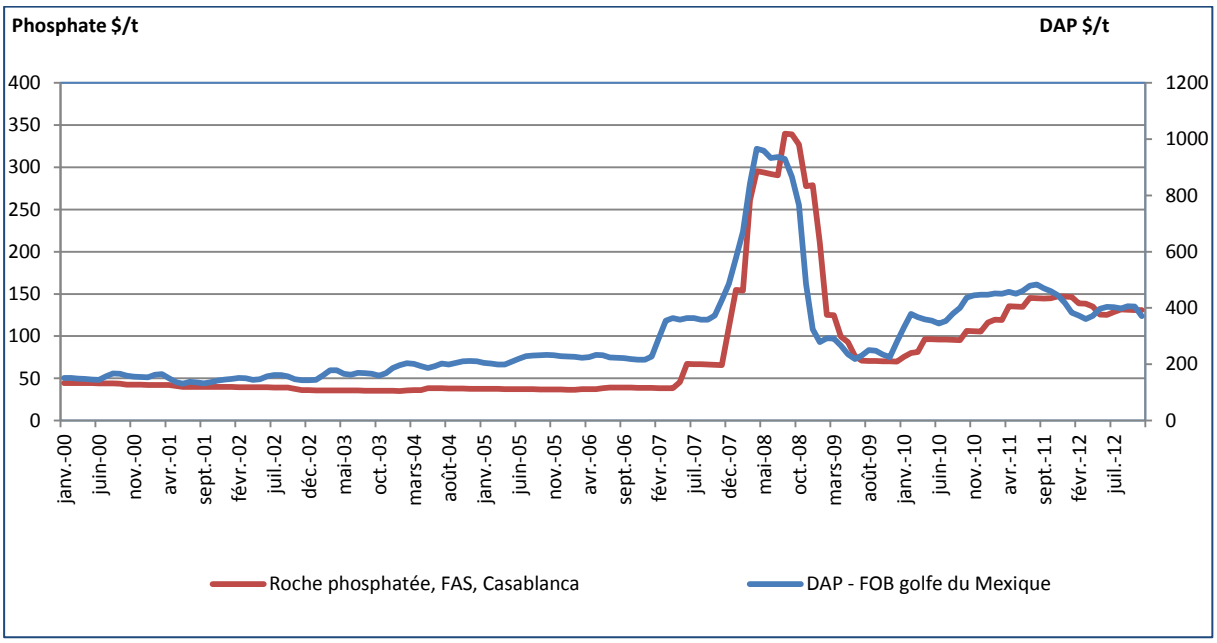
Les fortes tensions entre l'offre et la demande interviennent surtout sur le marché des engrais azotés et phosphatés où les marges existantes entre la capacité de production et la demande sont faibles. Dans le cas de la potasse, les marges, plus confortables, sont estimées à plus de 20% de l'offre disponible en 2012 (Heffer and Prud'homme, 2012). L'augmentation du prix du chlorure de potassium est surtout due à l'existence d'une situation oligopolistique dans ce secteur. Seulement cinq entreprises contrôlent presque 60% des capacités de production mondiales de potasse (Agriuum, 2010). Et surtout, environ 70% des exportations sont contrôlées par seulement deux consortiums : un propre aux ventes nord-américaines et un autre spécifique à Russie et la Biélorussie (Srinivas, 2012).

- Une hausse du coût de production des engrais phosphatés

Sous l'influence du premier pays détenteur (Maroc), le prix des roches phosphatées est passé de 30-50$/t (de minerais) avant 2007 à 150$/t début 2012, ce après avoir culminé à 400$/t en 2008 (GCL, 2010 ; Weisz et Mehelmy, 2011 ; cf. Figure 25). Avec 70% des réserves mondiales de roches phosphatées, le Maroc assure 14% de la production mondiale, mais participe à hauteur de 40% au commerce global (USGS, 2012). Ce pays dispose, en effet, de nombreux atouts pour être un acteur important du commerce international (Van Kauwenbergh, 2010) : une localisation des ressources proches de la mer (faible coûts de transport) ; une bonne qualité intrinsèque des ressources (fortes teneurs en phosphate) ; un seul opérateur de commerce.

La hausse du prix des roches phosphatées impacte fortement les industriels non intégrés (comme ceux de l'UE). Ainsi, par exemple pour l'année 2011, le coût de production du DAP en Inde a été deux fois plus élevé qu'au Maroc (Weisz et Mehelmy, 2011).

Figure 25 : Prix réels des engrais phosphatés et des roches phosphatées (base 100 = 2000)

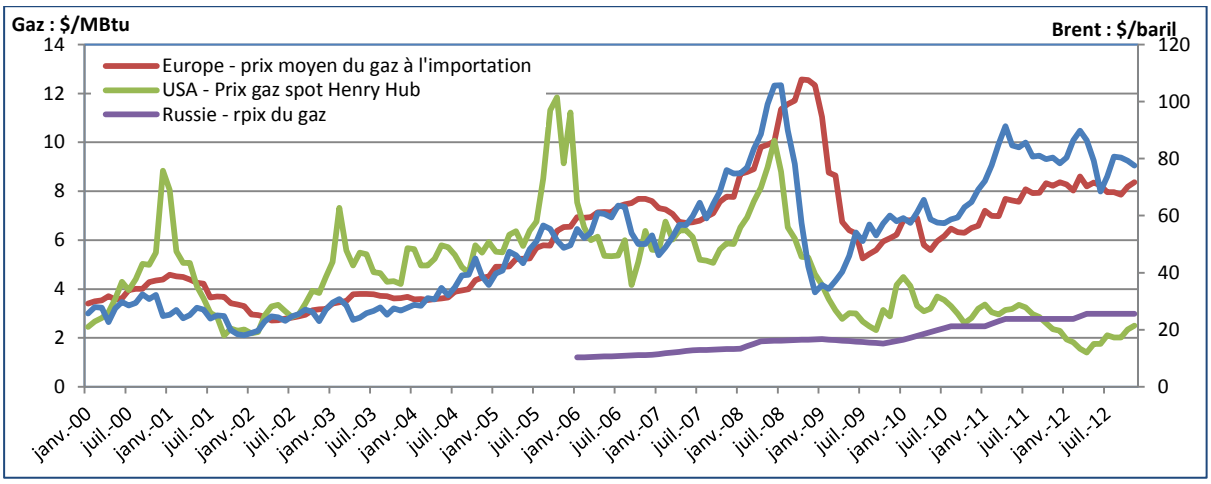


Banque Mondiale

- Une hausse du coût de production des engrais azotés

La flambée des prix de l'énergie a aussi impacté le prix des engrais azotés puisque le gaz naturel intervient pour près de 80% dans le coût de production de l'ammoniac. Huang (2007) et Ott (2012) montrent une forte corrélation entre le prix des engrais azotés et les prix du gaz naturel et du pétrole (cf. Figure 26). Cependant, les coûts de production varient fortement entre les pays producteurs du fait de l'hétérogénéité du prix de l'énergie. Ainsi, par exemple, le coût de production de l'urée est estimé à 400 $US/t (d'urée) en Ukraine et en Chine, 300 $US/t en Europe, 150 $US/t en Russie et aux Etats-Unis et 100 $US/t au Moyen-Orient (Weisz et Mehelmy, 2011).

Figure 26 : Prix réels ($ 2000) du pétrole et du gaz naturel



Banque Mondiale

Le transport du gaz naturel par gazoducs coûte cher et nécessite de lourdes infrastructures, ce qui justifie une segmentation du marché mondial et des prix en trois zones (Kanai, 2010) : i) le marché nord-américain qui est essentiellement approvisionné à partir de la production locale ; ii) le marché européen approvisionné à partir de la production locale (en déclin) et d'importations en provenance de la Norvège, de la Russie, de l'Algérie, du Nigéria, de la Libye et de l'Egypte ; iii) le marché asiatique qui est alimenté par des chaînes de gaz liquéfié.

