

Charlotte Hebebrand

Pour une nutrition des plantes responsable

Point de vue n°4 - décembre 2015



Avertissement

La collection *Point de vue* expose le point de vue d'un expert extérieur à FARM sur un sujet donné. Son opinion n'est pas nécessairement partagée par la fondation, mais est suffisamment argumentée et stimulante pour être mise en débat.

Edition 2015

Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde

Préface

On redécouvre les sols. Longtemps négligés, ils apparaissent aujourd’hui comme la clé d’une agriculture productive et durable et sont l’objet de toutes les attentions. L’Organisation des Nations unies pour l’alimentation et l’agriculture (FAO) sonne l’alarme. Elle souligne, dans un rapport récent¹, qu’un tiers des terres dans le monde sont « *modérément ou fortement dégradées* », ce qui compromet la sécurité alimentaire de la planète. Or, précise-t-elle, « *le manque de nutriments dans le sol est le premier obstacle à l’amélioration de la production vivrière et des fonctions du sol dans maints paysages dégradés. En Afrique, tous les pays – sauf trois – extraient plus de nutriments du sol chaque année que n’en sont restitués par les engrais, les résidus de récolte, le fumier et autres matières organiques* ». Il faut donc trouver la voie d’une fertilisation efficace, permettant de relever les défis alimentaire et écologique du XXIème siècle.

Reste à en définir les modalités. Sur ce point, il n’y a pas consensus. Schématiquement, deux camps s’opposent. Selon les uns, les engrais minéraux ont été un ingrédient essentiel de l’augmentation de la production agricole dans les pays développés, ainsi que dans ceux, en Asie et en Amérique latine, qui ont bénéficié de la Révolution verte. La priorité est donc d’accroître l’usage de ces engrais dans les régions où les agriculteurs, en particulier les petits paysans, n’y ont pas accès. Les autres pointent les dommages environnementaux, y compris les émissions de gaz à effet de serre, liés à un recours excessif aux engrais de synthèse. Ils prônent des pratiques agricoles visant à l’enrichissement des terres cultivées en matière organique, grâce notamment à la simplification du travail du sol et la généralisation des rotations culturales.

La Fondation pour l’agriculture et la ruralité dans le monde verse une pièce au débat en donnant la parole à Charlotte Hebebrand, directrice générale de l’International Fertilizer Industry Association (IFA). Les opinions exprimées dans la collection *Point de vue* ne reflètent pas nécessairement l’avis de FARM, mais elles fournissent des éléments de réflexion pour éclairer la complexité du sujet. Le titre de la présente publication, « Pour une nutrition des plantes responsable », est un appel à échanger et croiser les analyses pour orienter l’action des décideurs.

Jean-Christophe Debar

directeur, Fondation pour l’agriculture et la ruralité dans le monde.

¹ FAO and ITPS, Status of the World’s Soil Resources, Rome, 2015.



Sommaire

Avertissement	2
Préface.....	3
Introduction	5
Qu'entend-on par éléments nutritifs des plantes ?	6
Pertes d'éléments nutritifs dans l'environnement	10
Éléments d'une nutrition des plantes « responsable »	12
Défis et opportunités	17

Introduction

La demande mondiale en engrais (minéraux) devrait atteindre 200 millions de tonnes de nutriments par an aux alentours de 2019-2020². Elle a été multipliée par dix par rapport à 1950 ; à l'époque, près de 20 millions de tonnes de nutriments étaient épandues sur les sols.³ Cette augmentation témoigne du souhait des agriculteurs, dans le monde entier, de maintenir et d'accroître leur productivité agricole en apportant des éléments nutritifs aux cultures, afin d'empêcher l'appauvrissement des sols. Elle traduit également leur volonté d'améliorer l'efficacité de l'utilisation d'engrais, sachant que la majeure partie de la croissance de la demande en engrais depuis 1950 concerne les fertilisants azotés, avec une sous-utilisation, dans de nombreuses régions, d'engrais phosphatés et potassiques qui soulève des inquiétudes quant à un déséquilibre de la nutrition des plantes. La Révolution verte des années 1970 a permis de stimuler fortement les rendements agricoles, grâce principalement à l'emploi de semences améliorées et une plus grande consommation d'engrais. Les gains de productivité sont nécessaires pour pouvoir nourrir la population mondiale en pleine expansion. Mais il est tout aussi important, si ce n'est plus, de veiller à ce que la Révolution verte s'étende enfin aux régions du monde qui n'ont pas encore pu en bénéficier, si nous voulons assurer la sécurité alimentaire de plus de 9 milliards d'habitants en 2050. Cependant, il est clair qu'aujourd'hui il n'est plus suffisant de se focaliser exclusivement sur les progrès réalisés en matière de productivité. Une nouvelle Révolution verte exige que les avancées dans ce domaine aillent de pair avec une utilisation plus efficace à la fois des ressources naturelles, telles que l'eau et la terre, et des intrants agricoles. Une « fertilisation responsable » exige que l'épandage des engrais se fasse de manière plus efficace afin de maximiser l'absorption des nutriments, pour combler l'écart entre rendements potentiels et rendements réels⁴ et éviter les pertes d'éléments nutritifs dans les sols, l'eau et l'air.

Ce document fournit tout d'abord un bref aperçu des éléments nutritifs des plantes, de leur contribution à la sécurité alimentaire et des pertes qu'ils subissent dans l'environnement. Il présente ensuite les principes d'une nutrition des plantes « responsable ». La dernière partie traite des défis à relever et des opportunités offertes pour évoluer vers une nutrition des plantes responsable.

