



FÊTE SES 20 ANS

## Approche territoriale et recyclage des produits résiduels Organiques

*Florent Levavasseur, Sabine Houot*



# Contexte

- Nombreux bénéfices du recyclage des Produits Résiduaire Organiques (PRO) en agriculture (fourniture de nutriments, augmentation de la matière organique des sols...)
- Des impacts environnementaux à limiter (lixiviation de nitrates, contaminations du sol...)
- Potentiel du recyclage des PRO de contribuer au bouclage des cycles biogéochimiques



# Contexte

- Nombreux bénéfices du recyclage des Produits Résiduaire Organiques (PRO) en agriculture (fourniture de nutriments, augmentation de la matière organique des sols...)
- Des impacts environnementaux à limiter (lixiviation de nitrates, contaminations du sol...)
- Potentiel du recyclage des PRO de contribuer au bouclage des cycles biogéochimiques

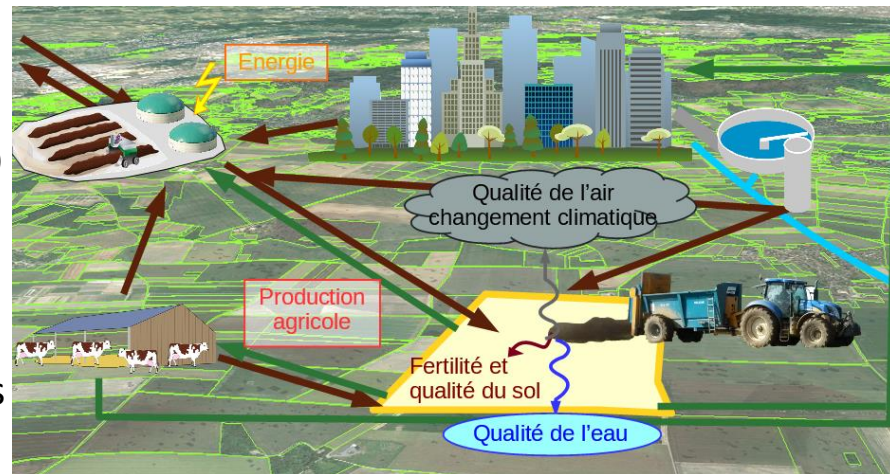
## Pourquoi s'intéresser au recyclage des PRO à l'échelle territoriale ?





# Les PRO et les territoires

- PRO caractérisés par une variabilité dans l'espace et dans le temps
  - De leurs quantités, natures et caractéristiques (PRO d'élevage, urbain...)
  - Des traitements, usages et pratiques associés
  - De leurs effets (selon les pratiques, sols, climats...)
- Des flux intra/inter-territoires et des besoins variables en amendements et fertilisants variables



- Multitudes d'acteurs (agriculteurs, prod/transformateur de PRO, collectivités...) et réglementations à différents échelons territoriaux
- En lien direct avec d'autres secteurs : production alimentaire et d'énergie, chimie verte, changement climatique, qualité de l'eau et de l'air...

