



L'Agriculture Biologique peut-elle se développer sans abandonner son principe d'écologie ? Le cas de la gestion des éléments minéraux fertilisants

Thomas Nesme, Benjamin Nowak, Christophe David, Sylvain Pellerin

► To cite this version:

Thomas Nesme, Benjamin Nowak, Christophe David, Sylvain Pellerin. L'Agriculture Biologique peut-elle se développer sans abandonner son principe d'écologie ? Le cas de la gestion des éléments minéraux fertilisants. Innovations Agronomiques, 2016, 10.15454/1.4721176631543018E12 . hal-01652937

HAL Id: hal-01652937

<https://hal.science/hal-01652937>

Submitted on 30 Nov 2017

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

L'Agriculture Biologique peut-elle se développer sans abandonner son principe d'écologie ? Le cas de la gestion des éléments minéraux fertilisants

Nesme T.¹, Nowak B.¹, David C.², Pellerin S.¹

¹ Unité ISPA, INRA, Bordeaux Sciences Agro, CS 40201, F-33175 Gradignan Cedex

² Unité Agroécologie & Environnement, ISARA Lyon, 23 Rue Jean Baldassini, F-69364 Lyon

Correspondance : thomas.nesme@agro-bordeaux.fr

Résumé

Le principe d'écologie, au fondement de l'Agriculture Biologique (AB), stipule que la gestion des éléments minéraux doit être fondée non pas sur le recours aux engrais de synthèse mais sur le recyclage des éléments au sein et entre fermes biologiques ainsi que sur les processus de fixation symbiotique par les légumineuses. Néanmoins, en se fondant sur le suivi de 63 fermes conduites en AB dans trois régions agricoles françaises, cet article montre que les exploitations biologiques ont recours indirectement à la fertilité héritée des engrais de synthèse. Ce recours se fait (i) soit par l'importation dans les fermes biologiques de produits élaborés par l'agriculture conventionnelle (sous forme d'engrais ou d'amendements organiques principalement), avec 23% de l'azote et 73% du phosphore entrants dans les fermes AB provenant de fermes conventionnelles, (ii) soit par l'utilisation des éléments minéraux accumulés dans les sols avant la conversion vers l'AB, avec environ 70% du phosphore des produits biologiques ayant de ce fait une origine anthropique. Ces éléments questionnent la tension existant entre développement de l'AB et respect du principe d'écologie. Des éléments de solution existent cependant, tel que le maintien de la diversité des productions agricoles à l'échelle du territoire, qui est susceptible de favoriser les processus de recyclage entre exploitations biologiques.

Mots-clés : Azote, Phosphore, Recyclage, Agriculture conventionnelle, Territoire

Abstract: Can organic farming development and ecology principle coexist? A case study approach based on nutrient management

The Ecology principle is at the core of organic farming. Regarding nutrient management, this principle implies that chemical fertiliser should be banned and be replaced by enhanced recycling (within and among farms) and biological nitrogen fixation by legumes. However, based on the survey of 63 organic farms in three French districts, we demonstrated that organic farming can be somehow, indirectly reliant on chemical fertiliser. Such reliance is due to two major factors. First, organic farms import a large share of their nutrients (23% of nitrogen and 73% of phosphorus entering organic farms, mostly as manure) from conventional farms. Second, organic farms can rely on nutrient accumulated in soils prior to the conversion: this legacy effect results in the 70% anthropogenic signature of the P in organic crop and animal products. These results suggest that organic farming development can conflict with the Ecology principle. However, this paper also demonstrates that some solutions exist to limit the indirect reliance on chemical fertilisers. In particular, the diversity of agricultural productions at the district scale is a strong leverage to increase nutrient recycling among organic farms.

Keywords: Nitrogen, Phosphorus, Nutrient recycling, Conventional farming, District scale

Introduction

Le principe d'écologie est l'un des quatre grands principes que l'IFOAM a identifiés comme étant au cœur de l'Agriculture Biologique (AB). Ce principe d'écologie signifie que *"l'AB devrait être basée sur les cycles et les systèmes écologiques vivants, s'accorder avec eux, les imiter et les aider à se maintenir. Il fait état que la production doit être basée sur des processus écologiques et de recyclage"* (<http://infohub.ifoam.bio/en/what-organic/principles-organic-agriculture>). Il découle de ce principe que le recours aux intrants de production en AB est strictement réglementé : tel que cela est codifié dans les principaux textes réglementaires nationaux ou internationaux (par exemple dans le cahier des charges européen de l'AB 834/2007), le recours aux intrants de synthèse, élaborés par l'industrie chimique, est formellement interdit.