² P. Heffer et M. Prud'homme, *IFA Fertilizer Outlook 2015-2019*, www.fertilizer.org/MarketOutlooks

³ IFA Fertilizer Indicators, mai 2013, www.fertilizer.org/En/Knowledge_Resources/Library/IFA_Selection_Fertilizers.aspx

⁴ Le « déficit de rendement » (« yield gap ») représente, pour chaque culture, la différence entre le rendement réellement obtenu et le rendement potentiellement réalisable par les agriculteurs. Cet écart est souvent dû au fait que les agriculteurs ont un accès limité aux intrants agricoles et manquent de connaissances en la matière.

Qu'entend-on par éléments nutritifs des plantes ?

En plus du carbone (C), de l'oxygène (O) et de l'hydrogène (H) provenant de l'air et de l'eau, une plante a besoin de 13 éléments nutritifs indispensables à son développement, dont des nutriments principaux et secondaires, et des micronutriments. Les trois nutriments principaux sont l'azote (N), constituant essentiel de nombreux composés structuraux, génétiques et métaboliques des cellules végétales, le phosphore (P), élément vital pour le développement de la racine et de la plante et qui contribue à renforcer sa résistance à la sécheresse, et le potassium (K), qui facilite la photosynthèse et la tolérance au stress. Les 10 éléments nutritifs restants⁵ sont tout aussi nécessaires à la croissance des plantes, mais en plus faible quantité. Le rendement des cultures est limité par le nutriment dont la disponibilité est la plus faible par rapport aux besoins.

Les engrais contribuent à la sécurité alimentaire et nutritionnelle en fournissant les nutriments nécessaires à la croissance optimale des plantes tout en évitant l'appauvrissement des sols en éléments nutritifs, en réapprovisionnant en nutriments les sols appauvris et en maximisant la productivité agricole sans augmenter la mise en culture de terres arables.

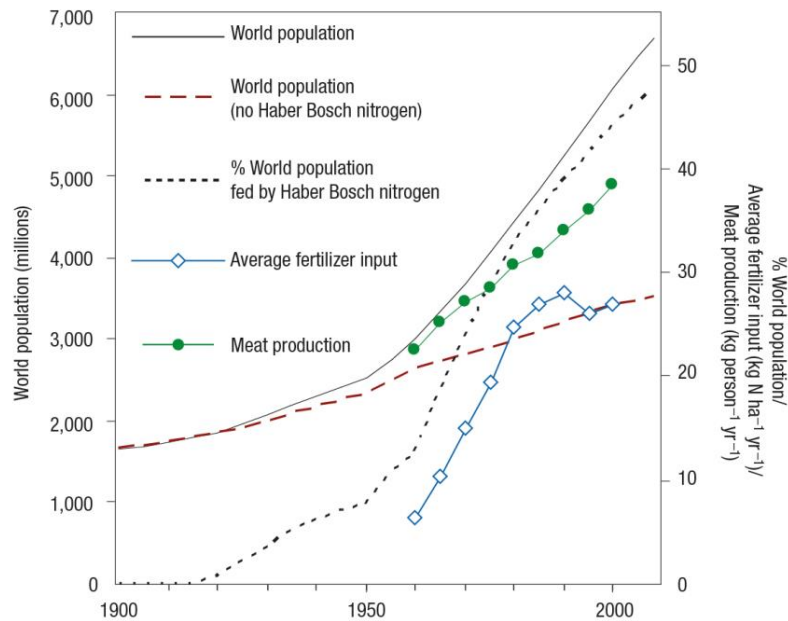
Tout produit naturel ou manufacturé qui contient au moins 5 % d'un ou plusieurs nutriments, parmi les trois principaux (N, P, K), peut être considéré comme un engrais. Les plantes tirent leurs nutriments du sol. Ceux-ci sont extraits des sols lors de chaque récolte. C'est pourquoi il faut réapprovisionner les sols afin de garantir le développement des cultures suivantes. Une étude menée récemment par Amy Bogaard, une archéo-botaniste de l'université d'Oxford, a montré que l'emploi d'engrais remonte à environ 8 000 ans, lorsque les premiers agriculteurs européens commencèrent à épandre du fumier sur les cultures afin d'améliorer le rendement des récoltes.⁶ Bien que les 16 nutriments végétaux indispensables existent dans la nature, les quantités fournies par les sources organiques (fumier, résidus des cultures et fixation biologique de l'azote) sont très souvent insuffisantes pour répondre aux besoins. Dans ce cas, le recours aux engrais minéraux permet d'apporter les quantités de nutriments qui manquent à l'équilibre nutritif des plantes pour assurer de bons rendements. Les engrais minéraux ont des valeurs nutritives plus élevées et plus prévisibles que les sources organiques ; ils contiennent des nutriments disponibles immédiatement pour les plantes et se prêtent plus facilement aux échanges, ce qui explique qu'ils ont été rapidement adoptés par les agriculteurs. On estime que sans les engrais azotés industriels, nous ne pourrions nourrir que la moitié de la population mondiale actuelle (Figure 1).⁷

⁵ Les 3 nutriments secondaires sont le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le soufre (S). Les 7 micronutriments sont le bore (B), le chlore (Cl), le cuivre (Cu), le fer (Fe), le manganèse (Mn), le molybdène (Mo) et le zinc (Zn).

⁶ Balter, Michael. *Researchers Discover First Use of Fertilizer*. Sciencemag.org. Science, 15 July 2013. Web. 12 Nov. 2015.

⁷ Jan Willem Erisman *et al.* *How a Century of Ammonia Synthesis Changed the World*. Nature geoscience, vol. 1, October 2008.

