



SOERE PRO

Assemblée Générale
15 décembre 2020, visioconférence



Impacts de l'introduction de la méthanisation à la ferme sur les bilans Carbone et Azote de la fertilisation des cultures : Résultats de 3 ans de mesures à Nouzilly en région Centre Val-de-Loire

Antoine Savoie¹, Victor Moinard², Catherine Pasquier³, Florent Levavasseur²,
Sabine Houot²

(1) INRAE UEPAO, 37380 Nouzilly ; (2) INRAE ECOSYS, 78850 Grignon ; (3) INRAE Sol, 45000 Orléans

MétaMétha





1. Présentation du projet MétaMétha

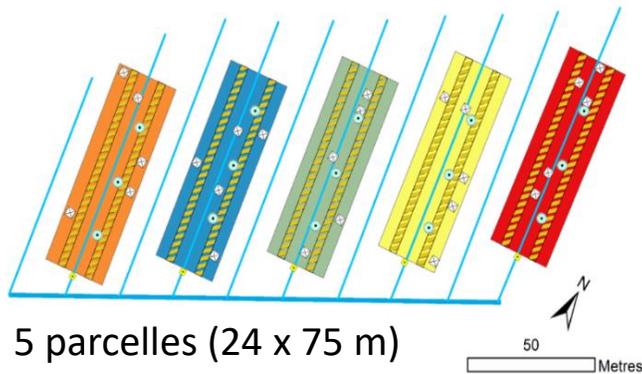
2. Résultats agronomiques liés à l'utilisation des digestats

3. Cycle de l'azote à l'échelle de la parcelle

4. Vers une évaluation environnementale

Présentation de l'essai MétaMétha

- Etude de l'arrivée de la méthanisation dans une exploitation en polycultures-élevage
- Essai système
- Echelle parcelle. Tenir compte des contraintes agricoles

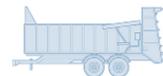


Systèmes	Fertilisation	Amendement
	 x5	 x2
Elevage bovin	Lisier	Fumier
Grande culture	Solution N390*	/
Elevage bovin + méthaniseur avec séparation de phase	Digestat liquide	Digestat solide
Parcelle sans apport	/	/
Elevage bovin + méthaniseur	Digestat brut	Digestat brut

* 39 u N pour 100L :
30% d'azote dont :
- 7,3 % azote nitrique,
- 7,3 % azote ammoniacal,
- 15,4 % azote uréique.



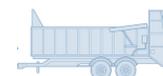
03/2017 04/2017



08/2017



03/2018



09/2018



02/2019 03/2019



Le Méthaniseur

- Voie humide mésophile
- 250 kW élec. et 219 kW therm.
- Intrants : 12 000t/an : Effluents d'élevage, Boues de STEP, Déchets IAA