Cette interdiction du recours aux intrants de synthèse s'applique également aux éléments minéraux fertilisants tels que l'azote (N) ou le phosphore (P). Ces éléments constituent une des clés de la productivité des cultures en AB et, lorsque leur disponibilité est faible dans les sols, ils peuvent constituer des facteurs fortement limitants du rendement des cultures (David et al., 2005). La levée de cette contrainte en AB passe par l'apport d'engrais ou d'amendements organiques (tels que des fumiers ou composts) produits sur la ferme, échangés avec d'autres fermes ou achetés dans le commerce. Dans le cas de l'azote, la levée de la contrainte passe également par l'insertion des légumineuses dans les rotations ou sous forme de culture associée afin de bénéficier du service de fixation symbiotique que réalisent ces cultures. En matière de gestion de la fertilité des sols, l'application du principe d'écologie en AB repose ainsi largement sur des processus écologiques (fixation symbiotique, mycorhization) et sur le recyclage de la matière organique.

Toutefois, le développement de l'AB questionne le respect de ce principe d'écologie. L'augmentation des surfaces converties et des volumes produits entraîne un besoin accru en éléments fertilisants à apporter aux cultures biologiques. Or, la disponibilité en matières organiques fertilisantes compatibles avec les cahiers des charges de l'AB peut parfois s'avérer limitée dans les territoires ruraux. Cette tension sur la ressource fertilisante est d'autant plus forte que le développement de l'AB s'accompagne parfois d'une "conventionnalisation" de cette agriculture (Oelofse et al., 2011), notamment sous la forme d'une spécialisation des exploitations agricoles : celle-ci conduit à une plus faible disponibilité en matières fertilisantes sous forme de fumiers et lisiers au sein des exploitations biologiques orientées vers la production végétale, sous l'effet de la régression des ateliers d'élevage. Cela est notamment le cas en France où, en 2011, 66% des exploitations biologiques étaient des exploitations sans élevage (<http://www.agencebio.org>). Cette tension conduit alors, d'une part, à rechercher un approvisionnement en matières fertilisantes non plus au sein de l'exploitation agricole mais en dehors de l'exploitation à l'échelle du territoire et, d'autre part, à se tourner vers les exploitations agricoles conventionnelles pour se fournir en produits fertilisants¹.

Cet article se propose d'étudier, sur le cas de l'approvisionnement en éléments fertilisants des fermes biologiques, en quoi le développement de l'AB questionne le respect de ce principe d'écologie. Plus précisément, il s'agit d'étudier en quoi, aujourd'hui et demain, les exploitations biologiques peuvent valoriser les processus de recyclage des éléments minéraux et se rendre indépendantes des engrais de synthèse. L'article se fonde sur le suivi d'une soixantaine d'exploitations agricoles biologiques en France au cours de la période 2010-2012. Il s'appuie principalement sur les résultats de la thèse de doctorat de Benjamin Nowak (Nowak, 2013), réalisée dans le cadre du projet GREMAB (2010-2013)

¹ Le cahier des charges européen de l'AB tolère l'importation de produits agricoles en provenance de fermes conventionnelles : l'importation d'effluents qui ne sont pas issus "d'élevages industriels" est acceptée, de même que pour la paille servant à la litière des animaux. L'utilisation de fourrages conventionnels est tolérée certaines années, sur la base de dérogations justifiées par des circonstances exceptionnelles (telles que des sécheresses). Cependant, l'utilisation d'aliments pour animaux d'origine conventionnelle est strictement interdite.

1. Une étude de terrain centrée sur l'approvisionnement en éléments fertilisants des exploitations biologiques

1.1 Régions d'étude

Comme mentionné ci-dessus, les résultats présentés ici ont été acquis lors du suivi de 63 exploitations agricoles conduites en AB en France au cours des années 2011 et 2012. Chaque exploitation a été visitée une à deux fois, en cherchant à caractériser et estimer les flux d'éléments minéraux entrants et sortants des fermes. En particulier, notre analyse des flux d'éléments minéraux entrants était fondée sur l'hypothèse que les flux de matières entrants dans les exploitations agricoles étaient dépendants des caractéristiques du territoire en termes de disponibilité des matières fertilisantes dans lequel se situaient ces fermes. La disponibilité en matières fertilisantes étant elle-même très liée à la présence d'élevages potentiellement exportateurs de fumiers ou composts, nous avons décidé de considérer trois terrains d'étude (Tableau 1) : un terrain très orienté vers la production de grandes cultures (la Lomagne, dans le Gers), un terrain très orienté vers la production laitière bovine (le Pilat, dans la Loire) et un terrain diversifié dans lequel productions animales et végétales coexistent (le Ribéracois, en Dordogne). Dans chacun des terrains d'étude, nous avons cherché à atteindre la quasi-exhaustivité des fermes en AB puisque plus de 75% des fermes biologiques ont été enquêtées.

