



## PSDR PROLEG

# 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>

<sup>1</sup> INRAE, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, UMR ECOSYS

<sup>2</sup> Chambre d'Agriculture de Région Ile-de-France

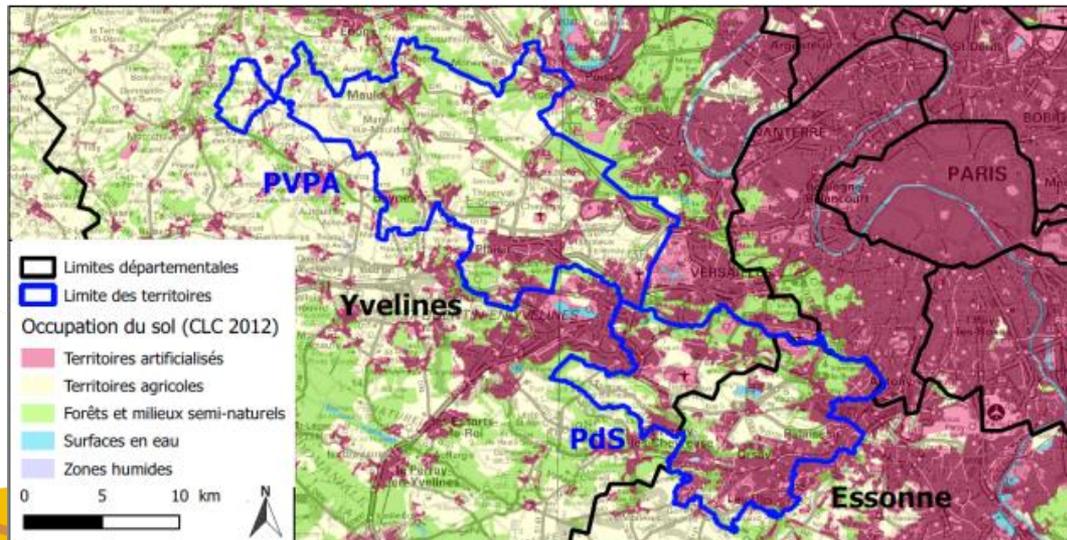
# L'agriculture périurbaine francilienne sur la plaine de Versailles et le plateau de Saclay

- Grandes cultures majoritaires, avec peu d'élevage (peu d'effluents à valoriser)
- En conventionnel : recours aux engrais minéraux
  - Stocks miniers de P limités (Cordell & White, 2011)
  - Synthèse des engrais N responsables de +1% de la consommation d'énergie mondiale (Cherkasov et al., 2015)
  - Charges importantes pour les exploitations (Lecuyer et al. 2013)
- Fort développement du bio :
  - manque de ressources organiques fertilisantes locales
  - import de fientes de territoires excédentaires → coût, durabilité ?



# Les Produits Résiduaire Organiques (PRO)

- Proximité immédiate de grands centres urbains
- Centres urbains producteurs de PRO existants ou potentiels : compost de déchets verts, fumiers équin, biodéchets méthanisés ou compostés...
- Nombreux services liés au recyclage des PRO en agriculture (fourniture de nutriments, stockage de C...), mais aussi divers impacts (contamination du sol...) (Diacono and Montemurro, 2010)
- Pilotage de la fertilisation plus difficile avec PRO du fait de dynamiques de minéralisation de l'azote variées (Lazicki et al., 2020)



VVPA : Versailles  
PdS : Saclay

# Objectif

- Acquérir des références locales sur le potentiel fertilisant de différents PRO actuels ou en devenir :
  - Aider les agriculteurs dans le raisonnement de leur fertilisation
  - Créer une dynamique locale sur le sujet avec les agriculteurs
- Essais menés chez les agriculteurs des deux territoires (plaine de Versailles et plateau de Saclay)
- Nature des essais définis en concertation avec les agriculteurs (réunion de travail, consultation par mail...)