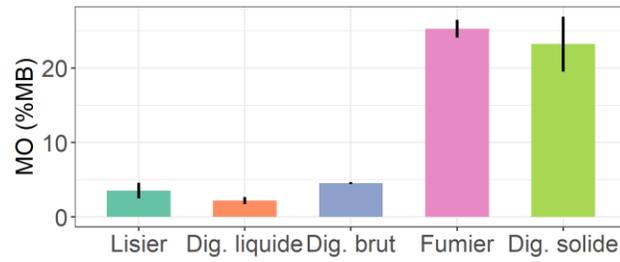
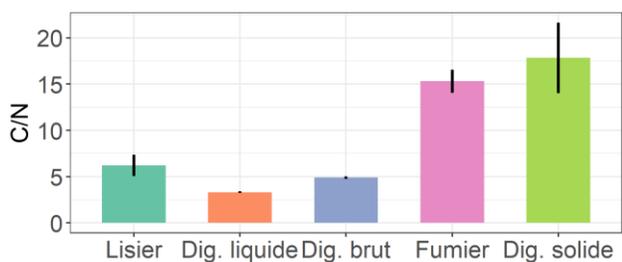
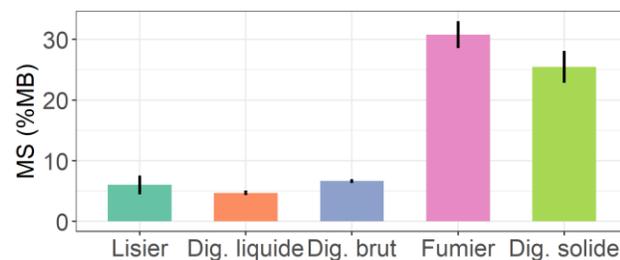
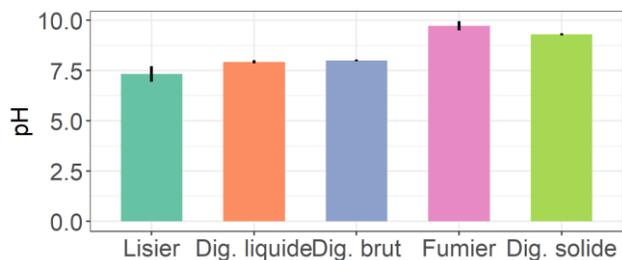
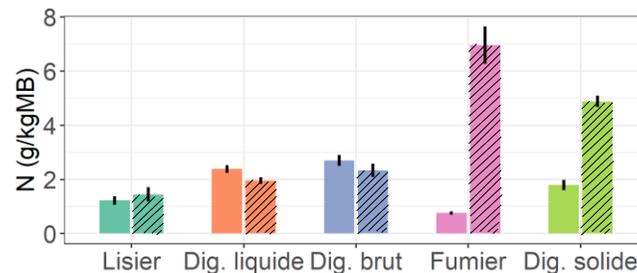


Presse à vis*

* 64% de la MS reste dans le digestat liquide (Séparation de phase limitée).