Tableau 1 : Caractéristiques des régions d'étude et des fermes enquêtées

	Région de grandes cultures (Lomagne)	Région diversifiée (Ribéracois)	Région d'élevage laitier (Pilat)
Surface totale	935 km²	1021 km²	520 km²
Type de sol	Argilo-calcaire superficiel à profond	Limon calcaire	Argileux et acide
Altitude	57-278 m	43-210 m	140-1432 m
Chargement animal moyen de la région (fermes biologiques et conventionnelles confondues, exprimée par SAU totale)	0.2 UGB/ha	0.64 UGB/ha	1.15 UGB/ha
Pourcentage de la SAU de la région en			
Grandes cultures	79 %	55 %	10 %
Prairies	9 %	40 %	86 %
Autres	12 %	5 %	4 %
Pourcentage de fermes biologiques (par rapport au nombre total de fermes de la région, en %)	5.2	5.1	3.9
Nombre d'exploitations étudiées	25	17	21
<i>Dont exploitations de grandes cultures</i>		22	4
<i>Dont exploitations de polyculture-élevage</i>		3	10
<i>Dont exploitations d'élevage</i>		0	3

1.2 Méthodes

Pour chaque exploitation biologique enquêtée, nous avons cherché à identifier et à estimer les flux d'éléments minéraux entrants et sortants des fermes. Pour cela, les agriculteurs ont été interrogés (i) quant aux quantités de matières agricoles entrantes et sortantes (sous forme de produits fertilisants ou d'aliments pour animaux ainsi que sous forme de produits commercialisés) et (ii) quant à l'assolement et aux principes généraux de conduite des cultures et des élevages, le tout en référence aux années 2010 et 2011. Les flux d'éléments minéraux entrants et sortants ont été estimés de deux façons :

- Pour les flux d'éléments associés aux flux de matières agricoles, ces derniers ont été multipliés par leurs concentrations respectives en N et P, extraites de la littérature scientifique.
- Pour les flux d'éléments associés à la fixation symbiotique de l'azote par les légumineuses, nous avons utilisé le modèle développé par (Høgh-Jensen et al., 2004) et présenté de façon détaillée dans différents travaux antérieurs (Nowak et al., 2013a). Enfin, le flux de déposition atmosphérique de l'azote a été estimé à l'aide de données issues du réseau de mesure RENECOFOR (<http://icp-forests.net/page/largescale-forest-condition>).

Il est à noter que les pertes vers l'environnement (sous forme de lixiviation, volatilisation et dénitrification) n'ont pas été considérées dans cette étude. L'ensemble des résultats est exprimé par unité de surface agricole des exploitations.

L'objectif du présent article étant d'estimer en quoi le développement de l'AB peut compromettre le respect du principe d'écologie, l'analyse de la gestion des éléments fertilisants a été centrée sur deux dimensions : d'une part le recours à l'agriculture conventionnelle comme source de matières fertilisantes et d'autre part l'intensité des processus de recyclage des éléments fertilisants au sein et entre fermes dans les régions étudiées. La première dimension concerne l'utilisation d'effluents d'élevage, de paille voire de fourrages produits par des exploitations conventionnelles et importés dans les exploitations biologiques sous formes d'engrais organiques, d'amendements, de litières voire d'aliments pour les animaux. Ces importations représentent une entrée d'éléments minéraux provenant initialement, au moins en partie, des engrais de synthèse utilisés dans les exploitations conventionnelles. Elles traduisent donc une "distanciation" par rapport au principe d'écologie qui bannit formellement le recours aux engrais de synthèse en AB. La seconde dimension traduit, à l'inverse, la capacité de l'AB à favoriser les processus de recyclage et à boucler le cycle des éléments minéraux. En particulier, l'analyse du recyclage des éléments à l'échelle de la région d'étude traduit la capacité des fermes en AB à s'organiser entre elles pour se rendre moins dépendantes des produits importés dans le territoire et pour contrer la tendance à la spécialisation des exploitations agricoles.