# Les questions identifiées

- **Essais KEQ** : quelle efficacité d'utilisation de l'azote du PRO par la plante ? A quelle dose d'engrais minéral l'apport de PRO correspond-il ?
- **Essais compost de déchets verts** : le compost provoque-t-il une faim d'azote délétère pour la culture fertilisée avec de l'engrais minéral ?
- **Essai minéralisation** : avec quelle dynamique temporelle l'azote du PRO est-il minéralisé dans le sol ?
- **Essai substitution** : est-il possible de substituer pendant plusieurs années les apports d'engrais minéral par des PRO sans perte de rendement et de qualité, tout en améliorant la fertilité du sol ?
- **Essai bio** : quel intérêt des PRO fertilisants en bio ?

# Mise en place des essais

- Essais copilotés par INRAE et la chambre d'agriculture
- Essais mis en place chez 4 agriculteurs sur les 2 territoires.
- Essais en microparcelles (6 m sur 12 m), avec 3 répétitions
- Pratiques usuelles des agris, hormis la fertilisation
- Epannage manuel des PRO (et prélèvement pour analyses)
- Prélèvements de sol 3 à 4 fois/an (reliquats azotés)
- Récolte mécanique (rendement et qualité du grain)



# Des PRO étudiés variés

PRO	Matière sèche (%)	C (kg/t)	N tot (kg/t)	Nmin (% Ntot)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/t)	K <sub>2</sub> O (kg/t)	Dose classique (t/ha)
Lisier bovin	6	21	4.0	32%	1.6	3.0	20-40
Fumier bovin	21	77	4.1	15%	2.3	8.8	20-40
Fumier cheval	37	163	4.0	5%	2.5	7.4	15-30
Compost de déchets verts	51	151	10.2	2%	3.4	6.7	15-30
Boue STEP	32	87	10.7	30%	16.5	0.5	10-15
Fientes	72	257	30.4	7%	23.3	22.0	2-5
Compost de lisier de porc	48	149	17.4	0%	56.0	3.2	3-5
Digestat brut élevage	3	10	1.9	26%	0.7	3.3	10-30
Digestat brut biodéchets	2	5	6.0	52%	0.7	1.7	10-20
Urine humaine	2	2	6.6	91%	0.4	2.2	-

Les PRO actuellement utilisés produits sur le territoire

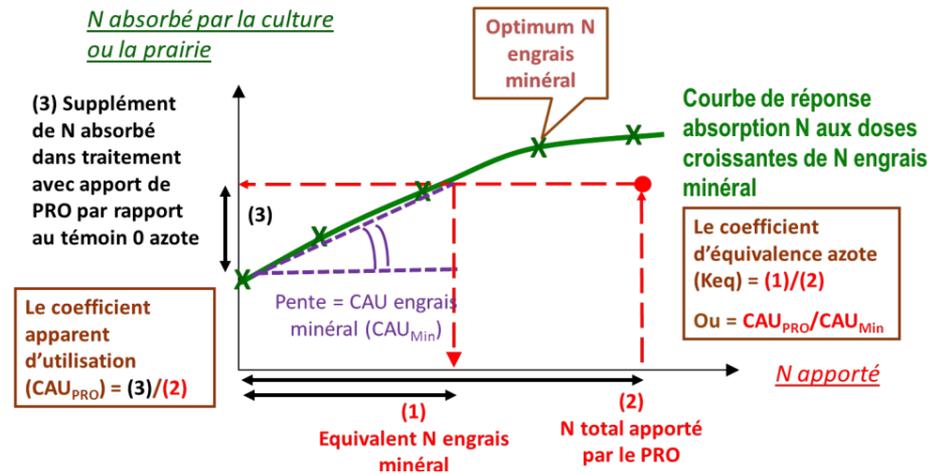
Les PRO actuellement utilisés importés

Les PRO potentiels

Teneurs en métaux et minéralisation du C et du N en conditions contrôlées également analysées

# Les essais KEQ

- Principe des essais :
  - Différentes doses d'apports d'engrais minéral N pour définir la courbe de réponse à l'N
  - Pente = coefficient apparent d'utilisation de l'azote (CAU)
  - Coefficient d'équivalence engrais  $KEQ = CAU_{PRO} / CAU_{engrais}$