Au sein de l'UE, le prix moyen d'importation du gaz est passé de 3-5 $US/MBtu avant 2005 à plus de 9 $US/MBtu en 2012, après avoir culminé à 14 $US/MBtu fin 2008 (cf. Figure 26). Cette hausse s'explique surtout par un système d'indexation du prix du gaz naturel dans les contrats à long terme sur le prix du pétrole (Kanai, 2011). Cependant, depuis 2010, ce système a perdu de son influence au profit d'une fixation des prix devenue plus compétitive car basée davantage sur les marchés spot. Ce mouvement, qui conduit à une dissociation plus grande entre le prix du gaz et celui du pétrole, s'explique par une diversification des partenaires commerciaux de l'UE (Qatar et Algérie) et par l'indexation partielle du prix du gaz russe et norvégien sur les prix spot (Roger and Stern, 2011; Kanai, 2011).

Bien que désormais plus compétitif, le prix à l'importation du gaz demeure toujours nettement plus élevé dans l'UE (9 $US/MBtu en 2012) qu'aux Etats-Unis (2 $US/MBtu en 2012). En raison notamment du développement rapide des gaz de schiste, l'offre américaine de gaz naturel est en surplus depuis 2010, ce dans un contexte où la demande est relativement atone depuis la crise financière (Roger and Stern, 2011; OECD/IEA, 2011).

Dans les pays fortement dotés en gaz naturel comme au Moyen-Orient ou en Russie, l'industrie de la fertilisation bénéficie de coûts de production bas. Les coûts de production sont plus élevés dans deux autres pays exportateurs (l'Ukraine et la Chine), ce qui concoure au maintien d'un prix planché élevé sur le marché des engrais azotés (Yara, 2012). En Ukraine, les prix sont indexés sur ceux du pétrole (Weisz and Mehelmy, 2011). En Chine, les producteurs ont récemment fait face à une augmentation substantielle du prix du charbon anthracite, principale matière première utilisée (Yara, 2012).

Le contexte géopolitique, l'augmentation des coûts d'extraction du gaz naturel et la hausse des coûts de transport (OECD/IEA, 2011) devraient contribuer à maintenir une certaine pression sur le niveau des prix du gaz au sein de l'UE. L'augmentation attendue des importations européennes de gaz (abstraction faite d'un potentiel développement de la production de gaz via les nouvelles technologies : fragmentation hydraulique pour obtenir des gaz de schiste) pourraient renforcer notre dépendance vis-à-vis de la Russie (Bilgin, 2011; Yergorov and Wirl, 2011), ce d'autant que ce pays cherche à renforcer sa suprématie au travers des projets ambitieux *South et North Stream*. Les alternatives à la Russie font, de surcroît, face à plusieurs difficultés : instabilité sociopolitique de certains pays potentiellement fournisseurs (Turkménistan, Iran, Egypte, Lybie, etc.) (Erdogu, 2010; Bilgin, 2011) ; manque d'investissement de la part des pays producteurs ; absence de politique énergétique cohérente entre les Etats Membres. A plus long terme, le développement des échanges de gaz sous une forme liquéfiée (qui ne représente actuellement que 10% des échanges internationaux de gaz) pourraient réduire les écarts de prix existants actuellement.

4.4 Les perspectives pour le prix des engrais minéraux

Depuis quelques années, l'augmentation du prix de vente des engrais contribue à stimuler les investissements dans plusieurs pays producteurs, ce qui devrait permettre d'améliorer progressivement les équilibres (Heffer et Prud'Homme, 2012 ; Weisz et Mehelmy, 2011).

Pour l'azote, les capacités de production devraient augmenter plus rapidement que pour les autres formes d'engrais, pour atteindre un excédent de l'ordre de 10% en 2016, selon l'association internationale de l'industrie de la fertilisation (IFA). Cet excédent est néanmoins fragile car il tient pour beaucoup aux stratégies déployées par le gouvernement chinois en termes d'investissement (Yara, 2012). Outre l'offre, les prix futurs seront influencés par l'évolution des coûts de production, plutôt sous tension.

Pour le phosphate, Weiz et Mehelmy (2011) estiment que le prix des roches phosphatées devrait baisser pour atteindre 100$/t à moyen terme (contre 200$/t en 2012). Le Maroc est, en effet, concurrencé par l'Arabie Saoudite qui a développé une unité de production de DAP en 2012-2013. En considérant plus spécifiquement le marché des engrais phosphatés, le prix mondial devrait rester tendu d'ici, au moins, à cinq ans compte tenu de la hausse modérée des capacités de production (Heffer et Prud'Homme, 2012). Au-delà de 2016, ces capacités devraient se développer en Chine, au Maroc et au Brésil.

Pour la potasse, la situation oligopolistique devrait perdurer au bénéfice des deux consortiums Nord-Américain et soviétique. Selon Weiz et Mehelmy (2011), le prix du chlorure de potassium devrait s'établir à un niveau proche de 500 $US/t dans l'UE, soit un quintuplement par rapport à la situation qui prévalait au début de la décennie.

5. Le coût des engrais dans les exploitations européennes

Le prix des engrais pour les agriculteurs européens est passé d'un index 100 en 2005 à un indice 150 en 2012 sous l'effet de l'augmentation du prix de l'énergie, d'équilibres tendus entre offre et demande et de situations oligopolistiques. Cette hausse a bien sûr affecté les coûts de production des agriculteurs européens mais l'ampleur de l'impact varie en fonction du degré de dépendance des systèmes agricoles aux engrais minéraux qui peuvent varier en fonction des systèmes agricoles et des régions. L'évolution du coût de la fertilisation doit aussi être analysée à la lumière des prix agricoles. Les prix élevés qui ont prévalues dernièrement sur les marchés des produits agricoles ont compensé la hausse des prix de certains intrants.

5.1 La mesure de la dépendance aux engrais minéraux

Pour réaliser des comparaisons entre exploitations agricoles à l'échelle européenne, le RICA est un outil statistique particulièrement bien adapté. Il donne, chaque année, des informations sur la structure des exploitations (surfaces, cheptel, etc.) et sur leurs résultats économiques et financiers. Cet outil est construit pour être représentatif des exploitations agricoles dites « professionnelles », moyennant un plan d'échantillonnage basé sur trois critères, la région administrative, l'orientation technico-économique (OTEX) et la dimension économique. Il renseigne, pour chaque exploitation, la valeur des achats en engrais (incluant aussi les charges en amendements), mais les quantités physiques utilisées (unités N, P et K) ne sont pas indiquées. Dans le cadre de l'analyse ci-après, les charges en engrais sont calculées à l'hectare de surface agricole utile (ratio R_1) et en pourcentage de la valeur de la production agricole[1] (ratio R_2).

Le niveau du ratio R_1 est, pour une exploitation agricole donnée, surtout lié aux cultures pratiquées (plus ou moins exigeantes en éléments fertilisants) et aux rendements visés. Cet indicateur est souvent utilisé dans les référentiels techniques où il permet de mesurer le niveau d'intensification du facteur terre, sachant cependant que sa valeur est aussi dépendante des variations de prix. Dans un pays donné, le prix unitaire des différents types de fertilisants varie d'une exploitation à l'autre en fonction de sa localisation géographique et des stratégies d'approvisionnement (capacité de stockage en période de bas prix).

Le ratio R_2 est complémentaire au ratio R_1 car il permet d'intégrer à la réflexion l'impact de la productivité du facteur terre. Un coût élevé de fertilisation à l'hectare n'a évidemment pas la même signification économique suivant le niveau de production agricole générée à l'hectare. Les exploitations dont la valeur du ratio R_2 est faible (comparativement aux autres) sont considérées comme plus autonomes ; elles seront, toutes choses égales par ailleurs, moins vulnérables à l'augmentation pressentie du prix des engrais.