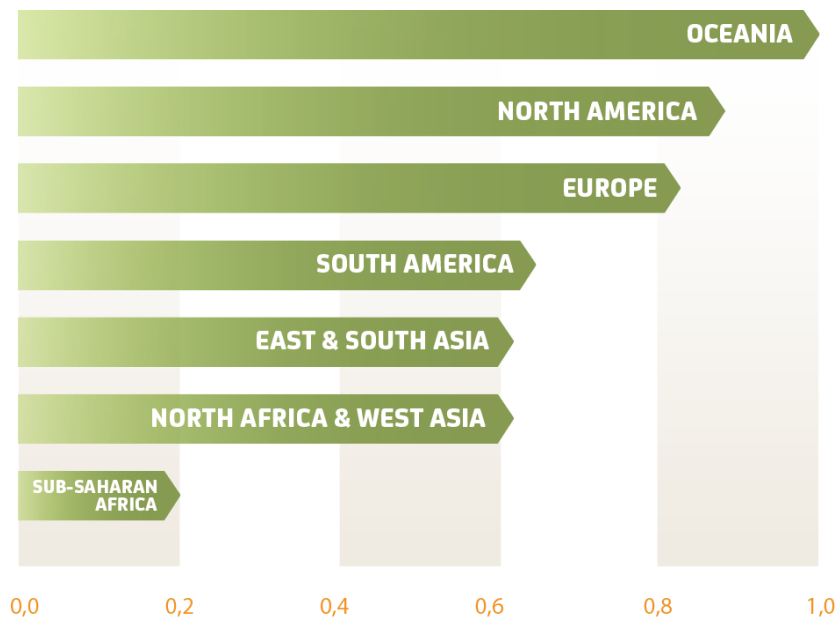
Figure 1



Source: How a century of ammonia synthesis changed the world. J.W. Erismann et al. In Nature Geoscience, Vol. 1 October 2008.

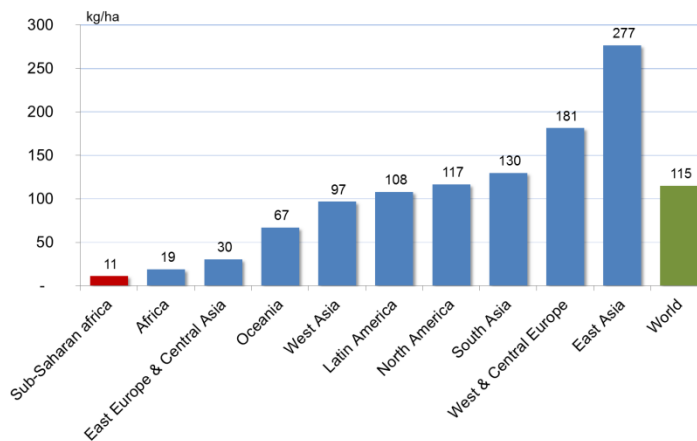
Toutefois, malgré ces progrès spectaculaires, il existe toujours des régions où les rendements obtenus sont très inférieurs aux rendements potentiels. Il n'est pas surprenant de constater que ces écarts sont souvent liés à une utilisation d'engrais insuffisante pour prévenir la sous-alimentation. Par exemple, en Afrique subsaharienne, le rendement moyen du maïs n'atteint qu'un cinquième du rendement potentiel (Figure 2). L'utilisation d'engrais ne représente qu'un dixième de la moyenne mondiale (Figure 3) et la prévalence de la faim y est la plus élevée au monde (Figure 4).

**Figure 2 : Déficit de rendement du maïs
(rapport entre le rendement réel et le rendement réalisable)**



Source : IFA Fertilizer Facts, 2015⁸

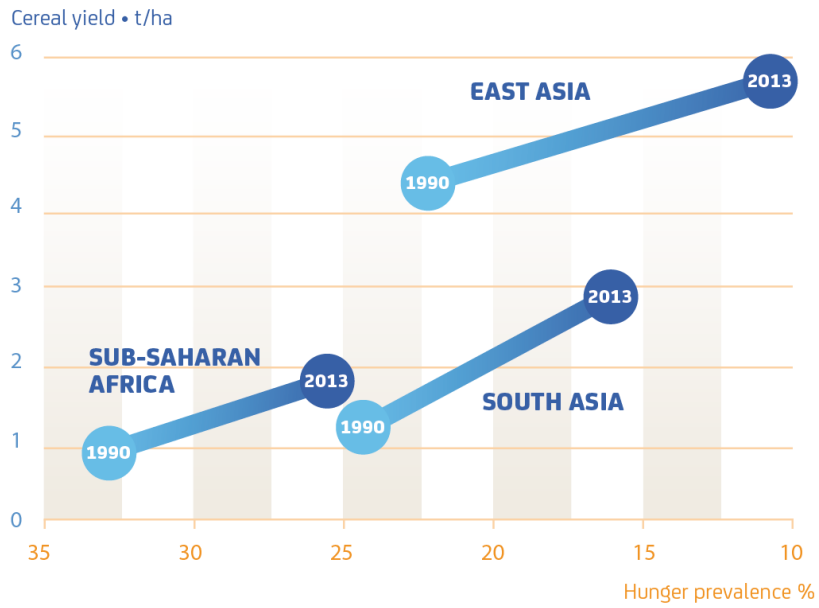
**Figure 3 : Taux moyen d'utilisation d'engrais en 2013
(kilo d'éléments nutritifs par hectare
de terres arables et de cultures permanentes)**



Calcul réalisé à partir des données de FAOSTAT pour la superficie cultivable et de IFADATA pour la consommation d'engrais

⁸ www.fertilizer.org/en/Knowledge_Resources/Library/Selection_Fertilizer_Facts.aspx

Figure 4 : Relation entre la prévalence de la faim et le rendement des céréales (de 1990-92 à 2011-2013)



Source : IFA Fertilizer Facts, 2015

Pertes d'éléments nutritifs dans l'environnement

Bien que l'humanité ne puisse pas se passer d'engrais, l'utilisation incorrecte d'engrais peut avoir des effets dommageables sur l'eau, l'air, les sols et le climat, car l'azote et le phosphate qui ne sont pas absorbés par les plantes peuvent se perdre dans l'environnement. Comme les systèmes agricoles, et les cycles de l'azote et du phosphore qui y sont associés, sont complexes et perméables, la perte de zéro élément nutritif n'est pas un objectif réalisable. Cependant, on peut améliorer sensiblement l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs⁹ en procédant à une fertilisation plus précise.