→ **Nécessité d'une approche territoriale du recyclage des PRO**

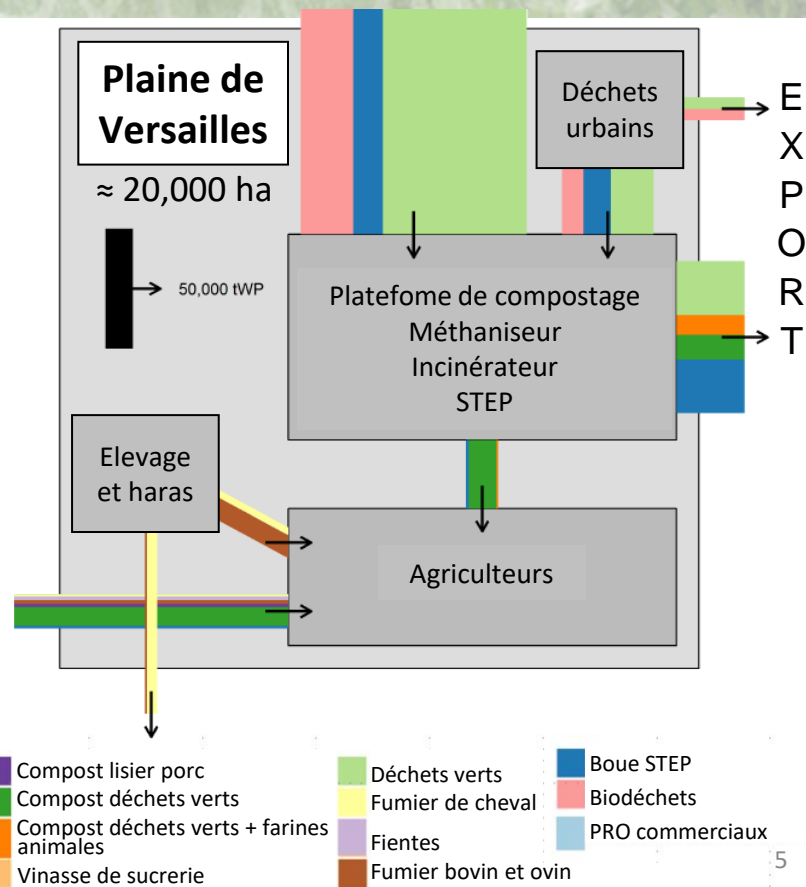
# Place des PRO dans le bouclage des cycles

- Quel rôle des PRO dans le bouclage des cycles biogéochimiques ?
- A quel point le recyclage des PRO peut permettre une autonomie en éléments fertilisants d'un territoire ? Quelle importance en comparaison aux autres flux ?
- A quelle échelle ce bouclage doit avoir lieu ?
  - Symbiose agri-urbain (*Verger et al., 2016, Dumoulin et al., 2017*)
  - Polyculture-élevage, de l'exploitation au territoire (*Nesme et al., 2015, Ryschawy et al., 2017*)
  - Transport de PRO entre territoire vs relocalisation de l'élevage ? (*Willeghems et al., 2017*)
- Des évolutions temporelles à considérer, de l'exploitation à l'échelle globale (*Güldner & Krausmann, 2017, Morée et al., 2013*)
- Question indissociable de celle des systèmes alimentaires (flux de nutriments associés aux flux d'aliments humain/animaux) → métabolisme agri-alimentaire (*Tedesco et al., 2017*)

# Exemple à l'échelle d'un petit territoire agri-urbain

Adapté de Moinard (2018)

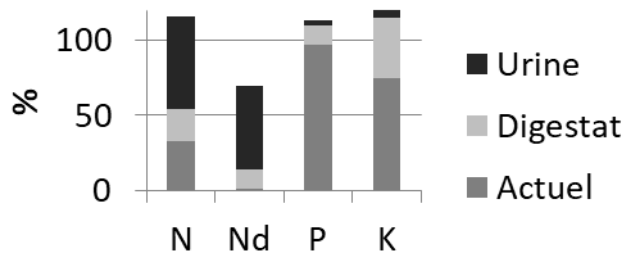
- Diagnostic des flux de PRO à l'échelle d'un petit territoire agri-urbain