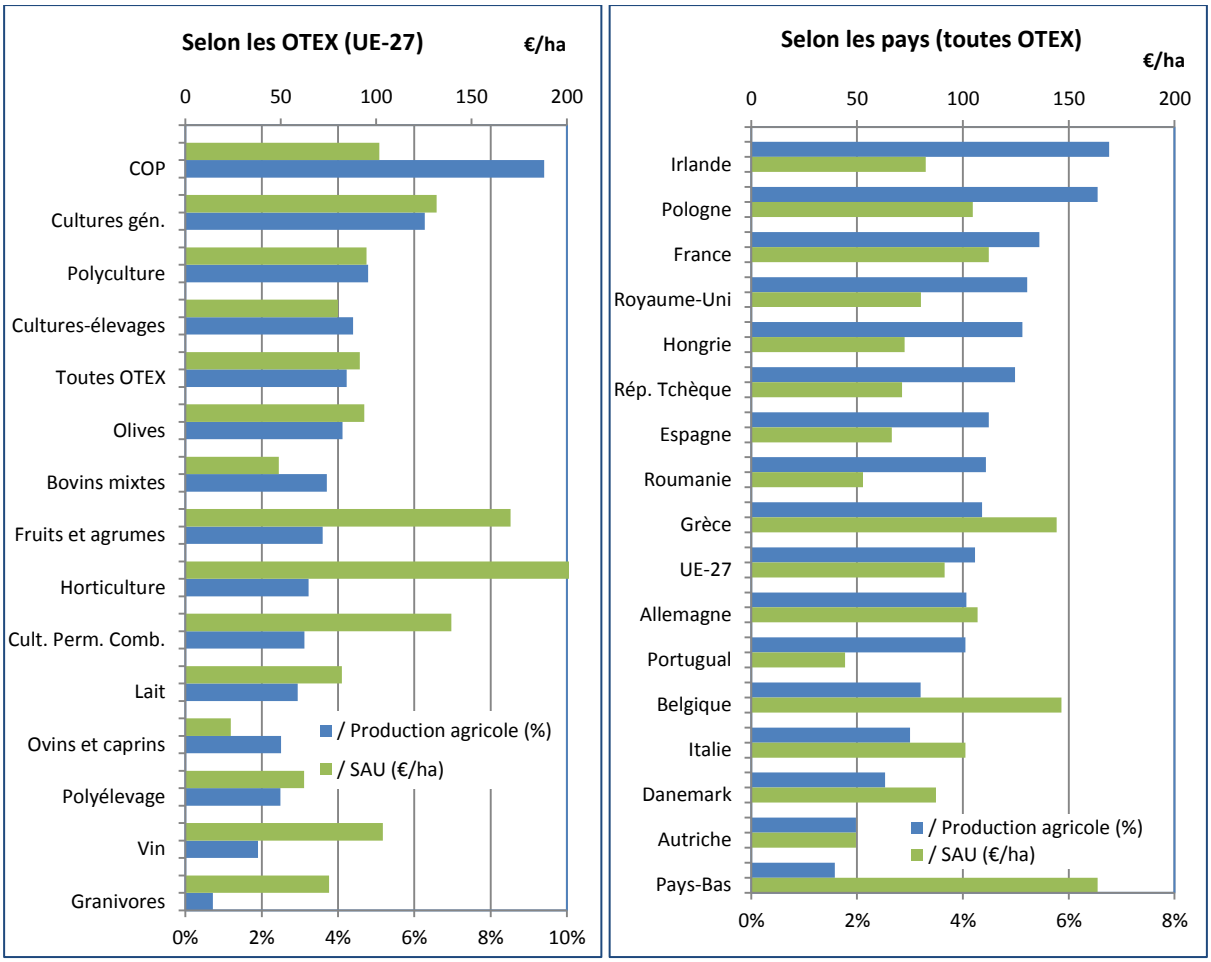
[1] La production agricole est déterminée en excluant les achats d'animaux vivants et en intégrant les subventions d'exploitation (aides directes du premier et du deuxième pilier de la PAC).

5.2 De forts contrastes selon les Etats membres et les spécialisations

Le niveau de dépendance aux engrais est mesuré en moyenne sur dix années (2000-2009) de manière à s'affranchir des effets de la volatilité des prix. Dans une première étape, les calculs ont été réalisés à deux niveaux : i) à l'échelle de l'agriculture de chaque Etat membre (toutes OTEX confondues) ; ii) à l'échelle de l'agriculture européenne pour chacune des OTEX de la nomenclature développée par les services de la Direction Générale de l'Agriculture et du Développement Rural de la Commission européenne.

Au niveau de l'ensemble des exploitations agricoles professionnelles européennes (toutes OTEX), le coût de la fertilisation s'élève en moyenne (sur la période 2000 à 2009) à 2 900 € par an, soit l'équivalent de 91€ par hectare ou 4% de la valeur de la production agricole. Le ratio R_2 varie fortement entre les orientations de production en passant, de 0,7% pour les exploitations spécialisées en élevage de granivores à 9,4% pour celles orientées vers les céréales, les oléagineux et les protéagineux (COP). Dans les orientations mixtes de polyculture ou polyculture-élevage, ce ratio est proche de la moyenne alors qu'il n'est que de respectivement 2,9% et 3,7% dans les élevages bovins lait et bovins mixtes.

Figure 27 : Le montant des charges en engrais dans l'Union Européenne (moyenne 2000-2009)



DGAGRI - RICA UE 2000-2009 / Traitement SAE2 Nantes

NB : les données sont déterminées en moyenne pour la période 2000 à 2008 pour tous les Etats Membres de l'UE-15. Pour les nouveaux Etats Membres, les calculs sont réalisés en moyenne sur la période 2004-2008, à l'exception de la Bulgarie et la Roumanie (2007-2008)

L'hétérogénéité de la dépendance (ratio R_2) entre types de production tient essentiellement aux écarts de productivité du facteur terre. En effet, la valeur de la production agricole qui s'élève, en moyenne toutes OTEX confondues, à 2 200 € par hectare, varie dans de fortes proportions. Elle est faible dans les exploitations COP (1 100 €/ha) où, de fait, le ratio R_2 est élevé. La production agricole par hectare est également limitée dans les exploitations bovins mixtes (1 300 €/ha), mais la dépendance aux engrais (ratio R_2) est ici moins grande en raison d'une plus faible intensification (ratio R_1 = 49€/ha). Pour les OTEX bénéficiant d'une très forte productivité à l'hectare (horticulture et élevages de granivores), la dépendance aux engrais exprimée au prorata de la valeur de la production est modeste en comparaison de celle calculée à l'hectare. Dans le secteur horticole, par exemple, les charges en engrais s'élèvent en moyenne à 1 100 €/ha alors qu'elles ne pèsent que pour 3,2% de la production agricole.

Au fil des dernières décennies, le mouvement de spécialisation des exploitations a entraîné une dissociation croissante, à l'échelle de l'exploitation et du territoire, entre les productions animales et les productions végétales. Cette situation contribue à accroître la dépendance de l'agriculture vis-à-vis des engrais minéraux : les exploitations spécialisées en grandes cultures, particulièrement dépendantes des engrais minéraux achetés, occupent un rôle croissant dans la fourniture de la production végétale nationale alors qu'une partie des effluents d'élevage n'est pas valorisée comme fertilisant.

La moyenne nationale des ratios R_1 et R_2 résulte, pour une part substantielle, des niveaux de spécialisation. En France, où le secteur des grandes cultures joue un rôle important, le ratio R_2 est supérieur à la moyenne communautaire (5,4%, toutes OTEX confondues). Il est encore plus élevé en Irlande (6,8%) où le chiffre d'affaires par unité de surface est bas (1 200 €/ha) du fait de la forte spécialisation des exploitations dans les productions extensives d'herbivores (bovins-viande, ovins, bovins-lait). En dépit d'un niveau élevé de charges en engrais rapportées à l'hectare (R_1 =164 €/ha), les Pays-Bas ont un ratio R_2 modeste (moins de 2%) compte tenu du développement des secteurs granivore et horticole. Ce ratio est également faible en Autriche, mais pour des raisons opposées (faible utilisation d'intrants à l'hectare).