Nous savons, par exemple, que dans des parcelles de recherche bien gérées, environ 40 à 65 % de l'azote épandu sont utilisés pendant l'année d'épandage (tout l'azote non utilisé ne se perd pas dans l'environnement, car une partie reste dans le sol, à disposition des cultures suivantes), tandis que dans des parcelles agricoles moins bien gérées, jusqu'à 70 à 80 % de l'azote appliqué peuvent être perdus en agriculture pluviale, ce taux variant de 60 à 70 % dans les champs irrigués.

En ce qui concerne l'efficacité d'utilisation du phosphore, les pertes dans l'environnement se font principalement par le sol et par l'érosion de particules de terre. C'est pourquoi le problème se cantonne essentiellement aux terrains en pente et aux zones d'élevage intensif et concentré, où ont lieu des apports élevés de phosphore par le fumier animal. L'efficacité d'utilisation de l'engrais phosphaté pendant l'année d'épandage est faible, mais lorsqu'on l'évalue sur une échelle de temps appropriée (au moins une décennie) à l'aide de la méthode du bilan, elle est souvent élevée, allant jusqu'à 90 % (Syers *et al.*, 2008¹⁰). Les pertes en N et en P peuvent se retrouver dans les rivières et les bassins versants ou s'infiltrer dans les eaux souterraines et provoquer une eutrophisation, ce qui a un impact négatif sur la qualité de l'eau et la biodiversité des systèmes aquatiques. Les pertes en azote gazeux peuvent produire (i) du protoxyde d'azote (N₂O), composé chimique au fort potentiel d'effet de serre qui participe à la réduction de la couche d'ozone stratosphérique lorsqu'il est converti en monoxyde d'azote (NO), et (ii) de l'ammoniac (NH₃) qui peut contribuer à la formation de particules atmosphériques. L'utilisation d'engrais acidifiants, conjuguée aux émissions anthropiques de dioxyde de soufre (SO₂), d'oxydes d'azote (NO_x) et d'ammoniac, peuvent également entraîner une acidification des sols agricoles et des écosystèmes naturels.

Il faut souligner que les engrais minéraux ne sont pas les seuls responsables des pertes de nutriments dans l'environnement : l'épandage de fumier, les eaux usées et la combustion énergétique y contribuent aussi. Cependant, l'industrie des engrais reconnaît qu'il faut améliorer l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs et y travaille activement.

En outre, bien que cela puisse paraître paradoxal, il y a lieu de mettre l'accent sur le fait qu'une plus grande efficacité de l'utilisation des éléments nutritifs, considérée globalement,

⁹ Dans ce document, on entend par « efficacité d'utilisation des éléments nutritifs » le rapport entre le prélèvement total d'éléments (contenus dans les produits récoltés) et l'apport total d'éléments (provenant des engrais, du fumier du bétail, de la fixation biologique de l'azote, etc.).

¹⁰ J.K. Syers, A.E. Johnston et D. Curtin. Efficiency of Soil and Fertilizer Phosphorus Use. Reconciling Changing Concepts of Soil Phosphorus Behaviour with Agronomic Information. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin, 18 January 2008.

n'est pas toujours un objectif louable. L'Afrique subsaharienne en est un bon exemple. Dans cette région, un accès limité ou insuffisant aux engrais a conduit à des prélèvements intensifs d'éléments nutritifs dans les sols et à leur appauvrissement, ce qui a pu accélérer la dégradation des sols et entraîner, de manière inacceptable, la désertification de zones entières du continent.

Encadré 1 : Utilisation d'engrais en Afrique subsaharienne

L'utilisation d'engrais est extrêmement faible dans la plupart des régions d'Afrique subsaharienne (ASS), définie ici comme couvrant la quarantaine de pays au sud du Sahara, à l'exception de l'Afrique du Sud.

La faible utilisation d'engrais est l'un des principaux facteurs expliquant le retard de productivité agricole en ASS.

Ces 50 dernières années, les rendements des cultures céréalières ont stagné à moins de 1 t/ha, malgré une augmentation de la demande alimentaire de 3 à 3,5 % par an, stimulée par la croissance rapide de la population.

Actuellement, 28 % des 700 millions d'habitants en ASS sont touchés par une insécurité alimentaire chronique.

Au vu des tendances actuelles de la croissance démographique, la productivité céréalière devrait progresser de 4 % par an ou plus que doubler d'ici 2020 pour permettre à l'ASS d'être autosuffisante en céréales.

La plupart des sols en Afrique sont de manière inhérente, non fertiles, et les mauvaises pratiques agricoles au cours des dernières décennies ont conduit à une forte réduction de leur capacité productive.

Les bilans des éléments nutritifs en Afrique subsaharienne affichent des valeurs très négatives et on estime que les pertes annuelles en éléments nutritifs dépassent 50 kg/ha.

