



## Symposium PSDR4

### Transitions pour le développement des territoires

Connaissances et pratiques innovantes pour des modèles agricoles, alimentaires et forestiers résilients

Angers, 28-30 Octobre 2020

### Proposition de communication

Formulaire à poster sur le site du colloque (<https://symposium.inrae.fr/psdr4/>)

Avant le 10 Juillet 2020.

# Des essais au champ pour mieux évaluer l'intérêt des produits résiduaux organiques en zones de grandes cultures péri-urbaines

Florent Levavasseur<sup>1\*</sup>, Christophe Dion<sup>2</sup>, Sabine Houot<sup>1</sup>

Coordonnées précises du ou des auteurs (en précisant le correspondant) :

\* [florent.levavasseur@inrae.fr](mailto:florent.levavasseur@inrae.fr)

<sup>1</sup>INRAE, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, UMR ECOSYS  
Avenue Lucien Bretignières  
78850 Thiverval-Grignon

<sup>2</sup> Chambre d'Agriculture de Région Ile-de-France  
19 rue d'Anjou  
75008 PARIS

Référence à la (aux) région(s) et au(x) Projet(s) PSDR (éventuelle) : Projet PSDR PROLEG (Région Île-de-France)

Référence à la thématique visée : Transition agroécologique dans les territoires : systèmes innovants de production agricole

## Résumé

### Objectif de la communication :

En zone périurbaine francilienne, tels que le plateau de Saclay et la plaine de Versailles, l'agriculture est majoritairement tournée vers la production de grandes cultures, sans élevage, qui repose sur une consommation importante d'engrais azotés de synthèse notamment. Ces engrais sont issus de procédés de fabrication industrielles consommateurs d'énergie fossile et émetteur de gaz à effet de serre. Ils peuvent représenter des charges importantes pour les agriculteurs et leur cours est fluctuant. Les sols, principalement des limons de très bonne qualité agronomique, sont assez pauvres en matière organique et sensibles à la battance.

En parallèle, la proximité immédiate de zones urbaines est un gisement de produits résiduaux organiques (PRO). Les PRO représentent l'ensemble des matières fertilisantes et amendantes qui peuvent être d'origine agricole (effluents d'élevages), mais aussi urbaine et de loisirs (biodéchets, déchets verts, boues d'épuration, fumiers de cheval) ou agro-industrielle (boues, vinasses de sucrerie...). Ces PRO peuvent être épandus en agriculture sous forme brute ou après traitement : compostage, méthanisation, etc. Le recyclage des PRO en agriculture procurent de nombreux services : fournitures de nutriments aux cultures, stockage de carbone et amélioration des propriétés physiques et biologiques, bien que des impacts négatifs puissent y être associés, comme la contamination du sol par les métaux (Diacono and Montemurro, 2010). Le raisonnement de la fertilisation azotée avec des PRO est plus complexe qu'avec des engrais minéraux, du fait de la disponibilité partielle et progressive de l'azote des PRO suite à la minéralisation de l'azote organique, qui dépend des conditions pédoclimatiques. Afin d'aider les agriculteurs dans ce raisonnement, des coefficients ont été proposés depuis de nombreuses années : coefficient apparent d'utilisation de l'azote (CAU) qui représente la part apparente d'azote du PRO qui a été absorbée par la culture et le coefficient d'équivalence engrais (KEQ) qui représente la quantité d'engrais minéral qui équivaut à l'apport de PRO (en proportion de l'azote du PRO) (Gutser et al., 2005). Cependant, ces références sont limitées pour certains PRO dont le développement est récent ou potentiel (digestat et urine humaine par exemple), notamment en agriculture biologique. De plus, bien que des références de KEQ existent au niveau national pour certains PRO courants (fumier bovin...), des références locales sont nécessaires afin de rassurer les agriculteurs du territoire dans l'usage de ces matières. Enfin, au-delà d'une simple équivalence aux engrais azotés pour un apport unique de PRO, la question de la faisabilité d'une substitution totale des engrais azotés par des PRO reste posée, tout comme les interactions possibles avec l'inclusion de davantage de légumineuses dans les rotations qui est une autre façon de réduire la dépendance aux engrais azotés.