2. Une agriculture biologique liée à l'agriculture conventionnelle

L'analyse des flux entrants d'éléments minéraux dans les exploitations biologiques a montré qu'une fraction significative de ceux-ci provenait d'exploitations conventionnelles. En particulier, cette fraction s'élevait à 23% de l'azote et à 73% du phosphore entrant dans les exploitations biologiques (comparée à 12 et 21% du N et du P entrants provenant d'exploitations biologiques). Le recours plus fort aux produits conventionnels pour le phosphore comparé à l'azote s'explique par le fait que, pour ce dernier, l'approvisionnement repose en partie sur la fixation symbiotique opérée par les cultures de légumineuses.

A l'inverse, le cycle du phosphore n'ayant pas de compartiment atmosphérique significatif, l'approvisionnement en cet élément repose nécessairement sur le recours à des importations de matière, notamment sous forme de produits fertilisants organiques.

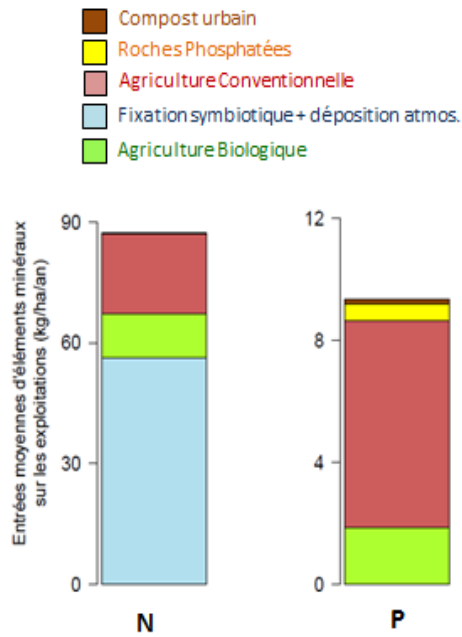


Figure 1 : Origine des éléments minéraux entrants dans les exploitations biologiques étudiées

L'analyse a également montré que les entrées d'éléments minéraux dans les exploitations biologiques en provenance de l'agriculture conventionnelle se faisaient essentiellement sous forme d'amendements et d'engrais organiques, le plus souvent issus d'élevages, ainsi parfois que sous forme de fourrages ou de pailles (Figure 2). Il en résulte que plus de 80% des éléments minéraux entrants sous forme d'effluents d'élevage provenaient de l'agriculture conventionnelle, tandis que la moitié des pailles et fourrages étaient conventionnels (Nowak et al., 2013b ; Nowak et al., 2013c). Cela résulte du fait que, les effluents d'élevage jouant un rôle majeur dans les stratégies de fertilisation des cultures biologiques², leur exportation en dehors des fermes conduites en AB est très rare.

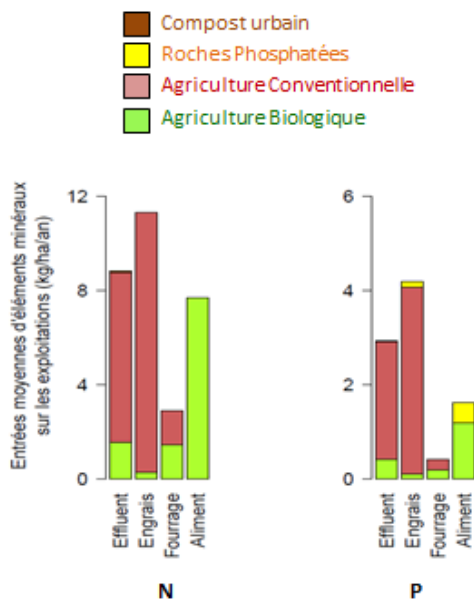


Figure 2 : Nature des matières agricoles importées dans les exploitations biologiques. Il est à noter que, par rapport à la figure précédente, les entrées d'azote sous forme de fixation symbiotique et de déposition atmosphérique ne sont pas représentées.

² On qualifie parfois ces effluents d'élevage "d'or brun", ce qui indique toute la valeur agronomique qui leur est associée.