Source: Africa Program of the International Plant Nutrition Institute (IPNI)

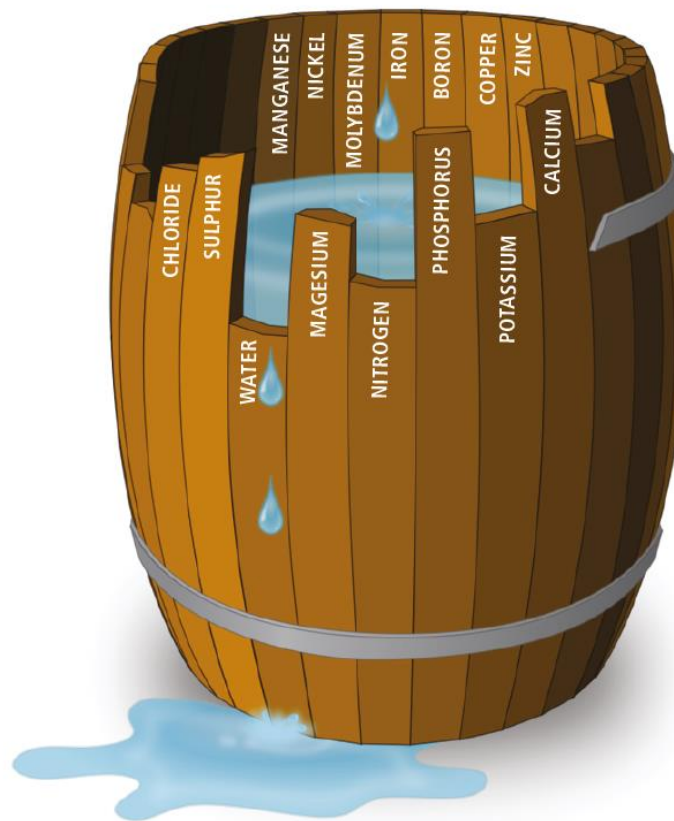
La faible quantité d'engrais consommée en Afrique subsaharienne (Encadré 1) entraîne en réalité une hausse de l'efficacité de l'utilisation des éléments nutritifs (parfois bien au-dessus des 100 %). Dans ce cas, toutefois, il ne s'agit pas d'une situation durable, car ce taux reflète un prélèvement d'éléments nutritifs plus élevé que l'apport de nutriments provenant d'engrais et d'autres sources. Ainsi, *augmenter* l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs dans les régions où l'on utilise très peu voire aucun engrais reviendrait en fait à maintenir les rendements à de faibles niveaux et à poursuivre la dégradation de la santé des sols. Il est donc plus approprié de parler dans ce cas d'« amélioration » plutôt que d'« augmentation » de l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs, pour tenir compte du besoin de réapprovisionner les sols en nutriments et d'accroître la productivité des cultures.

Éléments d'une nutrition des plantes « responsable »

On peut souvent trouver des solutions pour améliorer la productivité agricole et la durabilité environnementale en revenant à des connaissances et des pratiques qui ont peut-être été négligées au fil du temps, ainsi qu'en adoptant des produits et des pratiques innovants.

L'importance d'une nutrition des plantes équilibrée, c'est-à-dire l'apport, à des doses correctes, de tous les nutriments dont les plantes ont besoin pour se développer, était déjà connue au début des années 1840, lorsque le pédologue allemand Justus von Liebig a énoncé la Loi du minimum. Celle-ci stipule que les rendements des cultures sont proportionnels à la quantité de l'élément nutritif le plus limitant (Figure 5). Von Liebig a démontré que si un seul élément nutritif nécessaire au développement d'une plante n'est pas disponible en quantité suffisante, alors l'absorption de tous les autres nutriments par la plante est compromise. Il est ainsi devenu un précurseur en matière de nutrition équilibrée des plantes.

Figure 5



Liebig's Law of the Minimum (ca 1840).

L'idée selon laquelle les sols et les plantes ont des besoins spécifiques en éléments nutritifs n'est pas nouvelle, mais a sans doute été négligée. Les pédologues insistent depuis de nombreuses années sur le fait qu'il faut impérativement réaliser des analyses de sol pour mesurer leur concentration en éléments nutritifs, afin de leur fournir le type d'engrais adéquat pour répondre aux besoins en nutriments des différentes cultures. De même, les experts mettent en avant depuis longtemps les avantages d'une gestion intégrée des éléments nutritifs, selon laquelle les éléments disponibles dans les sources organiques doivent être complétés, lorsque cela s'avère nécessaire, par des engrais minéraux, afin d'atteindre l'objectif de rendement fixé par l'agriculteur. Les fertilisants organiques ne font pas qu'apporter des nutriments ; épandre du fumier et laisser des résidus des récoltes dans les champs contribue également à accroître la quantité de matière organique dans les sols, ce qui est essentiel pour maintenir ceux-ci en bonne santé et améliorer certaines de leurs propriétés, comme leur capacité de rétention d'eau.

Pourtant, les concepts scientifiques admis de longue date, tels que la nécessité d'une nutrition équilibrée, l'apport d'engrais spécifiques aux cultures et au site, ainsi que l'importance d'accroître la quantité de matière organique dans les sols ont sans doute été trop négligés, peut-être en raison des énormes avantages fournis par les engrais minéraux riches en éléments nutritifs. Les appels en faveur d'une nutrition des plantes plus équilibrée, prêtant une plus grande attention aux micronutriments, et d'une gestion intégrée des éléments nutritifs (utilisation d'engrais organiques et minéraux), reflètent essentiellement le retour de connaissances acquises de longue date, mais qui ont été, peut-être momentanément, oubliées. Consciente de ce fait, l'industrie des engrais accorde une attention toujours plus grande à la mise sur le marché de produits adaptés aux différents sols et cultures, à l'incorporation d'une plus large éventail d'éléments nutritifs, à la facilitation des analyses de sol et à la sensibilisation des agriculteurs à ce sujet. Sous l'appellation « 4B¹¹ », l'industrie des engrais encourage les agriculteurs à examiner de près les besoins spécifiques des sols et des cultures en éléments nutritifs et à appliquer non seulement le « bon type » d'engrais, à la « bonne dose », mais également « au bon moment » et « au bon endroit » (Encadré 2).