5.3 Les écarts régionaux pour deux types de production

Un diagnostic plus précis est établi à l'échelle d'une même orientation de production en se focalisant dans un premier temps sur les exploitations spécialisées en céréales et oléo-protéagineux (OTEX n°13 de la nomenclature) particulièrement dépendantes aux engrais et dans un second temps sur les exploitations spécialisées en production laitière (OTEX n°41), plus autonomes mais présentant une certaine hétérogénéité régionale. Pour ce faire, une analyse comparative de la dépendance aux engrais est réalisée pour les vingt-cinq zones géographiques (régions et/ou pays) les plus concernées qui regroupent 59% de la production globale pour la spécialité COP et 73% pour la spécialité bovin lait.

5.3.1 Les exploitations de grandes cultures

D'une manière générale, les régions les plus dépendantes aux engrais (ratio R_2 élevé) sont également celles qui présentent les niveaux les plus élevés de charges rapportées à l'hectare (ratio R_1). Si les exploitations COP françaises sont, en moyenne, parmi les plus dépendantes (R_2 = 11,2%), des écarts sont observés entre régions (tableau 1). Ainsi, par exemple, le ratio R_2 atteint 13,3% en Bourgogne, où la valeur de la production par hectare est plus faible qu'au niveau national du fait de la structure de l'assolement et d'une fertilité des sols souvent plus

limité que dans le bassin parisien. En Champagne-Ardenne, la forte dépendance (ratio R_2) tient à un niveau de charges à l'hectare particulièrement élevé (R_1 = 148€/ha). En dépit d'un ratio R_1 comparable, la dépendance est plus faible en Picardie, où les rendements sont élevés et la présence de betteraves sucrières et de légumes de plein champ plus marquée. En Pays de la Loire, le niveau des charges en engrais (rapportées au chiffre d'affaire et à la SAU) est moindre comparé aux régions plus spécialisées, ce qui peut résulter, pour partie, d'un accès facilité à des engrais organiques d'origines animales.

Tableau 10 : Les charges en engrais et la production agricole par hectare dans l'OTEX 13 (moyenne 2000-2009)

	Charges en engrais / Exploitation (€)	Charges en engrais / Ha de SAU (€)	Charges en engrais / Production (%)	Production agricole / SAU (€/ha)
France	14 900	143	11,2%	1 300
Bourgogne	22 200	146	13,3%	1 100
Centre	19 700	148	12,1%	1 200
Champagne-Ardenne	22 200	161	12,8%	1 300
Ile de France	21 000	149	11,3%	1 300
Midi-Pyrénées	10 400	123	10,3%	1 200
Pays de la Loire	10 600	113	8,5%	1 300
Picardie	18 600	156	10,7%	1 500
Poitou-Charentes	14 500	131	11,1%	1 200
Allemagne	22 200	123	9,0%	1 400
Mecklembourg-P.O.	62 500	154	11,8%	1 300
Saxe-Anhalt	47 200	112	8,5%	1 300
Danemark	5 100	94	4,8%	2 000
Royaume-Uni	18 500	112	8,8%	1 300
Angleterre-Est	20 300	110	8,7%	1 300
Angleterre-Nord	17 500	119	9,0%	1 300
Angleterre-Ouest	16 000	100	8,6%	1 200
Italie	2 500	110	6,8%	1 600
Lombardie	3 500	132	5,9%	2 200
Vénétie	2 200	158	6,5%	2 600
Espagne	4 000	58	9,5%	600
Aragon	4 800	59	11,8%	500
Castille-et-León	4 700	64	10,8%	600
Castille-La Manche	3 600	46	9,0%	500
Grèce	1 900	134	10,6%	1 300
Macédoine et Thrace	1 900	133	10,5%	1 300
Suède	10 400	106	11,1%	1 000
Slattbygdslan	10 700	108	11,2%	1 000
Pologne	5 900	100	15,7%	800
Pomorze and Mazury	9 300	130	16,2%	800
Wielkopolska and Slask	5 800	141	16,1%	900
R. Tchèque	15 000	87	9,3%	900
Roumanie	2 500	57	9,5%	600
Sud-Est Roumanie	1 900	43	7,9%	500
UE-27	**6 700**	**102**	**9,4%**	**1 100**

DGAGRI - RICA UE 2000-2009 / Traitement SAE2 Nantes

NB : les données sont déterminées en moyenne pour la période 2000 à 2008 pour tous les Etats Membres de l'UE-15. Pour les nouveaux Etats Membres, les calculs sont réalisés en moyenne sur la période 2004-2008, à l'exception de la Bulgarie et la Roumanie (2007-2008)

En Allemagne et au Royaume-Uni, le ratio R_2 est, en moyenne, un peu plus faible qu'en France. Dans ces deux pays, des disparités sont également observées entre les régions administratives, la région de Mecklembourg Poméranie atteignant un ratio comparable aux régions françaises précitées. Dans les régions espagnoles (Aragon, Castille et Léon et Castille-la Manche), les rendements en céréales sont faibles et impliquent une moindre fertilisation (d'où un R_1 de 58 €/ha au niveau national). Mais avec une production agricole deux fois plus modeste qu'en France, le ratio R_2 est comparable. Du côté italien, les régions Lombardie et Vénétie se distinguent par un haut niveau de productivité à l'hectare lié au développement, souvent en monoculture, du maïs irrigué ; ceci contribue à l'obtention d'un ratio R_2 moyen sensiblement plus faible (7%) que dans les autres régions européennes.

Au-delà des valeurs moyennes exprimées par région pour une orientation de production donnée, une analyse complémentaire est conduite, à partir des données individuelles du RICA français (2007), afin de souligner l'ampleur des écarts entre exploitations COP. Il ressort de cette analyse que le ratio R_2 est inférieur à 6,7% pour un cinquième des exploitations COP françaises alors qu'il dépasse 13,8% dans le quintile opposé. Les exploitations du premier quintile ont à la fois une productivité à l'hectare élevée (comparativement à celles du dernier quintile : respectivement 1 700 €/ha contre 1 300 €/ha) et une charge en engrais par hectare plus modérée (respectivement 87 €/ha contre 178 €/ha). Ces écarts peuvent s'expliquer par la fertilité et la composition des sols : les exploitations des quintiles supérieurs, dont la productivité est plus faible, utilisent plus d'engrais minéraux pour compenser une moindre fertilité de la terre. La structure de l'assolement, la rotation des cultures, l'efficacité technique, la capacité à mobiliser des produits de substitution aux engrais minéraux, la précision des matériels d'épandage et le prix d'achat des engrais concourent également à ces écarts.

5.3.2 Les exploitations laitières

Dans le secteur laitier européen, le montant de la production agricole rapporté à l'hectare couvre un spectre beaucoup plus large que dans le secteur céréalier ; ce critère influe donc fortement sur le niveau de dépendance (ratio R_2). D'une manière générale, les régions les moins dépendantes aux engrais sont celles qui sont les plus productives à l'unité de surface (Pays-Bas, Danemark, régions italiennes et espagnoles). En Autriche, cependant, le faible niveau de dépendance s'explique d'abord par une fertilisation minérale très limitée. En France, le ratio R_2 des exploitations laitières est plus élevé que dans les pays concurrents de l'Europe du nord car le niveau de production par hectare est plus faible, singulièrement dans les zones défavorisées ayant une part conséquente de prairies dans l'assolement (Auvergne, Franche-Comté, Rhône-Alpes). Si les régions de l'Ouest de la France sont souvent considérées comme étant plus intensives dans le débat national, elles demeurent néanmoins assez éloignées des autres concurrents européens. Seules les exploitations d'Irlande et du nord du Royaume-Uni ont un ratio R_2 supérieur à celui observé dans l'hexagone. Dans ces régions, le système fourrager repose essentiellement sur des prairies de longue durée nécessitant une fertilisation minérale importante (Chatellier et al., 2008).