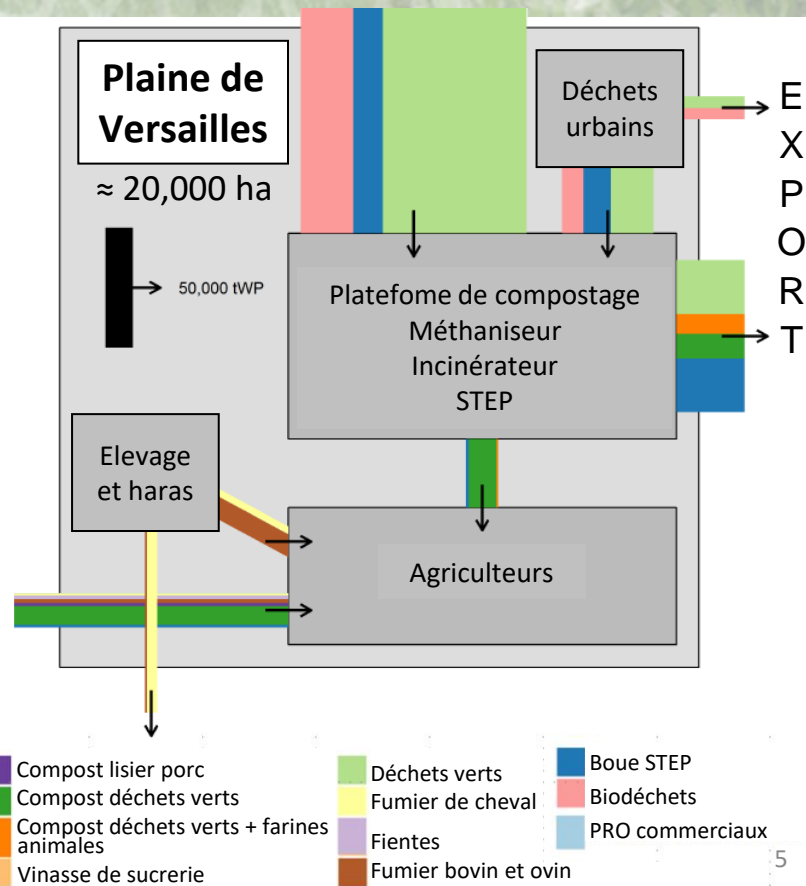
# Exemple à l'échelle d'un petit territoire agri-urbain

Adapté de Moinard (2018)

- Diagnostic des flux de PRO à l'échelle d'un petit territoire agri-urbain
- Contribution des PRO produits actuellement :
  - 42 % du retour de C au sol par les résidus de culture
  - 100 % des demandes en P et K de l'agriculture
  - Déficit en N, particulièrement en N disponible, mais disponibilité N long terme non considérée
- Contribution actuelle moindre (fortes exportations)
- Potentiel d'augmentation en mobilisant des ressources nouvelles (digestat biodéchets, urine)



