

Contribution de l'élevage en agriculture biologique : modélisation des flux d'azote à l'échelle nationale

VERGELY F. (1), WILFART A. (1), AUBIN J. (1), HARCHAOUI S. (1)

(1) INRAE, Institut Agro Rennes-Angers, SAS, 35042 Rennes Cedex

Mots-clés : agriculture biologique, systèmes agricoles, fertilisation, bilan d'azote

INTRODUCTION

Le Pacte vert européen vise à développer l'AB pour qu'elle représente 25% des surfaces agricoles cultivées d'ici 2030 contre 9.9% aujourd'hui. Des études récentes ont proposé des scénarios d'expansion de l'AB et ont montré que l'azote (N) serait l'un des facteurs limitants (Barbieri *et al.*, 2021), car la source principale d'azote disponible en AB est la fixation biologique de l'azote (BNF) par les légumineuses. Dans tous les scénarios, le nombre d'animaux diminue par rapport au nombre actuel, mais les animaux d'élevage sont nécessaires en raison de leur double fonction comme source de protéines animales pour la sécurité alimentaire et comme vecteur de circularité des flux d'azote vers les terres cultivées (Billen *et al.*, 2021). Nous voulons mettre en évidence la contribution des animaux d'élevage dans l'état actuel des flux d'azote en AB à l'échelle nationale. Ce travail a trois objectifs, (i) établir une évaluation des flux d'azote actuels en AB à l'échelle nationale, (ii) caractériser le rôle des animaux d'élevage dans la circularité de l'azote en AB, et (iii) quantifier la dépendance de l'AB à l'égard des sources d'azote externes. Nous utilisons la France, qui est la plus grande surface absolue en AB en Europe.

1. MATERIEL ET METHODES

Nous calibrons ici le modèle ALPHA pour examiner le métabolisme des flux d'azote au sein du système agroalimentaire biologique français en 2021 prenant en compte la production végétale et animale au niveau de l'exploitation. Le système englobe toutes les surfaces agricoles utilisées en France. Nous avons distingué trois principales composantes de production échangeant des flux d'azote : les terres cultivées, les prairies et les systèmes d'élevage. Les entrées d'azote dans le système sont constituées de la BNF, des dépôts atmosphériques, de fertilisation exogène avec du fumier provenant de sources conventionnelles et d'importations d'aliments pour animaux en provenance de l'extérieur du pays. Les sorties d'azote du système sont la production végétale et animale destinée à la consommation humaine. Les pertes d'azote correspondent à la différence entre les entrées et les sorties d'azote. Les données proviennent principalement de l'Agence Bio 2021 et de l'Agreste 2020; des données de littérature grise et d'échanges avec des experts ont également été nécessaires (Chambre d'agriculture, INRAE, ITAB). Nos résultats sont dépendants de l'incertitude des données en AB concernant les efficacités d'utilisation de l'azote des prairies et des cultures ou encore de l'efficacité de conversion d'azote par les animaux.

2. RESULTATS & DISCUSSION

Nos résultats montrent que les principales entrées d'azote en AB en France sont la BNF (51%), suivie des dépôts atmosphériques (27%), puis des engrais organiques conventionnels (11%) et des aliments pour animaux importés (11%) (Tableau 1). Les prairies comptent pour 73% de la BNF dans le système. Les principales sorties d'azote du modèle correspondent d'abord à la production végétale (70%), suivie par la production animale (30%). Sur l'ensemble de l'azote excrété par le bétail, 58% se font en pâturage et 42% dans les bâtiments. Environ 35% du fumier utilisé pour fertiliser les terres cultivées en AB provient du conventionnel. Le temps élevé passé à l'extérieur par les animaux en AB se traduit par une faible disponibilité d'engrais organique. Les animaux d'élevage biologique sont nourris avec les prairies (71%), les grandes cultures (10%), des aliments biologiques importés (14%) et des résidus de cultures (5%). En AB, les aliments importés sont principalement utilisés pour répondre aux besoins nutritionnels des monogastriques (37% du total de l'alimentation en N) et, dans une moindre mesure, à ceux des ruminants (7%).