A la lumière de la situation des exploitations COP, mais dans une moindre proportion cependant, il existe, au sein de toutes les régions françaises, une certaine hétérogénéité entre les exploitations en terme de dépendance aux engrais. Outre les critères déjà mentionnés pour expliquer de tels écarts, celle-ci tient pour une grande part à la composition de l'assolement (parts relatives de céréales, de légumineuses et de prairies) et aux conditions d'utilisation des déjections animales (quantités disponibles, techniques d'épandage, etc.). Ainsi, le ratio R_2 est

inférieur à 2% pour 20% des exploitations laitières françaises alors qu'il dépasse le seuil de 5,3% pour le quintile supérieur. Si la question de la dépendance aux engrais doit être considérée avec attention, les écarts restent finalement modestes au prorata du chiffre d'affaires ; ceci indique que la compétitivité à venir des structures est sous l'influence de plusieurs autres critères clés tels que la productivité du travail (quota par emploi), l'efficacité technique du modèle d'alimentaire ou les stratégies d'investissements.

Tableau 11 : Les charges en engrais et la production agricole par hectare dans l'OTEX 41 (moyenne 2000-2009)

	Charges en engrais / Exploitation (€)	Charges en engrais / Ha de SAU (€)	Charges en engrais / Production (%)	Production agricole / SAU (€/ha)
France	5 800	85	4,3%	2 000
Auvergne	3 900	60	3,8%	1 600
Basse-Normandie	7 000	102	4,9%	2 100
Bretagne	6 100	101	4,2%	2 400
Pays de la Loire	6 400	90	4,3%	2 100
Rhônes-Alpes	4 200	66	3,6%	1 800
Allemagne	4 500	80	2,8%	2 800
Bade-Wurtemberg	3 200	67	2,5%	2 600
Basse-Saxe	6 200	94	3,3%	2 900
Bavière	2 600	70	2,3%	3 000
Rhénanie-du-Nord-Westphalie	4 700	87	2,5%	3 400
Schleswig-Holstein	7 900	108	3,7%	2 900
Belgique	4 700	106	3,2%	3 300
Pays-Bas	4 500	103	2,0%	5 200
Danemark	5 800	59	1,6%	3 900
Royaume-Uni	11 100	118	4,0%	2 900
Angleterre-Nord	10 800	107	3,7%	2 900
Angleterre-Ouest	10 300	110	3,3%	3 400
Ecosse	13 300	145	5,0%	2 900
Irlande du Nord	8 800	140	5,4%	2 600
Pays de Galles	13 300	145	5,0%	2 900
Irlande	7 600	149	6,6%	2 300
Italie	1 500	55	0,9%	5 800
Émilie-Romagne	1 500	41	0,7%	5 900
Lombardie	3 100	79	1,1%	7 300
Espagne	1 200	61	1,4%	4 600
Galice	1 500	93	2,1%	4 400
Suède	5 400	57	2,5%	2 300
Slattbygdslan	6 300	67	2,8%	2 500
Autriche	600	19	0,8%	2 400
Pologne	1 500	76	5,2%	1 500
Mazowsze and Podlasie	1 500	82	5,4%	1 500
UE-27	**3 600**	**82**	**2,9%**	**2 800**

DGAGRI - RICA UE 2000-2009 / Traitement SAE2 Nantes

NB : les données sont déterminées en moyenne pour la période 2000 à 2008 pour tous les Etats Membres de l'UE-15. Pour les nouveaux Etats Membres, les calculs sont réalisés en moyenne sur la période 2004-2008, à l'exception de la Bulgarie et la Roumanie (2007-2008)

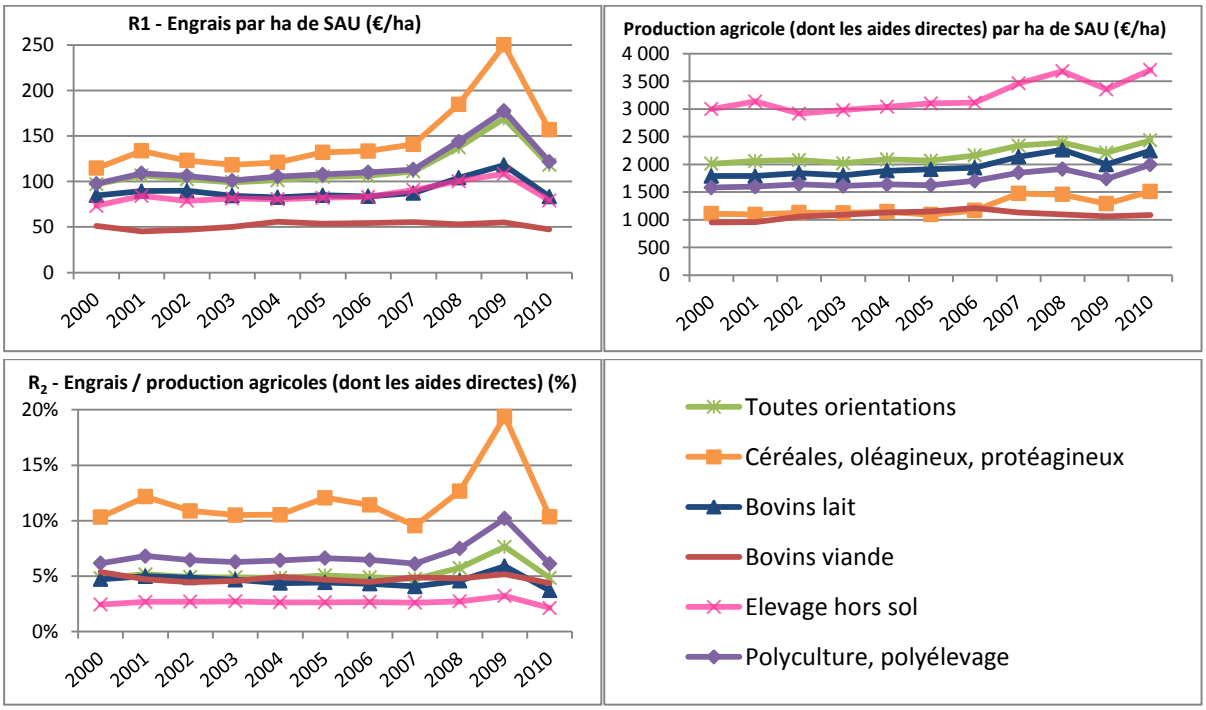
5.4 L'adaptation des exploitations à la volatilité des prix

La volatilité récente du prix des engrais a naturellement influencé le niveau des charges en engrais par hectare de SAU (ratio R_1), mais avec des écarts importants en fonction des orientations technico-économiques. Dans les exploitations orientées vers les productions bovines, l'augmentation des charges a été relativement limitée grâce à une modification des pratiques culturales conduisant à une moindre utilisation d'engrais minéraux (parfois même à

des impasses) et à une meilleure valorisation des déjections animales. Au cours des années 2008-2009, le prix des engrais a augmenté de 70% d'une année à l'autre, soit une augmentation nettement plus forte que celle observée pour les autres intrants (figure 2). En dépit de cette flambée, le coût des engrais par hectare a été maintenu à son niveau antérieur dans les exploitations françaises bovins-viande et n'a augmenté « que » de 37% dans les exploitations laitières spécialisées. Pour ce dernier secteur, l'année 2009 a été caractérisée par une crise majeure au niveau du prix de vente du lait. Ces évolutions contrastent assez nettement avec la situation du secteur COP où les charges en engrais par hectare ont doublé. Pour ces exploitations, mais aussi celles de polyculture-élevage, la hausse du prix des engrais a été peu problématique en 2008 dans la mesure où elle a été très largement compensée par une augmentation du prix de vente des céréales. En 2009, en revanche, la forte baisse du prix de vente des céréales s'est additionnée à la hausse du prix des intrants pour peser négativement sur le niveau moyen des revenus.

Pour les exploitations COP, et compte tenu de l'évolution croisée des prix des intrants et des produits agricoles, les charges en engrais ont représenté presque 20% de la valeur de la production agricole en 2009 pour redescendre à 10% en 2010. La sensibilité des exploitations d'élevage a, quant à elle, été nettement plus modérée.