*Ratio demande NPK agricole / fourniture par les PRO*





# Optimisation agro-environnementale du recyclage des PRO

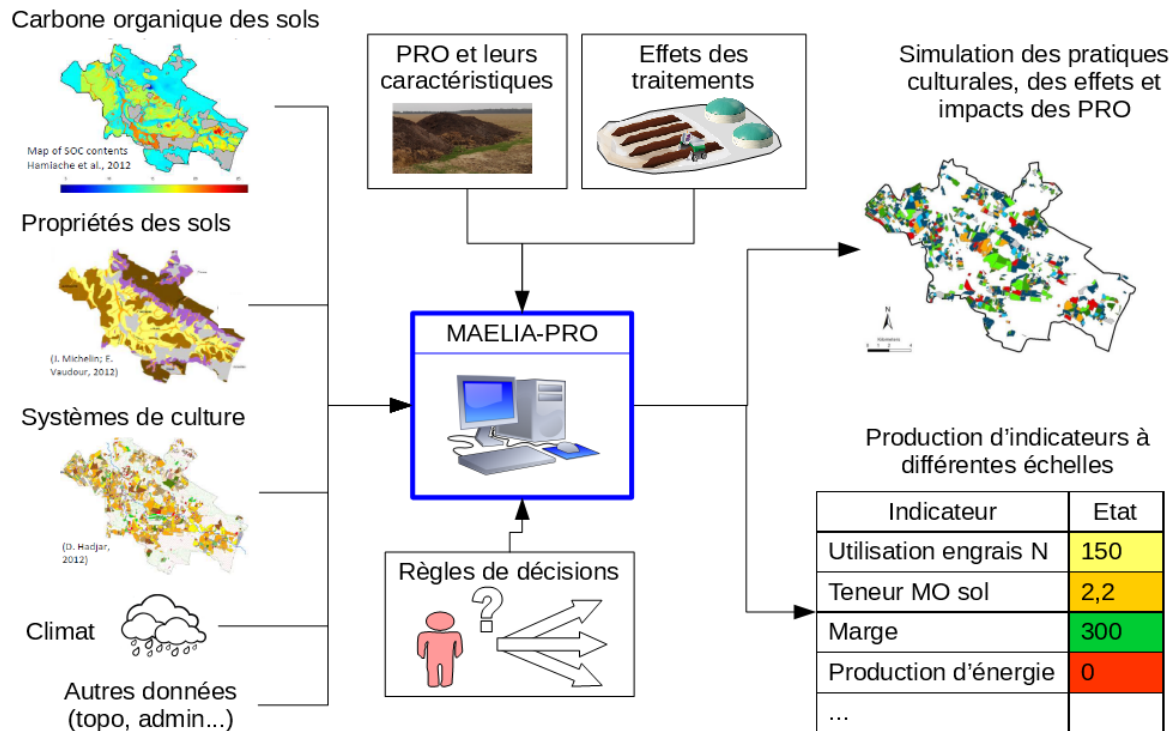
- Comment utiliser au mieux les ressources en PRO d'un territoire pour
  - Maximiser l'efficacité fertilisante et/ou amendante (*Le Villio et al., 2001, Brown et al., 2005, Noirot-Cosson, 2016*)
  - Limiter les fuites de N et/ou P (*Duretz et al., 2011, De Vries et al., 2015, Sharara, 2016*)
  - Limiter la dissémination de contaminants, de résistance aux antibiotiques (*Lu et al., 2012*)
  - Stocker du carbone (*Mondini et al., 2012, Noirot-Cosson, 2016*)
  - Produire de l'énergie ou extraire des molécules d'intérêt (*Pedizzi et al., 2018*)
- En prenant en compte :
  - la diversité des PRO, des sols, climats et systèmes de cultures
  - les traitements / exports, envisageables, leurs effets sur les PRO et où les localiser (*Höhn et al., 2014, Willeghems et al., 2016, Pedizzi et al., 2018, Yoshida et al., 2018*)
  - les exploitations agricoles (règles de décision, territoire, matériel...)
  - la logistique d'épandage (*Guerrin, 2001, Wassenaar et al., 2015*)
  - la réglementation
- De l'échelle de l'exploitation aux grandes régions (> 10 000 ha)



# MAELIA-PRO dans le projet PROTERR

- Développement d'un outil d'évaluation multicritère spatialisé prenant en compte les spécificités des PRO
- Modélisation à base physique des effets des PRO et modélisation des comportements des acteurs
- Basé sur une plateforme de modélisation existante
- Besoin des résultats d'essais longue durée pour paramétrer l'outil et d'une connaissance fine des territoires

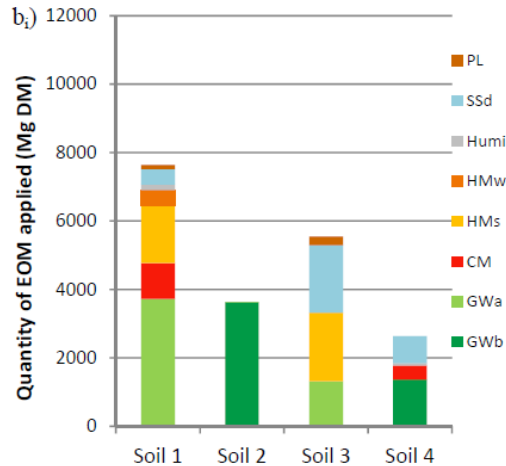
## Schéma de principe de l'outil MAELIA-PRO