Par ailleurs, des travaux de modélisation conduits sur la fraction du phosphore des sols qui résulte de l'application d'engrais de synthèse sur ces sols depuis 1945 (fraction dénommée "signature anthropogénique du P des sols") ont montré que, à l'échelle de la France entière, environ 80% du P "biodisponible" des sols (correspondant aux fractions stables et labiles du P) provenait des engrais de synthèse (Ringeval et al., 2014). Ce résultat s'explique par le fort recours aux engrais chimiques phosphatés durant la période 1970-1995, et par la relativement faible disponibilité du P "naturel" des sols avant cette période. L'application de cette démarche de modélisation au cas des exploitations biologiques montre qu'une très grande fraction du P des sols conduits en AB (ou des produits agricoles générés par les exploitations biologiques) est d'origine anthropique. En effet, en raisonnant en moyenne sur des exploitations biologiques françaises qui se seraient converties en 2000, on estime qu'environ 70% du P des produits végétaux ou animaux élaborés provient indirectement des engrais de synthèse (Tableau 2). L'analyse a par ailleurs montré que les pratiques d'entrées ou de sorties de matières des exploitations biologiques influençaient peu les résultats. Cette forte signature anthropogénique des produits biologiques est clairement associée au fait que, avant la conversion à l'AB, les sols agricoles français présentaient en moyenne une très forte signature anthropogénique due au recours massif aux engrais de synthèse durant la période 1970-1995. Le Tableau 2 montre par exemple que les importations de matières en provenance de l'agriculture conventionnelle ne pèsent qu'à hauteur de 7 à 17% du P anthropogénique des produits biologiques (Nowak, 2013).

Tableau 2 : Fraction du phosphore des produits biologiques héritée indirectement des engrais de synthèse

	Exploitation de grandes cultures	Exploitation de polyculture-élevage	Exploitation d'élevage
Fraction du P des produits biologiques héritée des engrais de synthèse	71 %	71 %	71 %
<i>Dont pourcentage dû au P des sols issu des engrais de synthèse, accumulés avant la conversion à l'AB</i>	83 %	93 %	93 %
<i>Dont pourcentage dû aux importations de matières en provenance d'exploitations conventionnelles</i>	17%	7%	7%

Ces résultats soulignent une certaine forme de liaison de l'AB à l'agriculture conventionnelle en matière d'approvisionnement en éléments minéraux : cette "liaison" est due, d'une part, aux importations de produits fertilisants dans les exploitations biologiques en provenance des exploitations conventionnelles et, d'autre part, à l'importante quantité de P des sols des exploitations biologiques qui provient de l'application d'engrais de synthèse avant la conversion à l'AB³. Ces résultats, assez surprenants, sont confirmés par d'autres travaux déjà publiés en ce qui concerne le Danemark (Oelofse et al., 2013) ou en cours d'élaboration en ce qui concerne la Californie et le Canada (Maltais-Landry, comm. pers). Pris ensemble, ces résultats soulignent que, indirectement, les exploitations biologiques peuvent être utilisatrices de la fertilité apportée par les engrais de synthèse. Ceci souligne une certaine forme de "distanciation" par rapport au principe d'écologie mentionné plus haut, et interroge quant à la tension pouvant apparaître entre développement de l'AB et respect des principes fondateurs à l'avenir. Ceci interroge aussi clairement la durabilité du mode de production en Agriculture Biologique, qui repose en partie sur une fertilité "résiduelle".

³ Bien entendu, cette fraction du P des sols qui est héritée des engrais de synthèse est plus faible dans les exploitations qui se sont converties très tôt à l'AB (par exemple dès les années 1970) puisque les sols de ces exploitations n'ont pas reçu d'engrais de synthèse pendant que les "sols conventionnels" en recevaient en quantité massive.

3. Des solutions pour réduire la "dépendance" indirecte aux engrais de synthèse

Mécaniquement, le développement de la production végétale en AB va augmenter la demande en produits fertilisants compatibles avec les cahiers des charges de l'agriculture biologique⁴. Cette demande sera d'autant plus forte que la fertilité des sols héritée de la période avant la conversion à l'AB est faible, comme c'est sans doute le cas dans les pays pour lesquels les applications d'engrais de synthèse ont été modestes⁵. Ainsi, dans les territoires où la disponibilité en produits fertilisants est faible (par exemple à cause d'une faible présence de l'élevage potentiellement fournisseur de fumiers), on peut s'attendre à une tension sur la ressource en matières fertilisantes. En particulier, il est probable que cette tension s'exerce en premier sur les engrais organiques élaborés à partir des coproduits des abattoirs, dont les stocks sont limités. En parallèle, le respect du principe d'écologie suggère de diminuer l'utilisation indirecte de la fertilité apportée par les engrais de synthèse qui a été présentée plus haut. Ces éléments questionnent le potentiel de développement de l'AB. Toutefois, un certain nombre de solutions existent pour résoudre cette situation, qui se situent au niveau de la réglementation relative à l'AB ou des conditions de développement de l'agriculture au sein des territoires.