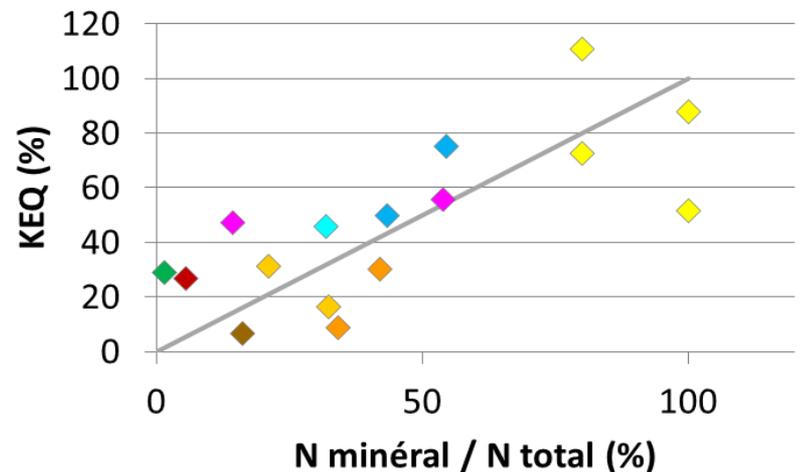
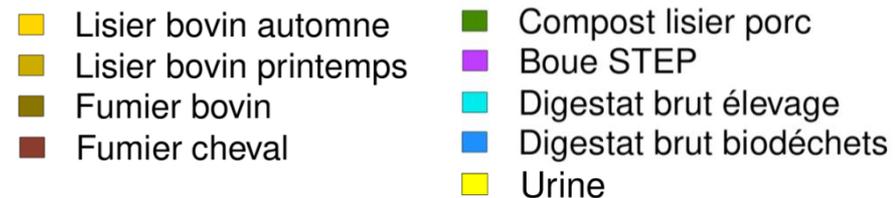
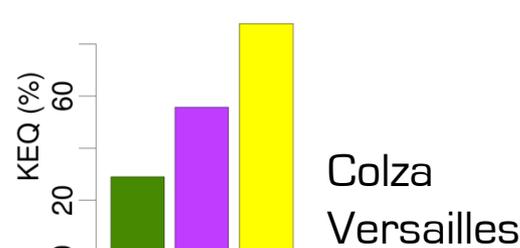
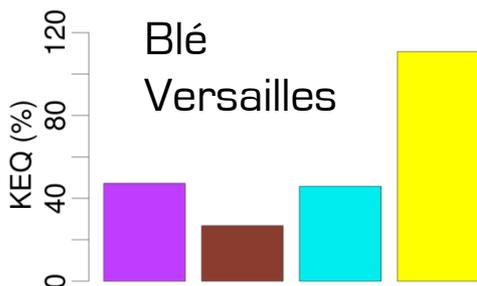
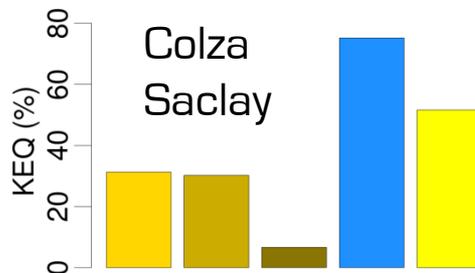
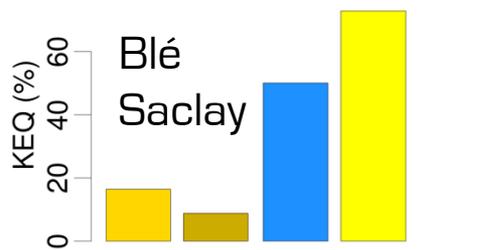


Source : Guide réseau PRO

- KEQ utilisé dans la méthode du bilan (COMIFER, 2013) pour intégrer l'azote apporté par le PRO dans le calcul du besoin en fertilisants
- Peu de références pour certains PRO
- Variabilité selon le contexte pédo-climatique, la culture, etc.