# Exemple d'optimisation du recyclage des PRO

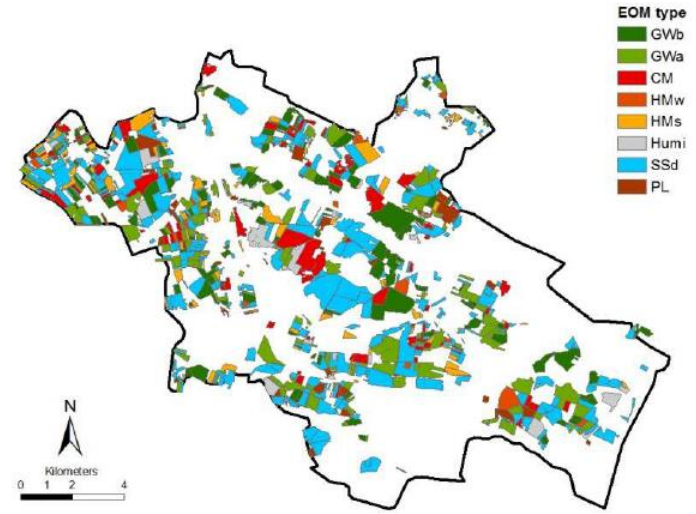
Premiers essais dans un cadre simplifié (Noirot-Cosson, 2016)

- Optimisation du type et de la quantité de PRO par type de sol et successions de culture pour maximiser le stockage de carbone ou l'économie d'engrais N en évitant les surplus de P
- Simulations basées sur des simulations long-terme avec un modèle de culture (CERES-EGC)
- Jusqu'à 58 kg N / ha d'engrais minéral N économisé



*Distribution des PRO par parcelle pour maximiser l'économie d'engrais*

*Quantité de PRO apportés par type de sol pour maximiser le stockage de carbone*



# Prise en compte des acteurs des territoires

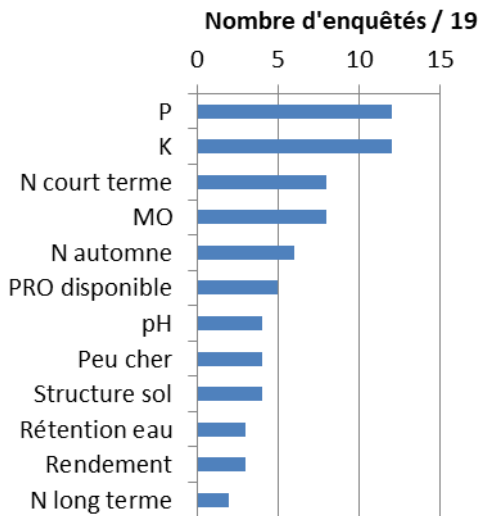
- Quelles attentes des acteurs des territoires sur le sujet ?
- Comment conseiller les acteurs pour une bonne prise en compte des effets des PRO et limiter les impacts (nutriments en excès...) → développement d'outil d'aide à la décision (*Machet et al., 2017*)
- Quelles perceptions des PRO par les agris ? Quels facteurs influencent l'adoption de nouvelles pratiques ? (*Joncoux, 2013, Case et al., 2017, Wang et al., 2018*)
- Quelle acceptabilité sociale du recyclage des PRO? Quels facteurs déterminent l'implantation d'une unité de traitement ? Ex : odeurs et risques liés au traitement et aux épandages (*Barbier, 2014*)
- Quels intérêt économiques à court et long terme du recyclage pour les agriculteurs ? Quels leviers économiques pour favoriser la valorisation agricole des PRO? Quel marché pour les PRO (*Lupton, 2017, Swinton et al., 2007*)

# Perceptions des agriculteurs

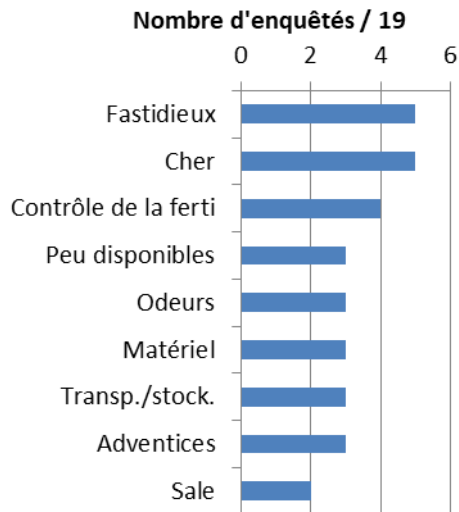
## Perceptions des agriculteurs sur les PRO