La réglementation peut contraindre l'AB à réduire le recours aux produits issus de l'agriculture conventionnelle. Ce moindre recours peut être obtenu par l'imposition de seuils maximum sur les quantités d'éléments minéraux entrants dans les exploitations AB qui proviennent des exploitations conventionnelles. L'imposition de ce seuil, fixé par les réglementations nationales dans le cadre du cahier des charges européen par exemple, a été réalisée au Danemark où les exploitations biologiques ne doivent pas importer plus de 70 kg d'azote/ha/an en provenance d'exploitations conventionnelles et où les autorités ont même prévu de bannir complètement ces importations d'ici 2022 (Oelofse et al., 2013). Une autre piste réglementaire pourrait être d'autoriser les produits fertilisants d'origine urbaine tels que les boues d'épuration, aujourd'hui bannies. L'utilisation de tels produits, actuellement discutée au sein des instances de l'AB en Europe, pose cependant un certain nombre de questions quant à leur pureté et leur innocuité en termes sanitaires (présence d'éléments traces métalliques et de résidus médicamenteux).

Une autre stratégie pour réduire le recours indirect aux engrais de synthèse consiste à mieux raisonner le développement de l'agriculture biologique à l'échelle du territoire. En effet, des travaux réalisés dans les mêmes trois terrains d'étude que ceux présentés plus haut ont montré que la diversité des productions agricoles au sein des territoires était très fortement structurante des échanges de matières que génèrent les exploitations biologiques (Figure 3). En particulier, il apparaît que c'est dans les territoires où la production agricole est diversifiée que les échanges de matières entre exploitations sont les plus nombreux, ce qui s'explique assez simplement par le fait que la diversité des exploitations entraîne une diversité de l'offre et de la demande en matières agricoles et donc des possibilités d'échanges directs entre fermes.

⁴ Dans le cas de l'azote, une fraction de cette demande peut être satisfaite par la fixation symbiotique opérée par les légumineuses. Dans le cas du phosphore, cette demande ne peut être satisfaite que par apport exogène de fertilisants organiques ou de roches phosphatées broyées présentant une faible capacité de dissolution ou en appauvrissant le stock de P des sols.

⁵ Dans ces contextes de faibles apports passés de P, une stratégie peut consister à étudier les possibilités d'introduire dans les fermes en AB des cultures capables d'augmenter la disponibilité du P des sols depuis les phases les moins disponibles. Toutefois, cette stratégie reste de court-terme car elle ne répond pas au besoin de compenser les exportations de P des sols par des apports.

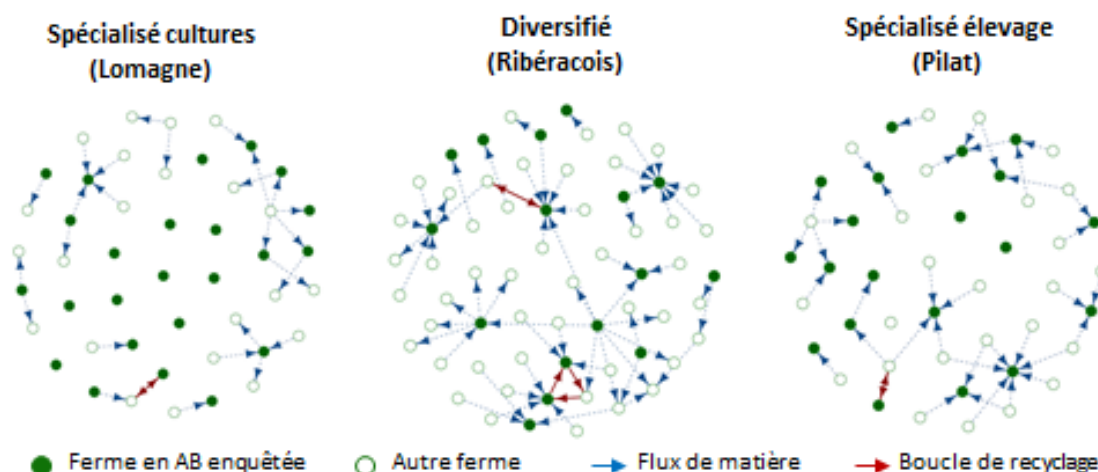


Figure 3 : Représentation des flux de matières entre exploitations agricoles dans trois terrains d'étude. Les exploitations sont représentées par des ronds (fermés pour les exploitations biologiques enquêtées et ouverts pour les autres exploitations) tandis que les flux de matières sont représentés par des flèches. Les "autres fermes" désignent principalement des exploitations conventionnelles mais aussi quelques exploitations biologiques non-enquêtées. La disposition des ronds sur chacun des graphiques ne représente pas la position géographique des exploitations.