Figure 28 : L'évolution des charges en engrais selon les OTEX (France, 2000-2010)



RICA France 2000-2010 / Traitement INRA SAE2-Nantes

Des travaux réalisés pour la période 1973-1998 (contexte de baisse du prix des engrais) à l'échelle de seize pays européens (Bel et al. 2004) ont démontré l'existence d'une très faible élasticité prix de la demande d'engrais azotés. Les auteurs soulignent néanmoins que les élasticités prix sont généralement plus fortes en période de hausse des prix. De plus, si la demande d'engrais est très inélastique au prix des engrais, les prix peuvent quand même jouer par effet d'élasticité croisée ; les auteurs constatent en effet que la demande d'engrais est plus sensible aux prix et des produits phytosanitaires et, pour les productions animales, des

produits agricoles. D'après les statistiques publiées par l'UNIFA (Union des industries de la fertilisation), la consommation globale française (à usage agricole) des différentes catégories d'éléments fertilisants (N, P, K) n'a pas été affectée de manière identique par la volatilité récente des prix (Tableau 3). Le recul de la consommation d'engrais a été beaucoup plus fort pour le phosphore et le potassium (-50% en 2008-2009 par rapport à 2007-2008) que pour l'azote (-13%). Ceci tient à des considérations d'abord techniques.

Tableau 12 : L'évolution des livraisons d'engrais minéraux en France en kilotonnes

		2000 - 2001	2001 - 2002	2002 - 2003	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006	2006 - 2007	2007 - 2008	2008 - 2009	2009 - 2010	2010 - 2011
N	Ammonitrates	1 040	1 010	970	1 010	1 010	920	950	1 030	930	940	940
	Solution azotées	660	650	580	640	620	580	590	670	600	590	690
	Urée	220	230	230	260	250	270	260	300	310	290	390
	Autres engrais simples	100	80	90	90	100	90	90	80	90	70	70
	Engrais binaires NP	110	110	130	160	110	110	100	110	60	80	90
	Engrais NK et NPK	280	280	230	240	260	200	210	230	100	110	140
	Total	**2 420**	**2 360**	**2 240**	**2 400**	**2 350**	**2 160**	**2 200**	**2 430**	**2 100**	**2 080**	**2 330**
P	Engrais simples	150	140	130	120	140	120	110	130	40	110	120
	Engrais binaires PK	210	180	170	150	160	130	120	150	80	70	110
	Engrais binaires NP	210	220	230	250	210	200	170	200	100	150	170
	Engrais NK et NPK	220	200	190	180	170	140	140	160	60	80	100
	Total	**800**	**750**	**730**	**720**	**690**	**590**	**560**	**650**	**300**	**410**	**500**
K	Engrais simples	400	440	420	410	390	330	330	360	170	200	310
	Engrais binaires PK	280	240	230	210	220	160	170	190	110	90	130
	Engrais NK et NPK	340	310	290	290	280	220	230	240	100	110	140
	Total	**1 040**	**1 010**	**960**	**930**	**900**	**730**	**730**	**800**	**390**	**420**	**600**

UNIFA

L'azote, qui est l'élément le plus important pour la croissance des plantes, est très soluble dans l'eau et ne s'accumule pas dans les sols contrairement au phosphate et au potassium. Un apport sous-optimal en azote a un impact immédiat sur les rendements, alors que ceci est moins net pour le phosphate et le potassium ; l'apport de ces éléments peut, en effet, être réduit au cours d'une campagne donnée (voire même au cours de plusieurs campagnes) si les sols en sont suffisamment riches (Roy et al. 2006). Réduire sa consommation d'azote sans impacter négativement les rendements suppose d'adopter des stratégies de long terme visant à améliorer l'efficacité de la fertilisation (pratiques agronomiques de préservation de la qualité des sols, mise en place de couverts végétaux, mesure de la fertilité des sols), à optimiser le recyclage des engrais organiques et à renforcer la culture de légumineuses dans les assolements (celles-ci ayant la particularité de fixer l'azote de l'air).

Conclusion

Dans un contexte où les possibilités de développer les surfaces de terres arables sont relativement limitées à l'échelle planétaire, l'augmentation nécessaire de la production agricole (+60% d'ici 2050 d'après les estimations de la FAO) passera par une amélioration de la productivité du sol et une intensification de l'agriculture, compatible avec les contraintes environnementales. Pour atteindre cet objectif, une utilisation accrue des engrais est vraisemblable, notamment dans les pays où la fertilité des sols demeure toujours faible. Au sein de l'UE, la situation est différente dans la mesure où, d'une part, les rendements se stabilisent et, d'autre part, la consommation d'engrais minéraux diminue sous l'influence du progrès technique et des normes environnementales. L'agriculture européenne reste cependant largement tributaire de la disponibilité en engrais minéraux.

Bien que les pays européens possèdent des outils industriels pour produire des engrais azotés, phosphatés et potassiques, l'UE est déficitaire en ressources naturelles, à l'exception de la potasse. Les industriels de la fertilisation doivent importer la plupart des matières premières nécessaires dont les prix ont récemment augmenté et la disponibilité à long terme pose question. Une revue de littérature a montré que le risque d'un épuisement de ces ressources n'est pas avéré, du moins à moyen terme (i.e. d'ici la fin du siècle). La question doit néanmoins être considérée avec attention par les pouvoirs publics tant la disponibilité en engrais minéraux est aujourd'hui cruciale pour garantir la sécurité alimentaire, les données sur les réserves restantes peu fiables et les ressources concentrées dans un faible nombre de pays.

La relative abondance des ressources ne signifie pas que l'offre sera nécessairement disponible dans toutes les zones du monde potentiellement impliquées. Depuis 2008, le prix des engrais minéraux et le prix des matières premières nécessaires à leur fabrication ont fortement augmenté du fait d'un ensemble combiné de facteurs : l'augmentation substantielle du prix de l'énergie ; la dynamique soutenue de la demande mondiale ; le manque d'investissement dans les industries extractives et la forte concentration de l'offre. Si les récents investissements sont susceptibles d'améliorer prochainement les équilibres entre l'offre et la demande, les perspectives demeurent assez incertaines à long terme. La disponibilité en engrais minéraux pour les agriculteurs européens doit ainsi être considérée avec vigilance dans la mesure où elle relève de pays aux contextes géopolitiques parfois complexes (Russie, Moyen-Orient, Afrique du Nord).

La capacité des exploitations agricoles européennes à faire face à cette volatilité du prix des engrais minéraux n'est pas homogène. Pour certaines, la hausse du prix de cet intrant ne constitue pas un véritable problème tant la production agricole générée est importante au regard du coût de la fertilisation ; c'est notamment le cas des exploitations horticoles, granivores et laitières intensives du Danemark, de l'Espagne, de l'Italie et des Pays-Bas. En revanche, pour les exploitations de grandes cultures, la volatilité du prix des engrais est un facteur important de la compétitivité, ce d'autant qu'elles ne peuvent recourir aisément à des engrais organiques. Si l'amélioration récente des cours internationaux des principaux produits agricoles joue de manière positive sur l'évolution du revenu des agriculteurs, les différents acteurs du secteur (agriculteurs, organismes de développement, instituts techniques, organismes de recherche, etc.) sont interpelés sur les orientations techniques à privilégier pour rendre les systèmes productifs plus durables et résilients.

Outre une poursuite des efforts à accomplir en termes d'amélioration génétique et de techniques susceptibles de renforcer l'efficacité de la fertilisation (préservation de la structure des sols, outils de mesure de la fertilité, outils de précision géolocalisés, choix des périodes d'application, etc.), il convient de réfléchir à l'optimisation du recyclage des déjections animales et à la place future des légumineuses dans les assolements. Le mouvement de spécialisation engagé au fil des dernières décennies, tant à l'échelle de l'exploitation agricole que du territoire, a favorisé la réalisation d'économies d'échelle au détriment des économies de gamme. La question du devenir des zones de polyculture-élevage est ainsi placée au cœur de nombreuses réflexions sur la concentration et la spécialisation territoriale des productions agricoles (Chatellier et Gaigné, 2012).