¹¹ En anglais, « 4R » : « right source », « right rate », « right time », « right place ».

Encadré 2 : Les 4B en bref

Aucun B pris seul n'est plus important que les autres et tous doivent être pris en compte



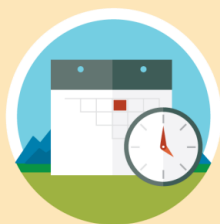
Le principe du bon type d'engrais (« right product »)

Les plantes ont besoin de 16 macro et micronutriments pour se développer de manière optimale. Il est essentiel de répondre aux besoins spécifiques des cultures et des sols en apportant le bon type d'élément nutritif, afin de réaliser une nutrition équilibrée et d'éviter les carences en nutriments. Les éléments nutritifs doivent être apportés aux sols sous une forme directement assimilable, ou capable de se convertir, en temps utile, en une forme directement assimilable par les plantes. Les éléments épandus doivent être adaptés aux propriétés physiques et chimiques du sol. De plus, il faut tenir compte de la compatibilité des différentes sources de nutriments lorsqu'on les mélange.



Le principe de la bonne dose (« right rate »)

Il est important d'apporter la bonne dose d'éléments nutritifs afin de répondre aux besoins des plantes. Pour déterminer la bonne dose à utiliser, il faut se fixer un objectif de rendement réalisable, afin d'évaluer les besoins de la culture en nutriments. Il est également nécessaire d'estimer les quantités d'éléments nutritifs déjà disponibles dans les sols, ainsi que ceux provenant de sources alternatives telles que la fixation biologique de l'azote, le fumier, le compost, les biosolides, les résidus des cultures, les dépôts atmosphériques et l'eau d'irrigation, afin d'ajouter la quantité d'éléments nutritifs adéquate.



Le principe du bon moment (« right time »)

Pour maximiser l'absorption des nutriments par les plantes, il faut épandre ces éléments au bon moment, c'est-à-dire au moment où la plante peut y accéder et les utiliser de manière optimale. L'apport de nutriments au sol doit répondre au mieux aux besoins des cultures en fonction des saisons. Il est utile d'évaluer la dynamique des apports et des pertes en éléments nutritifs des sols. Il faut également tenir compte du régime climatique et des précipitations pour décider du moment le plus opportun de l'application d'engrais.



Le principe du bon endroit (« right place »)

Le lieu d'épandage des éléments nutritifs peut répondre à la fois à l'hétérogénéité spatiale des champs cultivés et à la dynamique de ces éléments dans le sol. En particulier, l'absorption par les plantes des nutriments les moins mobiles, tels que le phosphore et le potassium, est meilleure lorsqu'ils sont appliqués plus près de la racine des plantes. Le placement des éléments nutritifs dans le champ peut aussi être ciblé à l'aide de modulateurs des quantités d'engrais, une fois identifiées les zones à haut rendement et celles à faible rendement. De plus, le lieu d'épandage des nutriments doit être choisi conjointement avec le système de travail du sol ; certains de ces systèmes maintiennent une couverture de résidus de récolte sur le sol afin de conserver au mieux les nutriments et l'eau.

Exemples de bonnes pratiques dans les 4 domaines de gestion

Right Product	Right Time	Right Rate
<ul style="list-style-type: none"> Soil testing N, P, K, secondary and micronutrients Enhanced-efficiency fertilizers Nutrient management plans 	<ul style="list-style-type: none"> Application timing Controlled-release technologies Inhibitors Fertilizer product choice 	<ul style="list-style-type: none"> Soil testing Yield goal analysis Crop removal balance Nutrient management planning Plant tissue analysis Applicator calibration Crop scouting Record keeping Variable rate technology Site-specific management
	Right Place	
	<ul style="list-style-type: none"> Application method Incorporation of fertilizer Buffer strips Conservation tillage Cover cropping 	

Source: 4R Nutrient Stewardship - A Policy Toolkit. IFA, March, 2015¹²

L'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs peut aussi être accrue par l'utilisation de nouvelles technologies et techniques. Il existe en outre toute une gamme d' « engrais spécialisés » à disposition des agriculteurs. Ceux-ci comprennent des produits innovants, comme les engrais granulaires enrobés d'une pellicule permettant la libération contrôlée des nutriments dans la zone racinaire de la plante ; les composés d'engrais à libération lente, favorisant la disponibilité progressive des nutriments en fonction de la demande de la plante ; les inhibiteurs de la nitrification, ajoutés aux engrais azotés pour diminuer les pertes potentielles en nitrates ; et les inhibiteurs de l'uréase, visant à ralentir la transformation de l'urée afin de minimiser les pertes en ammoniac dans l'air.

L'application foliaire d'engrais est un procédé alternatif pour mieux cibler l'apport de nutriments. Ajouter des engrais sous forme liquide ou soluble dans l'eau d'irrigation, technique dite « fertigation », permet de fournir les éléments nutritifs et l'eau à un moment plus opportun et en quantités plus précises. Bien que les engrais spécialisés soient à l'origine de grands progrès en termes d'efficacité d'utilisation des nutriments, et soient de plus en plus utilisés, ils restent néanmoins un marché de niche et sont principalement épandus sur des cultures à forte valeur ajoutée, grâce auxquelles les agriculteurs peuvent recouvrer leurs coûts plus élevés. Le développement de l'agriculture de précision favorise aussi une meilleure absorption des nutriments par les plantes. L'emploi de matériel de haute technologie, tel que des dispositifs de télédétection et des applicateurs d'engrais capables d'épandre, dans un même champ, des doses variables de divers mélanges d'éléments nutritifs, a entraîné des avancées considérables en matière de précision et d'équilibre de la nutrition des plantes. Des options moins sophistiquées, telles que le tableau de couleurs des feuilles mis au point par l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI), facilitent la mise en œuvre, par les petits agriculteurs, d'une gestion de la fertilisation spécifique au site.