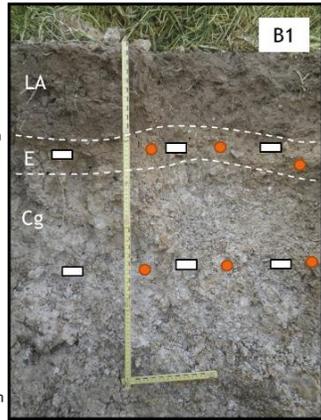
Les PRO

□ Azote minéral
 ▨ Azote organique



Suivi du site MétaMéth

Reliquats N



N exporté



Protoxyde d'azote



Ammoniac





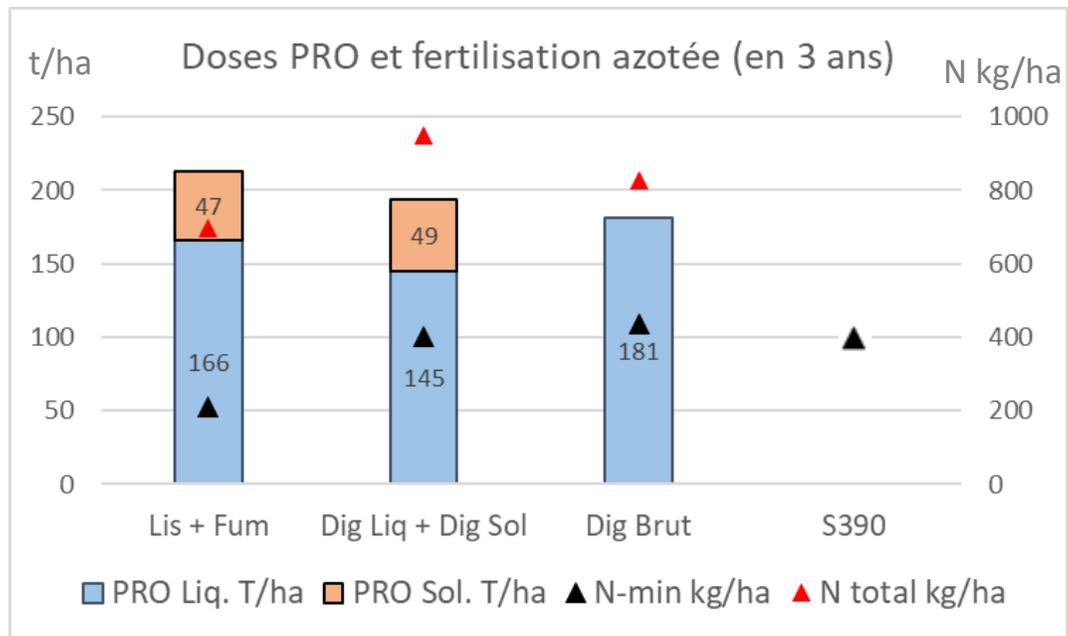
1. Présentation du projet MétaMétha

2. Résultats agronomiques liés à l'utilisation des digestats

3. Cycle de l'azote à l'échelle de la parcelle

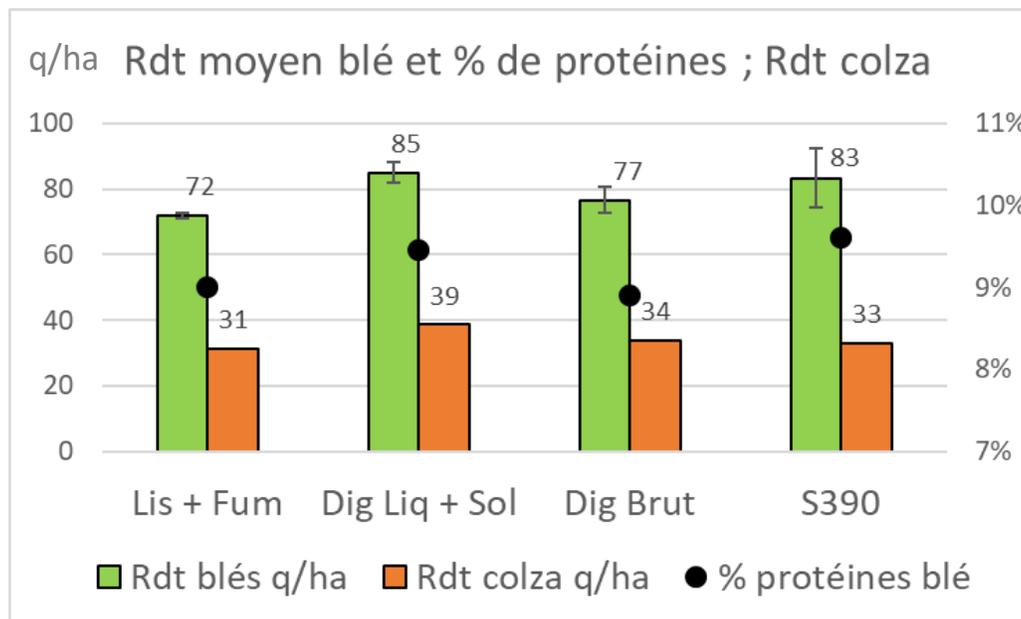
4. Vers une évaluation environnementale

Résultats agronomiques



- Avec les mêmes tonnages de PRO épandus, on atteint de plus hauts niveaux de fertilisation avec les digestats,

- Des rendements corrects peuvent être assurés grâce aux digestats
- Mais taux de protéines trop faibles car pas de « 3^e apport »
=> système mix



Synthèse économique

- Le lieu de stockage des PRO est proche du plan d'épandage (< 3km)
- Prix des PRO = 0

en €/ha.an	Lis + Fum	Dig Liq + Sol	Dig Brut	S 390
PRODUITS	1427	1666	1481	1580
CHARGES OPE	203	197	197	288
CHARGES MECA	328	333	332	216
CHARGES MO	69	70	72	35
MARGE BRUTE	1224	1469	1284	1292
MARGE SEMI NETTE	897	1136	952	1076
MARGE SEMI NETTE - MO	828	1066	881	1041

- Après déduction de la Main d'œuvre, Digestats séparés et N390 ont des marges semi-nettes équivalentes
- Fertiliser avec des digestats n'impacte pas le bilan économique de l'activité agricole dans les conditions de l'étude