Les objectifs de ce travail sont donc de (i) tester au champ différents PRO actuels ou en devenir des territoires de la plaine de Versailles et du plateau de Saclay afin d'établir des références pour le raisonnement de la fertilisation azotée, et (ii) mettre en place un démonstrateur de substitution totale des engrais par les PRO et/ou les légumineuses.

### Méthode :

Des réunions de concertation avec les agriculteurs du territoire ont permis de définir leurs attentes en termes de caractérisation de la valeur fertilisante des PRO actuels du territoire et des PRO qui pourraient s'y développer. L'objectif principal de la plupart de ces essais est de définir les coefficients CAU et ou KEQ des différents PRO (équations 1 et 2) :

CAU = (N absorbé témoin 0N – N absorbé engrais ou PRO) / N apporté engrais ou PRO (1)

KEQ = CAU PRO / CAU engrais de référence (2)

Le KEQ n'est défini qu'en agriculture conventionnelle (pas d'engrais de référence en bio). Une seconde partie de ces essais visaient à combiner PRO amendants, PRO fertilisants et légumineuses pour atteindre une autonomie azotée à l'échelle de la succession culturale. Pour répondre à ces objectifs, différents essais ont été mis en place sur le plateau de Saclay et en plaine de Versailles. Ces essais comprenaient notamment l'apport de différents PRO et/ou d'engrais minéral N (ammonitrate) en microparcelles chez des agriculteurs partenaires, ainsi que la récolte et l'analyse du grain récolté (teneur en azote). L'ensemble des essais réalisés est synthétisé dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Bilan des essais au champ réalisés en plaine de Versailles et sur le plateau de Saclay**

Localisation	Saison	Culture et système	Type d'essai	Modalité
Plateau de Saclay	2017-2018	Blé conventionnel	CAU / KEQ	Lisier bovin (automne et/ou sortie d'hiver), digestat de biodéchets, urine, compost de déchets verts, N minéral, 0N
	2017-2018	Blé biologique	CAU	Lisier bovin, fientes de volailles, digestat de biodéchets (automne / sortie d'hiver), 0N
	2018-2019	Colza conventionnel	CAU / KEQ	Lisier bovin (automne / sortie d'hiver), fumier bovin, digestat de biodéchets, urine, compost de déchets verts, N minéral, 0N
	2018-2019	Maïs grain	CAU	Urine, lisier + fumier bovin, 0N
	2016-2019	Maïs grain / féverole-blé-colza	Autonomie N	N minéral, digestat de biodéchets + composts de déchets verts
Plaine de Versailles	2017-2018	Blé conventionnel	CAU / KEQ	Fumier de cheval, boue STEP, digestat d'élevage, urine, compost de déchets verts, N minéral, 0N
	2018-2019	Colza conventionnel	CAU / KEQ	Digestat solide territorial, digestat liquide territorial, boue STEP, compost de lisier porc, urine, N minéral, 0N

## Résultats :

Les essais conventionnels ont donné globalement des résultats satisfaisants, avec des cultures bien implantées qui ont répondu aux apports d'azote (sous forme minérale ou de PRO). En blé conventionnel, le KEQ de l'urine apparaît très élevé (de 70 % à 100%), quels que soient la culture, l'année et le lieu d'expérimentation. Le KEQ des digestats est également important (de 70 à 80%). Concernant les PRO davantage connus, les résultats sont à peu près conformes aux références ; faible KEQ du fumier de cheval (10% sur blé) et du fumier bovin (10% sur colza), KEQ intermédiaire à élevé des boues de STEP (50% et 25% sur blé et colza, respectivement), KEQ limité du lisier de bovin sur blé quelle que soit la saison d'apport (10%) mais plus élevé sur colza (30 à 40%). Le KEQ du compost de déchets verts n'a pas été défini, ce compost étant uniquement un amendement avec un effet fertilisant à court terme nul bien connu. A l'inverse, il a été vérifié que le compost de déchets verts en addition d'une fertilisation minérale ne réduisait pas son efficacité (phénomène de faim d'azote), sur proposition des agriculteurs. Aucune différence significative suite aux apports de composts n'a été observée (sur les deux blés conventionnels et le colza), confortant l'utilisation du compost comme amendement sans impact négatif sur la fertilisation azotée à court terme. Les résultats sur le colza en plaine de Versailles sont pour le moment exclu de l'analyse, du fait de l'implantation difficile cette année-là dans des sols plus superficiels qu'à Saclay qui a donné un peuplement hétérogène et des résultats d'essais avec beaucoup de variabilité.