Bibliographie

Agrium (2012), *"Agrium's 2011/2012* Fact book", Agrium Inc. Calgary, Alberta, Canada

Arovuori, K. and Karikallio H. (2009) 'Consumption Patterns and Competition in the World Fertilizer Markets'. Paper Presented at the *19th Symposium of the International Food and Agribusiness Management Association*. 20-21 June 2009, Budapest, Hungary.

Ashley, K., Cordell, D. and Mavinic, D. (2011) 'A brief history of phosphorus: From the philosopher's stone to nutrient recovery and reuse', *Chemosphere*, Vol. 84 No. 6, pp.737-746

Bartels, J. R. (2008) 'A feasibility study of implementing an Ammonia Economy'. *Graduate Theses and Dissertations*. Iowa State University. Paper 11132.

Bel, F., Drouet d'Aubigny, G., Lacroix, A. and Mollard, A. (2005) 'Efficacité et limites d'une taxe sur les engrais azotés : éléments d'analyse à partir de seize pays européens', *Economie & Prévision*, No. 166, pp. 99-113.

Bentley, R.W., Mannan, S.A. et Wheeler, S.J. (2007) 'Assessing the date of the global oil peak: The need to use 2P reserves' *Energy policy*, Vol. 35 pp. 6364-6382.

Bilgin, M. (2011) 'Scenarios on European energy security: Outcomes of natural gas strategy in 2010', *Futures*, Vol.43 No.10 pp.1082-1090

Blanco, M. (2011) 'Supply of and access to key nutrients NPK for fertilizers for feeding the world in 2050'. Paper Presented at the workshop *NPK-will there be enough plant nutrients to feed a world of 9 billion*. 5-6 December 2011, Brussels, Belgium.

BP (2012). *Statistical Review of World Energy 2012*. Available at bp.com/statisticalreview.

Capros, P., Mantzos, L., Tasios, N., De Vita, A. and Kouvaritakis, N. (2010) *EU energy trend to 2030 – update 2009*. Report for the Directorate-General for Energy and the Directorate-General for Climate Action, ISBN 978-92-79-16191-9.

Chatellier V., Pflimlin A., Perrot C. (2008). La production laitière dans les régions de l'arc Atlantique européen. *INRA Productions Animales*, 2008, 21 (5), p. 13

Chatellier V., Dupraz P. (2012). Politique et dynamique des systèmes de production : comment concilier défi alimentaire, compétitivité et environnement ? *Agriculture, Environnement et Sociétés*, n°2, pp 105-115.

Chevalier, J.M. and Percebois, J. (2008) *Gaz et électricité : un défi pour l'Europe et pour la France*. Conseil d'Analyse Economique - La Documentation française ISBN : 978-2-11-007038-8

Cooper, J., Lombardii, R., Boardman, D. and Carliell-Marquet C. (2011) 'The future distribution and production of global phosphate rock reserves', *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 57, pp. 78-86.

Cordell, D. and White S (2011) 'Peak Phosphorus: Clarifying the Key Issues of Vigorous Debate about Long-Term Phosphorus Security' *Sustainability*, Vol.3, No. 10, pp. 2027-2049

Cordell, D., Drangert, J-O. and White, S. (2009) 'The story of phosphorus: Global food security and food for thought', *Global Environmental Change*, Vol. 19 No. 2, pp. 292-305

Dawson, C.J. and Hilton, J. (2011) 'Fertilizer availability in a resource-limited world: Production and recycling of nitrogen and phosphorus', *Food Policy*, Vol. 36 No. 1, pp. S14-S22

Drescher A., Glaser R. and Richert C. (2011) 'Demand for key nutrients (NPK) in the year 2050' Presented at the workshop *Anticipation study NPK – will there be enough plant nutrients to feed a world of 9 billion?* 5-6 December 2011. Brussels, Belgium.

Dobermann, A. R. (2005) 'Nitrogen Use Efficiency – State of the Art' *Agronomy -- Faculty Publications*, University of Nebraska-Lincoln. Paper 316.

Erdogdu, A. (2010) 'Bypassing Russia: Nabucco projects and its implications for the European gas security', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.14 No.9, pp. 2936-2942.

Erisman, J.W. (2011) 'The european nitrogen problem in a global perspective' in Sutten, M.A. et al. (Eds.), *The European Nitrogen Assessment*, Cambridge University Press, pp. 62-81.

Erisman, J.W., Sutton, M.A., Galloway, J., Klimont, Z. and Winiwarter W. (2008) 'How a century of ammonia synthesis has changed the world', *Nature Geoscience* Vol. 1 No. 10, pp.636-639.

Eurostat. Available at http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

FAO - Fertilizer Organizations Working Group (2011). *Current world fertilizer trends and outlook to 2015*. Food and Agriculture Organisation, Rome.

FAO (2009). How to feed the world in 2050, [online] Report on FAO expert forum, Rome 12-13 October 2009.

Fertilizers Europe (2011). *Forecast of food, farming and fertilizer use in the European Union2011-202*1. Fertilizers Europe, Brussels, Belgium.

Fertilizers Europe, 2012. *Faster Forward to Competitive Gas & Sustainable Agriculture in Europe*. Fertilizers Europe reference document, Brussels.

Fixen, P.E. (2009) 'World fertilizer nutrient reserves: a view to the future' *Better Crops*, Vol. 93 No. 3, pp.8-11

Galloway, et al. (2004) 'Nitrogen Cycles: Past, Present and Future' *Biogeochemistry* Vol.70 pp. 153-226.

Garrett, D.E (1996) *Potash, deposits, processing, properties and uses*, Chapman & Hall, London.

Garrett, D.E (1996) *Potash, deposits, processing, properties and uses*, Chapman & Hall, London.

GCL développement durable (2010). *Etats, perspectives et enjeux du marché des engrais*. MAAPRAT, Paris.

Gilbert, N. (2009) 'The disappearing nutrient', *Nature*, Vol. 461, pp. 716-718.

Gregory, D.I. et Bumb, B.L.(2006). 'Factors Affecting Supply of Fertilizer in Sub-Saharan Africa' The World Bank, *Agriculture and Rural Development Discussion Paper* 24.

Heffer, P. and Prud'homme, M. (2006) 'Medium-Term Outlook for Global Fertilizer Demand, Supply and Trade 2006-2010', *76th IFA Annual Conference*, Istanbul (Turkey), 5-7 June 2006, 7p.

Heffer, P. and Prud'homme, M. (2007) 'Medium-Term Outlook for Global Fertilizer Demand, Supply and Trade 2007-2011', Presented at the *76th IFA Annual Conference*. 21-23 May 2008. Istanbul, Turkey.

Heffer, P. and Prud'homme, M. (2008) 'Medium-Term Outlook for Global Fertilizer Demand, Supply and Trade 2008-2012', Presented at the *76th IFA Annual Conference*. 19-21 May 2008. Vienna, Austria.

Heffer, P. and Prud'homme, M. (2009) 'Fertilizer Outlook 2009-2013', Presented at the *77th IFA Annual Conference*. 25-27 May 2009. Shanghai, China P.R.

Heffer, P. and Prud'homme, M. (2010) 'Fertilizer Outlook 2010-2014', Presented at the *78th IFA Annual Conference*. 31 May 2010 – 2 June 2010. Paris, France.

Heffer, P. and Prud'homme, M. (2011) 'Fertilizer Outlook 2011-2015', Presented at the *79th IFA Annual Conference*. 19-25 May 2011. Montreal, Canada.

Heffer, P. and Prud'homme, M. (2012) 'Fertilizer Outlook 2012-2016', Presented at the *80th IFA Annual Conference*. 19-25 May 2011. Montreal,Canada.

Hernandez, M.A. et Torero, M (2011) 'Fertilizer Market Situation – Structure, Consumption and Trade Patterns, and Pricing Behavior' *IFPRI Discussion Paper* 0158.