Nous comparons nos résultats avec les indicateurs obtenus pour l'agriculture en France en 2013 et en 1882 (Harchaoui, 2019) (Tableau 1). En 2013, l'AB ne représentait que 3 % de la SAU, le modèle agricole est donc essentiellement conventionnel. La part de BNF dans l'AB est plus élevée (35%) que dans le conventionnel. Pour les produits, les rendements en AB sont plus faibles (34 kgN·ha·an⁻¹) que dans le conventionnel, en raison

de la plus faible productivité de l'AB (Seufert and Ramankutty, 2012). Les pertes d'azote par hectare sont plus faibles en AB (22 kgN·ha·an⁻¹) qu'en conventionnel et ces résultats correspondent à l'analyse comparative de Kelm *et al.* (2008). La NUE en AB est plus faible (11 %) parce qu'elle est moins productive, que la proportion de production animale dans la production totale est plus élevée (13%) et que l'efficacité des animaux en AB est plus faible par rapport à l'agriculture conventionnelle. Le modèle agricole de 1882 montre qu'avec un apport d'azote plus faible (29 kgN·ha·an⁻¹), des pertes plus faibles (25 kgN·ha·an⁻¹) et aucune importation d'aliments pour animaux, la production alimentaire n'est que légèrement inférieure à celle de l'AB (4 kgN·ha·an⁻¹).

Tableau 1 : Indicateurs pour l'AB en France en 2021 et pour l'agriculture en France* en 2013 et 1882

Indicateurs	AB en France en 2021	Agriculture en France (Harchaoui, 2019)		Unité
		2013	1882	
N intrants	45	101	16	kgN·ha·an ⁻¹
<i>BNF</i>	51	16	69	% des entrées de N
<i>N atmosphérique</i>	27	5	31	
<i>N effluent conventionnel</i>	11	<i>Pas disponible</i>	<i>Pas disponible</i>	
<i>N engrais industriel</i>	0	69	0	
<i>N import alimentation</i>	11	10	0	
N sortants	19	53	15	kgN·ha·an ⁻¹
N pertes	26	48	1	
NUE	42	53	95	%
<i>Production animale</i>	30	17	12	% des sorties de N

*Agriculture conventionnelle et biologique

CONCLUSION & PERSPECTIVES

En AB, l'élevage ne permet pas de répondre aux besoins en N des cultures et accentue donc la dépendance vis-à-vis des ressources azotées externes provenant de l'agriculture conventionnelle. De plus, l'AB dépend en partie des importations d'aliments biologiques pour nourrir les monogastriques, ce qui soulève des questions sur le type d'élevage à privilégier. Nos résultats suggèrent que, les choix d'assolement ainsi que l'intégration de l'élevage dans le développement de l'AB peuvent apporter de nombreux avantages, y compris une contribution significative d'engrais organiques directement disponibles et la circularité des nutriments, à trois conditions : les animaux sont élevés en partie dans des bâtiments pour récupérer le fumier, donc moins de prairies permanentes; plus de terres sont consacrées aux cultures pour nourrir la population; et plus de légumineuses dans les rotations pour fixer l'azote.

Ce diagnostic de l'AB à l'échelle de la France va nous permettre d'étudier des scénarios avec plus ou moins d'élevage pour comprendre la contribution des animaux d'élevage pour soutenir le développement de l'AB. Le cadre peut être adapté à une échelle légèrement plus petite, telle que la région, qui peut également prendre en compte des contraintes territoriales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barbieri, P., Pellerin, S., Seufert, V., Smith, L., Ramankutty, N., Nesmé, T., 2021. Global option space for organic agriculture is delimited by nitrogen availability. *Nature Food* 12 p.
- Billen, G., Aguilera, E., Einarsson, R., Garnier, J., Gingrich, S., Grizzetti, B., Lassaletta, L., Le Noë, J., Sanz-Cobena, A., 2021. Reshaping the European agro-food system and closing its nitrogen cycle: The potential of combining dietary change, agroecology, and circularity. *One Earth* 4, 839-850.
- Harchaoui, S., 2019. Modélisation des transitions en agriculture : énergie, azote et capacité nourricière de la France dans la longue durée (1882-2016) et prémices pour une généralisation à l'échelle mondiale. *Science des Sociétés*. Université Paris Diderot, Laboratoire Interdisciplinaire des Énergies de Demain, p. 265p.
- Kelm, M., Loges, R., Taube, F., 2008. Comparative analysis of conventional and organic farming systems: Nitrogen surpluses and nitrogen losses
- Seufert, V., Ramankutty, N., 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485, 229-232.