Les essais bios ont été décevants : aucune réponse à l'azote n'a été observée sur blé, ce qui a empêché d'évaluer la valeur fertilisante des PRO testés. L'azote n'était a priori pas l'élément limitant du rendement cette année-là. Un excès d'eau en sortie d'hiver, une fourniture d'azote du sol importante (précédent féverole) et un salissement de la parcelle pourrait expliquer ce résultat. La réponse du maïs grain à l'azote en 2019 est également décevante. Seulement 7 et 13 qx/ha supplémentaires ont été obtenus avec une fertilisation à l'urine (80 kg N/ha) et avec une fertilisation croisée lisier+fumier bovin (pratique de référence de l'agriculteur) par rapport au rendement sans apport (85 qx/ha). Les conditions favorables de l'année pourraient expliquer une forte minéralisation du sol et ainsi la faible réponse à l'azote suite aux apports.

Enfin, l'essai « autonomie N » a montré des résultats intéressants. Sur la modalité digestat+compost, Un seul apport d'azote minéral a été réalisé en 3 ans (3<sup>e</sup> apport sur blé, celui-ci étant techniquement difficile à réaliser avec du digestat), ce qui a permis d'économiser 133 kg N/ha/an en moyenne par rapport à la modalité N minéral. Les rendements grains sont identiques dans les deux modalités. Le remplacement du maïs grain par une féverole en 1<sup>ère</sup> année a permis l'économie supplémentaire de 80 kg N/ha en 1<sup>ère</sup> année, sans par contre assurer un supplément de rendement sur le blé suivant.

### Retombées :

Les essais au champ du projet PROLEG ont permis une meilleure connaissance des PRO du territoire. Les références de KEQ obtenus confortent les connaissances existantes pour certains PRO, tandis que des connaissances nouvelles ont été produites pour des PRO encore peu étudiés. Par exemple, les KEQ importants du digestat de biodéchets et de l'urine humaine indiquent leur potentiel très intéressant dans l'autonomie azotée des zones péri-urbaines, ces deux PRO ayant un potentiel de développement théorique important. Ces nouvelles connaissances pourront servir lors de l'élaboration des références nationales et/ou régionales sur ces nouveaux PRO. Ces connaissances permettent également un bon paramétrage de l'outil d'évaluation développé et mobilisé dans le projet pour évaluer des scénarios prospectifs de système de culture. Ces essais ont permis une bonne animation du réseau d'agriculteurs du territoire autour des résultats, animation et transfert des résultats qui sont toujours en cours. La démonstration d'une substitution totale des engrais azotés par les PRO tout en maintenant les rendements a également été faite. Les résultats de cet essai pluriannuel en autonomie N reste à évaluer sur ses performances à plus long terme : apport du compost pour l'entretien de la matière organique et fourniture de N à plus long terme, pertes azotées engendrées par des apports répétés de PRO, etc. L'outil d'évaluation prédictif PROLEG développé dans le projet sera mobilisé à cet effet. Enfin, les résultats décevants obtenus dans les essais bios amènent à de nouvelles réflexions sur le positionnement des expérimentations en agriculture biologique selon les systèmes (présence ou non de luzerne), réflexions déjà amorcées par la chambre régionale d'agriculture d'Île-de-France (Glachant et Aubert, 2015). Cependant l'augmentation des surfaces en agriculture biologique nécessitera des besoins en PRO significatifs.

### Bibliographie (10 références max.) :

- Diacono, M., Montemurro, F., 2010. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 401–422. <https://doi.org/10.1051/agro/2009040>
- Glachant, C., Aubert, C., 2015. Gestion de l'azote sur blé biologique en Ile-de-France, in: 12èmes Rencontres de La Fertilisation Raisonnée. Lyon.
- Gutser, R., Ebertseder, Th., Weber, A., Schraml, M., Schmidhalter, U., 2005. Short-term and residual availability of nitrogen after long-term application of organic fertilizers on arable land. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 168, 439–446. <https://doi.org/10.1002/jpln.200520510>