¹² <http://www.fertilizer.org/NutrientStewardship>



Les produits dits « biostimulants », qui améliorent le métabolisme et la résistance des cultures, constituent également un marché en plein essor.

Bien que, dans ce document, l'accent soit mis sur l'épandage d'engrais, il faut noter que les producteurs d'engrais surveillent de près et améliorent constamment l'efficacité de leur utilisation d'énergie et leurs émissions de gaz à effet de serre, afin de réduire également l'impact de leurs procédés industriels sur l'environnement. Tous les trois ans, les producteurs d'ammoniac du monde entier sont invités à participer aux études de performances comparées (« benchmarking ») réalisées par l'International Fertilizer Industry Association. L'édition de 2015 a montré une amélioration continue des performances. Si l'on compare les résultats d'un échantillon représentatif ayant participé aux études de 2010-2011 et de 2013-2014, on constate une solide amélioration, de 2 %, des performances relatives à la consommation d'énergie et aux émissions de gaz à effet de serre. L'adoption des meilleures technologies disponibles permettra de maintenir cet élan, dans les limites des contraintes thermodynamiques.

Défis et opportunités

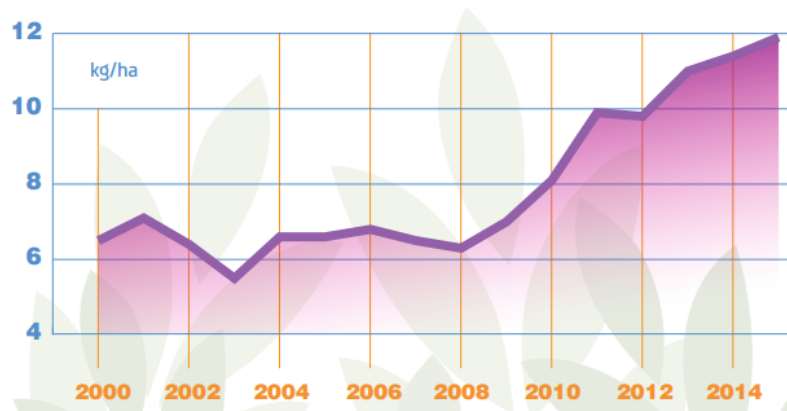
Il existe d'immenses possibilités dans le domaine des engrais spécialisés, ainsi que dans celui des technologies et des produits destinés à améliorer l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs.

Un autre secteur potentiellement très prometteur est la génétique des plantes : des recherches sont menées actuellement pour accroître la capacité d'absorption de l'azote par différentes cultures. Si ces travaux sont couronnés de succès et si le coût de ce procédé est compétitif, ils pourraient donner un nouvel élan à l'amélioration de l'efficacité d'utilisation des engrais.

Il faudrait en outre sensibiliser davantage les agriculteurs et leur transmettre plus de connaissances. Des progrès considérables en matière d'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs ont été réalisés dans de nombreux pays, en particulier ceux où les agriculteurs ont accès aux engrais appropriés et aux meilleures pratiques de gestion de la fertilisation, grâce aux services de conseil publics et privés.

Augmenter l'utilisation durable d'engrais en Afrique subsaharienne constitue un autre défi et une opportunité de taille pour notre secteur. Le taux moyen d'application d'engrais dans cette région (hors Afrique du Sud) a progressé rapidement ces dernières années ; il est passé de 6-7 kg/ha en 2008 à 11 kg/ha en 2014 et pourrait approcher 12 kg/ha en 2015. Cette tendance est positive, mais il reste encore un long chemin à parcourir pour atteindre l'objectif de 50 kg/ha fixé par la Déclaration d'Abuja (Figure 6).

Figure 6 : Taux moyen d'utilisation d'engrais en Afrique subsaharienne (hors Afrique du Sud) en kilo d'éléments nutritifs par hectare



Source : IFA Fertilizer Facts, 2015

Cependant, toucher des millions d'agriculteurs, en particulier les petits exploitants agricoles, reste un énorme défi. En raison des contraintes d'infrastructure et de logistique, ainsi que des difficultés d'accès aux intrants agricoles ou aux marchés, les engrais sont encore hors de portée de très nombreux agriculteurs. De surcroît, les services publics de vulgarisation agricole ont été démantelés dans beaucoup de pays en développement au cours de l'ajustement structurel de leurs économies, dans les années 1990. C'est ainsi que dans trop de régions et de pays, les meilleures pratiques de gestion des engrais ne sont pas ou peu diffusées. Certaines entités gouvernementales, des organismes internationaux et des

organisations non gouvernementales, ainsi que l'industrie des engrais - qui travaillent souvent en partenariat, avec un recours fréquent et innovant aux technologies de l'information - font de louables efforts, mais il en faut beaucoup plus pour véritablement sensibiliser un grand nombre d'agriculteurs.