Il résulte de ce constat que le recyclage des éléments minéraux dans les exploitations biologiques est plus important dans les territoires diversifiés que dans les territoires spécialisés. En prenant comme indicateurs de recyclage (i) la part du N ou du P entrant dans les exploitations biologiques qui provient d'autres fermes du même territoire (définie ci-après comme l'autonomie territoriale) et (ii) la part du N ou du P qui revient dans une exploitation biologique après en être sorti et avoir été échangé avec une ou plusieurs autres fermes au sein du même territoire (définie ci-après comme l'indice de recyclage de Finn), on montre que ces deux indicateurs prennent leurs valeurs les plus fortes dans le territoire diversifié (Tableau 3).

Tableau 3 : Intensité du recyclage des éléments minéraux dans les exploitations biologiques selon la nature du territoire dans lequel elles s'insèrent

	Autonomie territoriale (en %)		Indice de recyclage de Finn (en %)	
	Azote ⁶	Phosphore	Azote	Phosphore
Spécialisé cultures (Lomagne)	69	39	0	0
Diversifié (Ribéracois)	85	52	5	20
Spécialisé élevage (Pilat)	80	13	0	0

Ceci traduit le fait que la diversité des productions agricoles à l'échelle du territoire est un gage d'un meilleur recyclage des éléments minéraux dans les territoires, et de la plus grande possibilité pour les exploitations biologiques de se mettre en réseau pour échanger de la matière entre elles (Nowak et al., 2015). Ceci est confirmé par le fait que le recours aux produits agricoles conventionnels importés dans

⁶ Il est à noter que l'autonomie territoriale en azote tient compte des apports par fixation symbiotique et déposition atmosphérique, ce qui explique les valeurs plus fortes d'autonomie territoriale en N qu'en P.

les exploitations biologiques de polyculture-élevage est un peu plus faible dans le territoire diversifié comparé au territoire orienté vers les grandes cultures, tel que l'indique la Figure 4 (Nowak et al., 2013c).

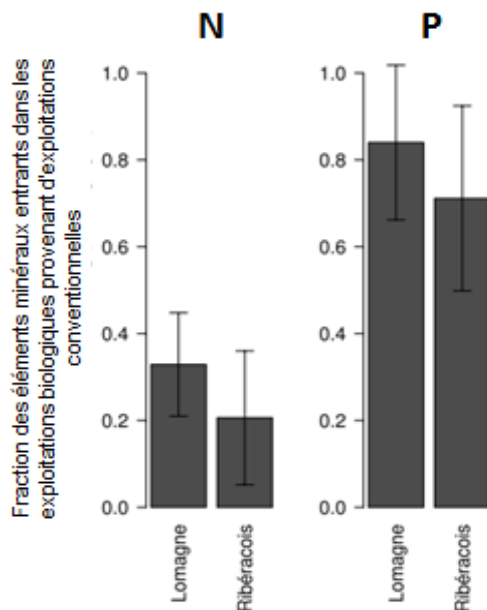


Figure 4 : Fraction des éléments minéraux entrant dans les exploitations biologiques de polyculture-élevage en provenance d'exploitations conventionnelles selon la nature du territoire dans lequel les exploitations biologiques s'insèrent (n=15 fermes en Lomagne et six fermes en Ribéracois). Les barres d'erreur représentent les écart-types.

Les travaux réalisés ont montré que, même dans la région diversifiée, la part du recyclage était faible et les flux étaient organisés en cascade plutôt qu'en cycle, avec un transfert des éléments minéraux des exploitations conventionnelles vers les exploitations biologiques (Nowak et al., 2015). Ceci s'explique notamment par le fait que les exploitations agricoles ont naturellement vocation à exporter leurs éléments minéraux vers les filières de consommation humaine. Malgré tout, ces premiers résultats laissent à penser que l'augmentation du nombre d'exploitations biologiques dans un territoire diversifié peut augmenter la probabilité d'avoir des exploitations agricoles exportatrices de produits fertilisants tels que des fumiers ou des composts. Une telle offre serait alors de nature à potentiellement diminuer le recours aux matières fertilisantes d'origine conventionnelle, et donc à être en meilleur accord avec la notion d'écologie qui est au cœur des principes de l'AB. Cependant, cette augmentation du nombre d'exploitations biologiques peut également être à l'origine d'une compétition accrue pour l'accès aux matières fertilisantes. De nouvelles études sont donc nécessaires pour mieux évaluer la part de l'un et de l'autre des deux effets évoqués ci-dessus.