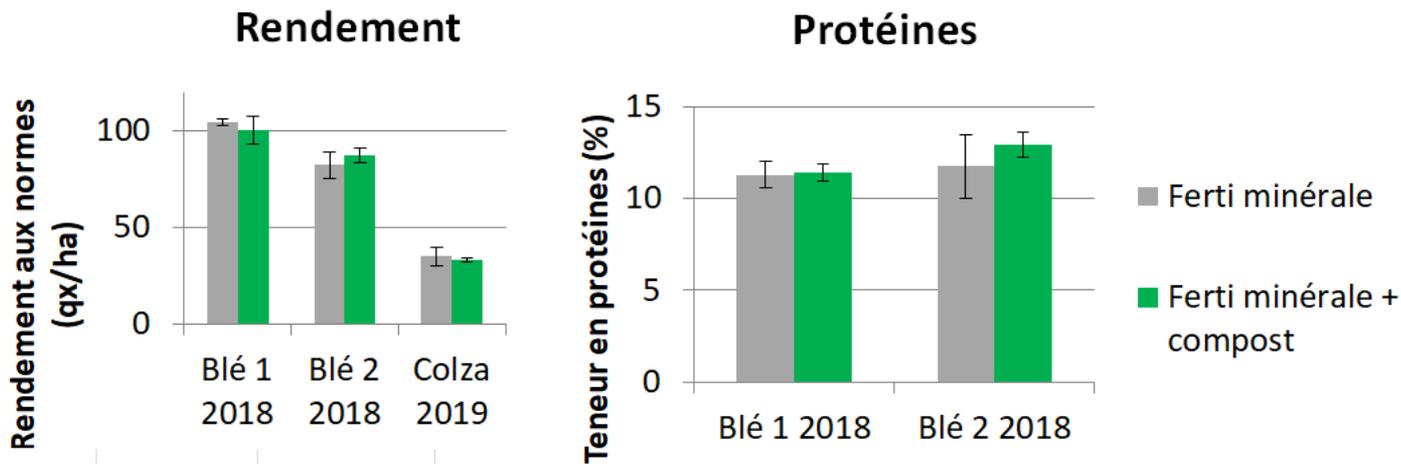
# Les essais KEQ

- Variabilité des KEQ :
  - KEQ étroitement lié à la teneur en N minéral des PRO
  - Minéralisation rapide du N organique qui peut  $\nearrow$  KEQ pour boue STEP et lisier (résultats labo) , lente pour les autres PRO (ne contribue pas au KEQ)
  - Volatilisation  $\text{NH}_3$   $\searrow$  KEQ (lisier, certains essais urine) ?
  - Effet piège à nitrate à l'automne du fumier de cheval qui  $\nearrow$  KEQ ?
- KEQ des nouveaux PRO (digestats bruts, urines) élevés par rapport aux PRO « historiques »



# Les essais compost de déchets verts

- Aucune différence significative de rendement ou de teneur en protéines du grain avec apport de composts de déchets verts et une fertilisation minérale identique



- Minéralisation de l'azote quasi nulle observée au laboratoire, en accord avec ces résultats au champ
- Composts de déchets verts : amendement efficace pour augmenter la matière organique du sol (Levavasseur et al., 2020), sans risque de faim d'azote