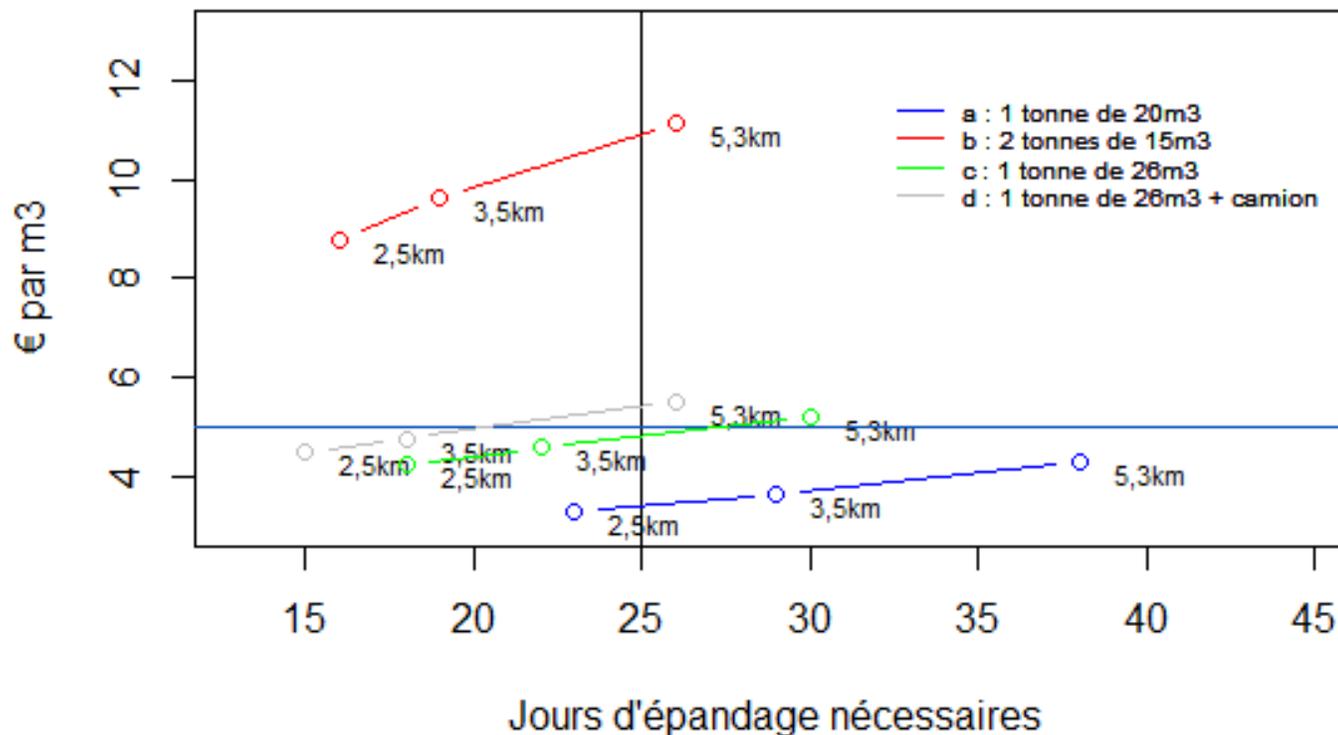
Epandage : aspects logistiques

PRO liquides : 8 283m³ (moyenne 2018 à 2020)

Plan d'épandage : îlot 1 (308 ha) à 2km des sources de PRO, îlot 2 (57 ha) à 5km

Scénarios, 2 paramètres étudiés :

- L'**éloignement** des parcelles : 2,5km/3,5km/5,3km
- Le **matériel** utilisé (achat, entretien, utilisation) : a/b/c/d