Huang (2007). *Impact of Rising Natural Gas Prices on U.S Ammonia Supply*. A Report from the Economic Research Service, WRS-0702.

Huang, 2009. *Factors Contributing to the Recent Increase in U.S. Fertilizer Prices, 2002-08*. A Report from the Economic Research Service, AR-33.

IEA/OCDE (2011) *World energy outlook. Are we entering a golden age of gas?* OCDE/IEA, Paris.

IEA, 2012. [online] Available at http://www.iea.org/subsidy/index.html (Accessed 30 July 2012)

IFP (2006). Les réserves de gaz, découvertes, production. Institut Français du pétrole. *Panorama 2006 – Le point sur*

Jensen, L.S. and Schjoerring J.K. (2011) 'Benifts of nitrogen for food, fibre and industrial production' in Sutten, M.A. et al. (Eds.), *The European Nitrogen Assessment*, Cambridge University Press, pp. 32-61.

Ju, X.-T., Xing, G.-X., Chen, X.-P, Zhan, S.-L., Liu, X.-J., Cui, Z.-L., Yin, B., Christie, P., Zhu, Z.-L. et Zhan, F.-S (2009) 'Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems' *Proceedings of the National Academy of Sciences,* Vol. 106, No.9, pp. 3041-3046.

Kanai, M. (2011) 'Decoupling the Oil and Gas Prices. Natural Gas Pricing in the Post-Financial Crisis Market' *Note de l'IFRI*, May 2011.

Laherrère, J. (2011) 'Les perspectives pétrolières et gazières' *futuribles,* No.37, pp. 5-28

Maggio, G. et Cacciola, G. (2012) 'When will oil, natural gas, coal peak?', *Fuel,* Vol. 98, pp. 111-123

Malingreau, J-P, Eva, H. et Maggio, A. (2012). *NPK : will there be enough plant nutrients to feed a world of 9 billion in 2050 ?* Joint Research Centre of the European Commission. Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-79-24909-9

Mew M. (2011) *Future phosphate rock production – peak or plateau?* Fertecon research Center

Nna Mvondo, D. (2002) 'Fixation atmosphérique de l'azote par les décharges électriques durant l'histoire de la Terre' *Thèse de doctorat,* Université de Paris XII-Val-De-Marne

OCDE/FAO (2012). *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2012-2021*. Editions OCDE et FAO.

Ott, H., (2012). *Fertilizers markets and their interplay with commodity and food prices*. Joint Research Centre of the European Commission. Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-79-25526-7

PotashCorp, 2011. *Q4 Market Analysis Report.*

Ramirez, C.A. et Worrell, E. (2006) 'Feeding fossil fuels to the soil – An analysis of energy embedded and technological learning in the fertilizer industry'. *Resources Conservation and Recycling*. Vol. 46, pp.75-93

Roberts, T.L. and Tasistro, A.S. (2012) 'Food Sufficiency: Role of Plant Nutrition in supporting Food Security', in Bruulsema, T.W. et al. (Eds.), *Fertilizing Crops to Improve Human Health: a Scientific Review – Volume 1*, IPNI/IFA, Paris, pp.11-28.

Roger, H. and Stern, J. (2011) *The Transition to Hub-Based Gas Pricing in Continental Europe*. The Oxford Institute for Energy Studies, NG 49.

Roy, R.N., Finck, A., Blair, G.J. and Tandon, H.L.S (2006) Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management, *FAO fertilizer and plant bulletin* No. 16, ISBN 9789251054901.

Schröder, J.J, Cordell, D., Smit, A. et Rosemarin A. (2009). *Sustainable use of phosphorus*, Plant Research International, Wageningen University, Report 357.

Sharma, V.P. et Thaker, H (2009*). Fertilizer subsidy in India: Who are the Beneficiaries ?* Indian Institute of Management, WP No 2009-07-01.

Smil, V. (2005) 'Nitrogen in modern European agriculture', in: Scholliers, P., Van Molle, L. and Sarasua C. (Eds), *Land, Shops and Kitchens: Technology and the Food Chain in Twentieth-century Europe*. Brepols Publishers, Turnhout, pp.110-119.

Smit, A.L., Bindraban, P.S., Schröder, J.J., Conjin, J.G. and Van Der Meer, H.G. (2009) *Phosphorus in Agriculture: Global Ressources, Trends and Developments*, Plant Research International, Wageningen University, Report 282.

Srinivas, N.N. (2012) 'Mineral Cartel's grip over food: Global race is on for controlling strategic mines', *The Economic Times*. [Online]. Available at: http://articles.economictimes.indiatimes.com/2012-02-23/news/31091062_1_phosphate-potash-mines

Stewart, M. W., Dibb, W.D., Johnston, E.A. and Smyth, J.T. (2005) 'The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production.' *Agronomy Journal,* Vol. 97 No. 1, pp.1-6.

Tenkorang F. and Lowenberg-DeBoer (2008) *Forecasting long-term Global Fertilizer Demand*, FAO, Rome, 2008, 17 p.

Tilman, D., Balzer C., Hill, J. et Befort, B.L. (2011) 'Global food demand and the sustainable intensification of agriculture', *Proceedings of the National Academy of Sciences,* Vol. 108 No. 50, pp. 20260–20264

Tournis, V. et Rabinovitch, M. (2010) 'Les ressources naturelles pour la fabrication des engrais : une introduction', *Géologue*, No. 162, pp.37-44

UN (2010). *World population trends to 2050*. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, World Population Prospects: The 2010 Revision.

USGS (2002). *Mineral commodity summaries 2002*. U.S. Geological Survey, 197 p.

USGS (2003). *Mineral commodity summaries 2003*. U.S. Geological Survey, 199 p.

USGS (2010). *Mineral commodity summaries 2010*. U.S. Geological Survey, 193 p.

USGS (2011). *Mineral commodity summaries 2011*. U.S. Geological Survey, 198 p.

USGS (2012). *Mineral commodity summaries 2012*. U.S. Geological Survey, 198 p.

Van Kauwenbergh, S.J., (2010) *World Phosphate Rock Reserves and Resources*, IFDC, Muscle Shoals, U.S.A.

Van Vuuren, D.P., Bouwman, A.F. and Beusen, A.H.W (2010) 'Phosphorus demand for the 1970-2100 period: A scenario analysis of resource depletion', *Global Environmental Change*, Vol. 20 No. 3, pp. 428-439.

Vitousek, P.M., R. Naylor, T. Crews, M.B. David, L.E. Drinkwater, E. Holland, P.J. Johnes, J. Katzenberger, L.A. Martinelli, P.A. Matson, G. Nziguheba, D. Ojima, C.A. Palm, G.P. Robertson, P.A. Sanchez, A.R. Townsend, and F.S. Zhang. 2009. Nutrient imbalances in agricultural development. Science 324 (5934):1519-1520.

Watkins, G.C. (2006) 'Oil scarcity: What have the past three decades revealed' *Energy policy*, Vol. 34 pp. 508-5014.

Weatherstone, N. (2008) 'International Standards for Reporting of Mineral Ressources and Reserves – Status, Outlook and Important Issues' Presented at the *World Mining Congress and Exo*. 24-28 September 2008. Krakow, Poland.

Weisz, Y. and Mehelmy, A. (2011) 'Fertilizers', *Food outlook*, Nov. 2011, pp.79-88

Weymuller, B. (2010) 'Les perspectives du shale gas dans le monde'*Note de l'IFRI*, Décembre 2011.

White, P.J. and Brown, P.H. (2010) 'Plant nutrition for sustainable development and global health', *Annals of Botany*, Vol. 105 No. 7, pp.1073-1080.

Yara (2011) *Nitrate fertilizer, optimizing yield, preserving the environment.* Available at http://www.yara.com/doc/33521_Nitrate_-_Pure_Nutrient.pdf (Accessed 10 April 2012).

Yara (2012) *Fertilizer Industry Handbook February 2012*

Yegorov, Y. and Wirl, F. (2011) 'Gas transportation, geopolitics and future market structure', *Futures* Vol.43 No.10 pp.1056-1068