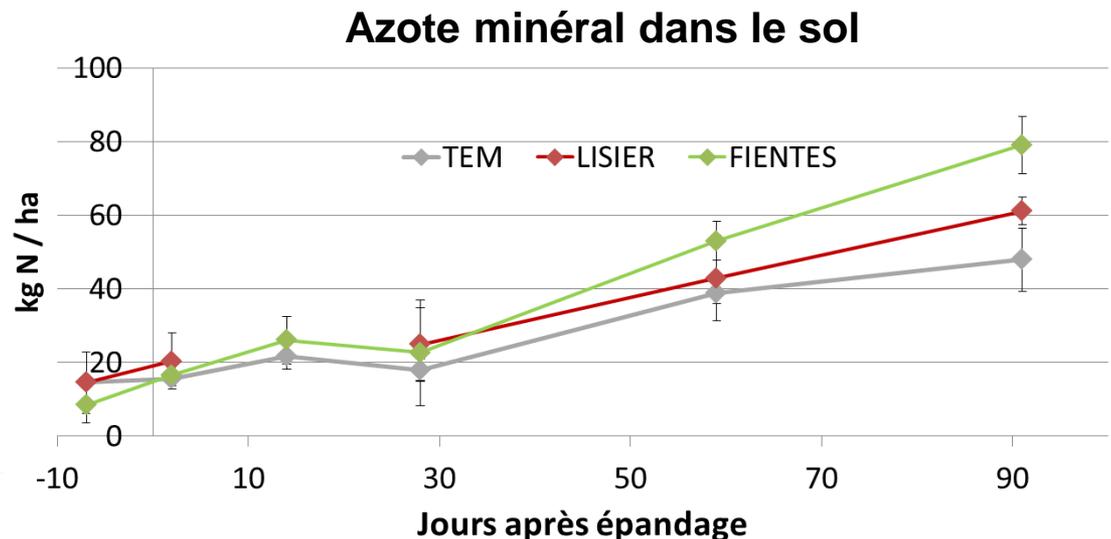
# L'essai minéralisation

- Essai en sol nu avec PRO épandu en surface (20/02) pour suivre la dynamique de minéralisation de l'azote organique des PRO

PRO	Dose (t/ha)	N total (kg N/ha)	N organique (kg N/ha)	N minéral (kg N / ha)
Lisier bov	30	121	77	44
Fientes	4	140	100	40

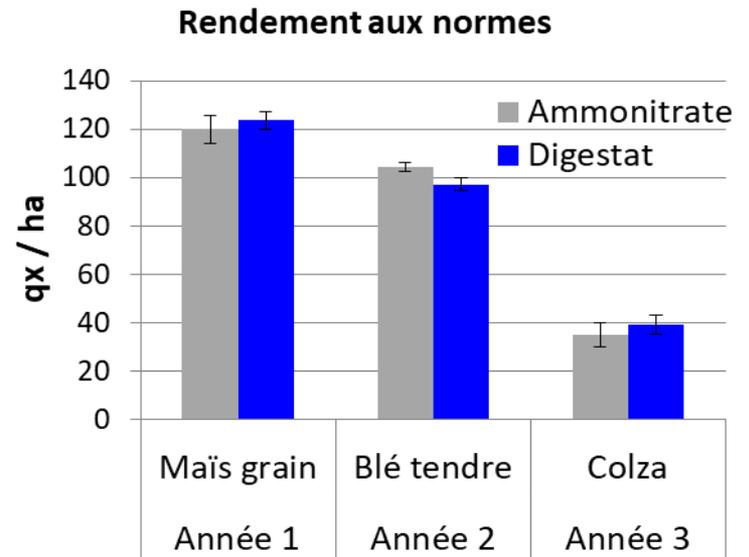
- N minéral des PRO non retrouvé dans le sol après épandage → volatilisation ?
- Minéralisation progressive de l'azote organique :
  - + 30 kg N/ha pour les fientes à 90 jours (30% du Norg minéralisé),
  - + 15 kg N/ha pour le lisier bovin à 90 jours (20 % du Norg minéralisé)
- Résultat cohérent avec les analyses de labo

→ Indications pour les agriculteurs sur la vitesse à laquelle l'azote est disponible pour les cultures



# L'essai substitution

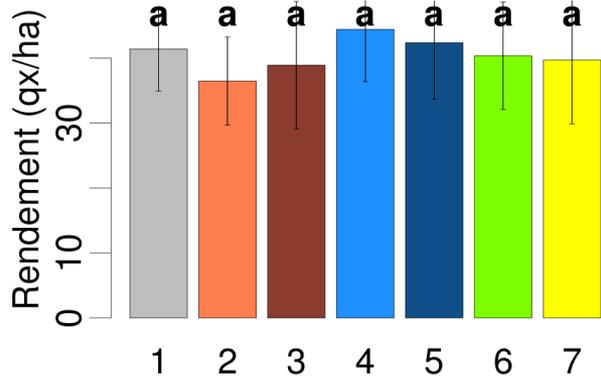
- Substitution quasi-totale des apports d'engrais par du digestat de biodéchets pendant 3 ans (1 à 2 apports/an), raisonnement sur le besoin en N et hypothèse de KEQ a priori
- Complété par apport de composts de déchets verts pour la fertilité à long terme (années 1 et 3)
- **Un résultat encourageant** : rendements identiques pendant 3 ans (idem protéines blé)
- **Mais des questions soulevées** :
  - Faisabilité technique des apports répétés en végétation ?
  - Quel changement de la fertilité du sol à long terme (essai trop court pour détecter des changements significatifs)
  - Risque de volatilisation + important ?
  - Equilibre P-K ?
  - Forts apports : risque de contamination + important ?