Conclusion

Cet article montre que le développement de l'AB peut parfois entrer en conflit avec le respect du principe d'écologie qui est pourtant au fondement de l'agriculture biologique. En effet, au moins dans les situations étudiées ici, les exploitations biologiques se montrent indirectement utilisatrices d'engrais de synthèse, soit en ayant recours à des produits élaborés en agriculture conventionnelle –elle-même utilisatrice d'engrais de synthèse– soit en mobilisant les stocks d'éléments minéraux accumulés dans les sols pendant la période avant la conversion à l'AB. Mais cet article montre également que des solutions existent pour favoriser les processus de recyclage des éléments minéraux et diminuer le recours indirect aux engrais de synthèse. Outre la valorisation du processus de fixation symbiotique réalisé par les légumineuses, ces solutions reposent sur la valorisation de la diversité des productions agricoles biologiques à l'échelle du territoire : cette diversité des productions se traduisant par une

diversité de l'offre et de la demande en éléments minéraux, elle permet l'établissement de boucles de recyclage –modestes mais existantes– des éléments entre exploitations agricoles biologiques.

Cette tension entre développement de l'AB et respect du principe écologique de gestion des éléments minéraux est source d'interrogation quant aux capacités de développement de l'AB. Plus précisément, si les exploitations agricoles biologiques se comportent plus comme des puits que comme des sources d'éléments minéraux, il apparaît que le développement de l'AB pourrait être contraint dans certains territoires par la disponibilité limitée en produits fertilisants. De même, dans certains sols ayant reçu peu d'engrais de synthèse avant leur conversion à l'AB, la disponibilité en P des sols pourrait être susceptible de limiter le développement de l'AB. Il résulte de ces interrogations que le développement futur de l'AB pourrait être, au moins en partie, fonction du degré et des modalités de respect et d'accord avec le principe d'écologie. Ceci ouvre des perspectives et des objets de discussion intéressants, à la fois pour la recherche et pour l'encadrement de l'AB.

Références bibliographiques

- David C., Jeuffroy M.-H., Henning J., Meynard J.-M., 2005. Yield variation in organic winter wheat: a diagnostic study in the Southeast of France *Agron Sustain Dev* 25, 213-223
- Høgh-Jensen H., Loges R., Jørgensen F.V., Vinther F.P., Jensen E.S., 2004. An empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in grass-clover mixtures *Agric Syst* 82, 181-194
- Nowak B., 2013. Diminuer la dépendance aux engrais de synthèse par le recyclage local des éléments minéraux : analyse des stratégies d'approvisionnement en éléments minéraux des exploitations agricoles biologiques. PhD thesis, Univ. Bordeaux
- Nowak B., Nesme T., David C., Pellerin S., 2013a. Disentangling the drivers of fertilising material inflows in organic farming *Nutr Cycl Agroecosys* 96, 79–91 doi:10.1007/s10705-013-9578-5
- Nowak B., Nesme T., David C., Pellerin S., 2013b. Quelle est l'importance des transferts d'éléments minéraux de l'agriculture conventionnelle vers l'agriculture biologique ? *Innovations Agronomiques* 32, 175-183
- Nowak B., Nesme T., David C., Pellerin S., 2013c. To what extent does organic farming rely on nutrient inflows from conventional farming? *Environ Res Lett* 8, 044045 doi:<http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/8/4/044045>
- Nowak B., Nesme T., David C., Pellerin S., 2015. Nutrient recycling in organic farming is related to diversity in farm types at the local level *Agric Ecosyst Environ* 204, 17-26
- Oelofse M., Høgh-Jensen H., Abreu S.L., Almeida F.G., El-Araby A., Yu Hui Q., Sultan T., de Neergaard A., 2011. Organic farm conventionalisation and farmer practices in China, Brazil and Egypt *Agron Sustain Dev* 31, 689-698
- Oelofse M., Jensen L.S., Magid J., 2013. The implications of phasing out conventional nutrient supply in organic agriculture: Denmark as a case *Org Agr* 3, 41-55
- Ringeval B., Nowak B., Nesme T., Delmas M., Pellerin S., 2014. Contribution of anthropogenic phosphorus to agricultural soil fertility and food production *Globl Biogeochem Cycles* 28 doi:<http://dx.doi.org/10.1002/2014GB004842>

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « *Innovations Agronomiques* », la date de sa publication, et son URL)