Une sensibilisation accrue des agriculteurs représente donc un défi, mais aussi une grande opportunité. Les agriculteurs souhaitent assurément être de bons gardiens de l'environnement, mais ils veulent aussi gagner leur vie. La mise en œuvre des meilleures pratiques de gestion permettant de minimiser les pertes en éléments nutritifs dans l'environnement doit donc aller de pair avec les efforts réalisés pour accroître la productivité agricole, ce qui favorisera la diffusion de ces pratiques. Une nutrition des plantes plus précise et plus équilibrée se traduit généralement par une meilleure absorption des nutriments par les plantes, donc par une augmentation de la productivité agricole et des revenus des agriculteurs, tout en minimisant les pertes en nutriments dans l'environnement ; elle devrait donc séduire les agriculteurs. Quand ce n'est pas le cas, il serait judicieux de prendre des mesures d'incitation à l'adoption des meilleures pratiques de gestion. Ainsi, la province de l'Alberta, au Canada, a mis en place le Programme de réduction des émissions de protoxyde d'azote (NERP). Ce dispositif innovant autorise les agriculteurs qui réduisent leurs émissions de protoxyde d'azote à gagner des « crédits », qui peuvent être vendus à d'autres acteurs du marché du carbone.¹³

Les subventions publiques ont permis aux agriculteurs d'accéder aux engrais, mais elles peuvent également avoir un effet nocif sur l'environnement. Un exemple frappant est celui de l'Inde. Dans ce pays, l'urée (engrais azoté) est subventionnée à des taux nettement plus élevés que les engrais phosphatés et potassiques, ce qui conduit à un épandage excessif d'urée par rapport aux autres nutriments essentiels au développement des plantes. Alors que le taux de consommation optimal de N-P-K au niveau national, en Inde, est de l'ordre de 4-2-1, l'utilisation réelle, en 2013/14, se situait à 8,2-3,2-1.¹⁴ Comme il s'agit d'un taux moyen, certains États indiens affichent des niveaux de consommation d'éléments nutritifs encore plus dégradés, avec des conséquences alarmantes pour la santé des sols et aussi, de plus en plus, pour la productivité. Les subventions couvrant plus de 50 % de la consommation mondiale d'engrais, il incombe aux gouvernements de faire en sorte que les aides encouragent, le plus efficacement possible, une nutrition des plantes équilibrée et efficiente.

La demande mondiale en engrais augmente (elle devrait atteindre 200 millions de tonnes d'éléments nutritifs d'ici 2020), des inquiétudes se font jour quant à un ralentissement de la croissance de la productivité agricole, le monde est de plus en plus conscient de la nécessité d'utiliser plus efficacement les ressources naturelles et les intrants agricoles et de réduire l'impact de l'agriculture sur l'environnement. Dans ce contexte, la promotion d'une fertilisation des plantes responsable doit rester au centre des préoccupations de tous les acteurs de la filière des engrais, des gouvernements et des autres parties prenantes.

¹³ <http://www1.agric.gov.ab.ca/Department/deptdocs.nsf/all/cl14145>

¹⁴ Données issues du ministère indien des produits chimiques et des engrais.

Retrouvez les différentes collections de la fondation FARM

Notes : cette collection fait le point, de manière synthétique, sur des sujets d'actualité ou des thèmes de recherche, pour nourrir la réflexion et susciter le débat. Les Notes sont publiées par les membres de l'équipe de la fondation.

Etudes : cette collection regroupe des analyses approfondies sur une thématique de la fondation FARM. Réalisées par un chef de projet de FARM et/ou par un auteur extérieur, sous la houlette de FARM, ces études sont supervisées par un comité de pilotage composé d'experts du monde agricole et rural.

Documents de travail : cette collection communique les résultats des recherches effectuées par un chef de projet de FARM, un étudiant stagiaire ou un expert extérieur sur une thématique de réflexion de FARM. Intermédiaires entre les Notes et les Etudes, les Documents de travail sont élaborés sans comité de pilotage.

Champs d'acteurs : cette collection est dédiée aux actions de terrain menées par FARM ou ses partenaires. L'objectif est de formaliser et diffuser les résultats d'expériences portées par différents acteurs du développement agricole et rural. Les Champs d'acteurs sont réalisés par un chef de projet de FARM et/ou un auteur extérieur, sous la supervision de FARM et de ses partenaires.

Point de vue : cette collection expose le point de vue d'un expert extérieur à FARM sur un sujet donné. Son opinion n'est pas nécessairement partagée par la fondation, mais est suffisamment argumentée et stimulante pour être mise en débat.

Toutes les publications de la fondation FARM sont disponibles en version électronique sur www.fondation-farm.org.

La Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde
est soutenue par



Pour nourrir une population mondiale plus nombreuse, plus urbanisée et dont les habitudes alimentaires changent, il faudra produire plus, tout en réduisant la pression de l'agriculture sur l'environnement. Les pratiques de la fertilisation doivent donc évoluer. Dans ce Point de vue, Charlotte Hebebrand développe le concept de « nutrition des plantes responsable ». Il s'agit à la fois d'augmenter l'utilisation des engrais minéraux dans les régions où elle est très faible, pour accroître la productivité et le revenu des agriculteurs, et d'améliorer l'efficacité de la fertilisation grâce à une meilleure gestion des sols et des cultures, conjuguant apports de matière organique et d'engrais de synthèse. Une nutrition des plantes plus précise et plus équilibrée est un facteur essentiel d'une agriculture productive et durable.

Diplômée de la School of Advanced International Studies de la Johns Hopkins University, Charlotte Hebebrand a travaillé à la délégation américaine de la Commission européenne et a dirigé l'International Food & Agriculture Trade Policy Council (IPC), un think tank basé à Washington DC. Depuis janvier 2013, elle est directrice générale de l'International Fertilizer Industry Association, l'association internationale de l'industrie des engrais, à Paris.



Fondation pour l'agriculture
et la ruralité dans le monde
RECONNUE D'UTILITE PUBLIQUE

Fondation FARM

Hébergée par Crédit Agricole S.A.
12, Place des États-Unis
92127 Montrouge Cedex

Rendez-vous sur notre site Internet

<http://www.fondation-farm.org>
contact@fondation-farm.org