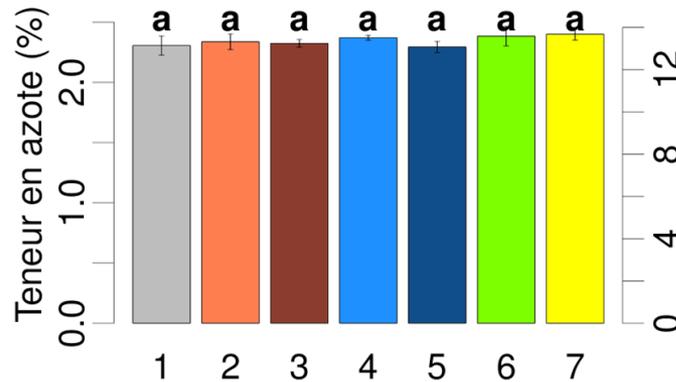
# L'essai bio

- Différents fertilisants organiques testés sur blé, avant semis ou en sortie d'hiver
- Aucune différence significative sur le rendement ou la qualité du grain

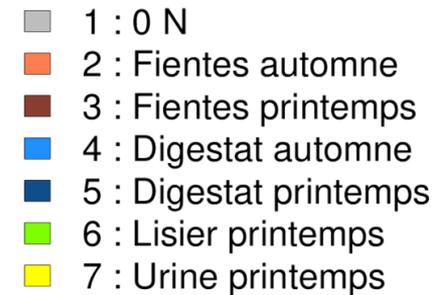
Rendement grain aux normes



Teneur en azote du grain



Teneur en protéines (%)



→ Importance des autres facteurs (salissement, maladies...) que le N déterminants du rendement en bio (Glachant et Aubert, 2015). Gestion de la fertilisation en bio à approfondir

# Conclusion

- Références sur des nouveaux PRO pourront aider les agriculteurs localement dans la réflexion de la fertilisation organique
- Des résultats complémentaires acquis au labo :  
minéralisation en conditions contrôlées, teneurs en métaux...
- Restitution partielle aux territoires des résultats à ce jour →  
à valoriser pendant l'hiver
- Bonne dynamique locale autour des PRO :
  - essai sur Saclay financé hors PSDR sur proposition des agriculteurs
  - nouveaux projets suscités (sur urine, biodéchets...)
- Intérêt des essais chez les agriculteurs pour la dynamique de territoire sur le sujet, mais moins de contrôle sur l'expérimentation

# Merci de votre attention

- Cherkasov N, Ibhaddon AO, Fitzpatrick P (2015) A review of the existing and alternative methods for greener nitrogen fixation. *Chem Eng Process Process Intensif* 90:24–33 . <https://doi.org/10.1016/j.cep.2015.02.004>
- Cordell D, White S (2011) Peak Phosphorus: Clarifying the Key Issues of a Vigorous Debate about Long-Term Phosphorus Security. *Sustainability* 3:2027–2049 . <https://doi.org/10.3390/su3102027>
- Glachant, C., Aubert, C., 2015. Gestion de l'azote sur blé biologique en Ile-de-France, in: 12èmes Rencontres de La Fertilisation Raisonnée. Lyon.
- Lecuyer B, Chatellier V, Daniel K (2013) Les engrais minéraux dans les exploitations agricoles françaises et européennes. *Économie Rurale Agric Aliment Territ* 151 – 161 . <https://doi.org/10.4000/economierurale.3845>
- Levavasseur, F., Mary, B., Christensen, B.T., Duparque, A., Ferchaud, F., Kätterer, T., Lagrange, H., Montenach, D., Resseguier, C., Houot, S., 2020. The simple AMG model accurately simulates organic carbon storage in soils after repeated application of exogenous organic matter. *Nutr Cycl Agroecosyst.* <https://doi.org/10.1007/s10705-020-10065-x>
- Diacono, M., & Montemurro F., 2010. Long-Term Effects of Organic Amendments on Soil Fertility. A Review. *Agronomy for Sustainable Development* 30, n° 2 401-22. <https://doi.org/10.1051/agro/2009040>.