(enquêtes plaine de Versailles, Moinard, 2018)

### Raisons pour l'usage des PRO



### Raisons pour non usage des PRO



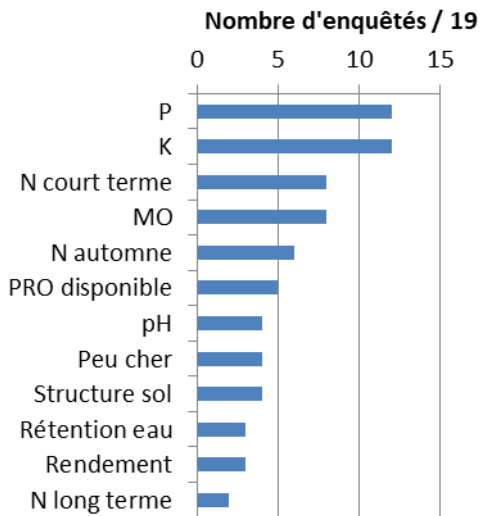


# Perceptions des agriculteurs et consommateurs

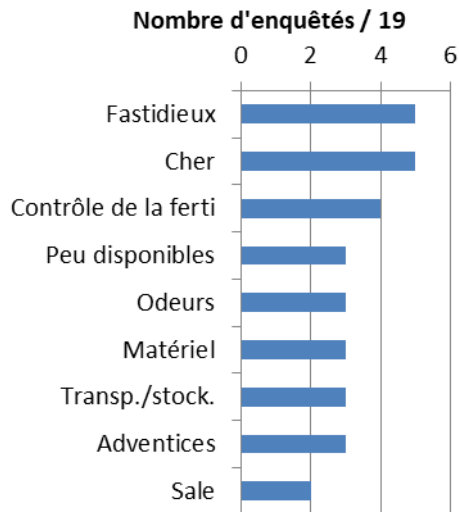
## Perceptions des agriculteurs sur les PRO

(enquêtes plaine de Versailles, Moinard, 2018)

### Raisons pour l'usage des PRO



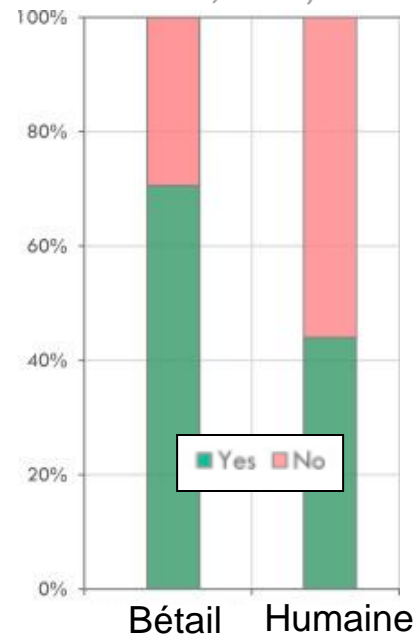
### Raisons pour non usage des PRO



## Attitude des consommateurs sur le recyclage de l'urine en agriculture

(adapté de Simha et al., 2018)

Mangeriez-vous des aliments issus de cultures fertilisées avec de l'urine ?



# Conclusion

- Gestion territoriale des PRO est nécessaire :
  - pour identifier l'importance relative des PRO dans les cycles biogéochimiques des territoires
  - pour considérer la variabilité spatiale des PRO et de leurs effets
  - pour concorder avec l'échelle de gestion des sujets connectés (production agricole de qualité en quantité, qualité de des sols, de l'eau, de l'air...)
  - pour considérer les préférences des différents acteurs
- Approche multicritère et participative nécessaire
- Recours à la modélisation indispensable pour tester des scénarios, mais besoin de développer des outils simplifiés pour aider à la décision
- Place centrale des sites d'expérimentation pour
  - l'acquisition de données et de connaissances,
  - le développement et la validation des modèles et indicateurs
  - l'animation et le transfert vers les acteurs des territoires

# Merci de votre attention