1 scénario = 1 combinaison : Matériel(s) d'épandage X Eloignement des parcelles



1. Présentation du projet MétaMétha

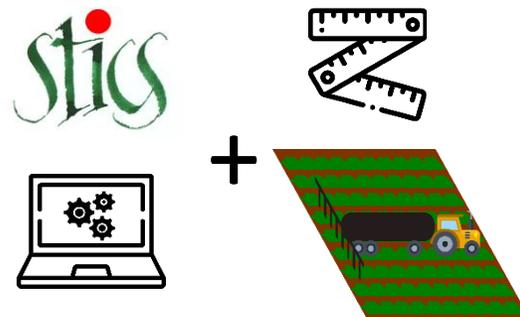
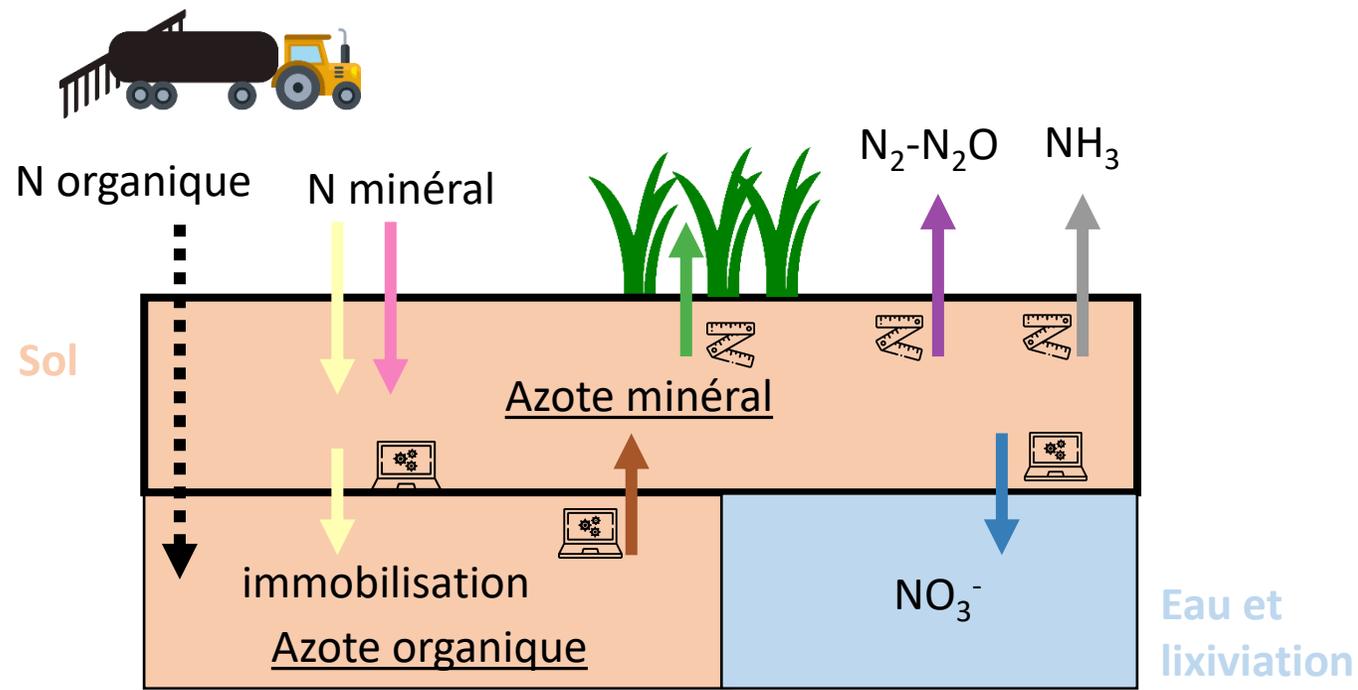
2. Résultats agronomiques liés à l'utilisation des digestats

3. Cycle de l'azote à l'échelle de la parcelle

4. Vers une évaluation environnementale

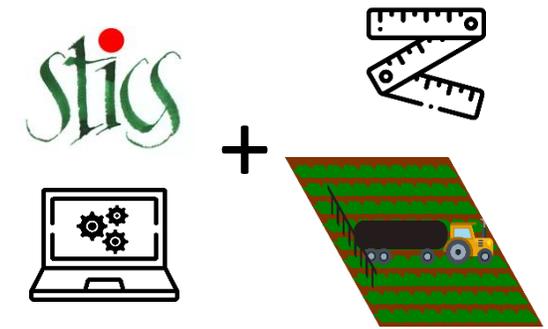
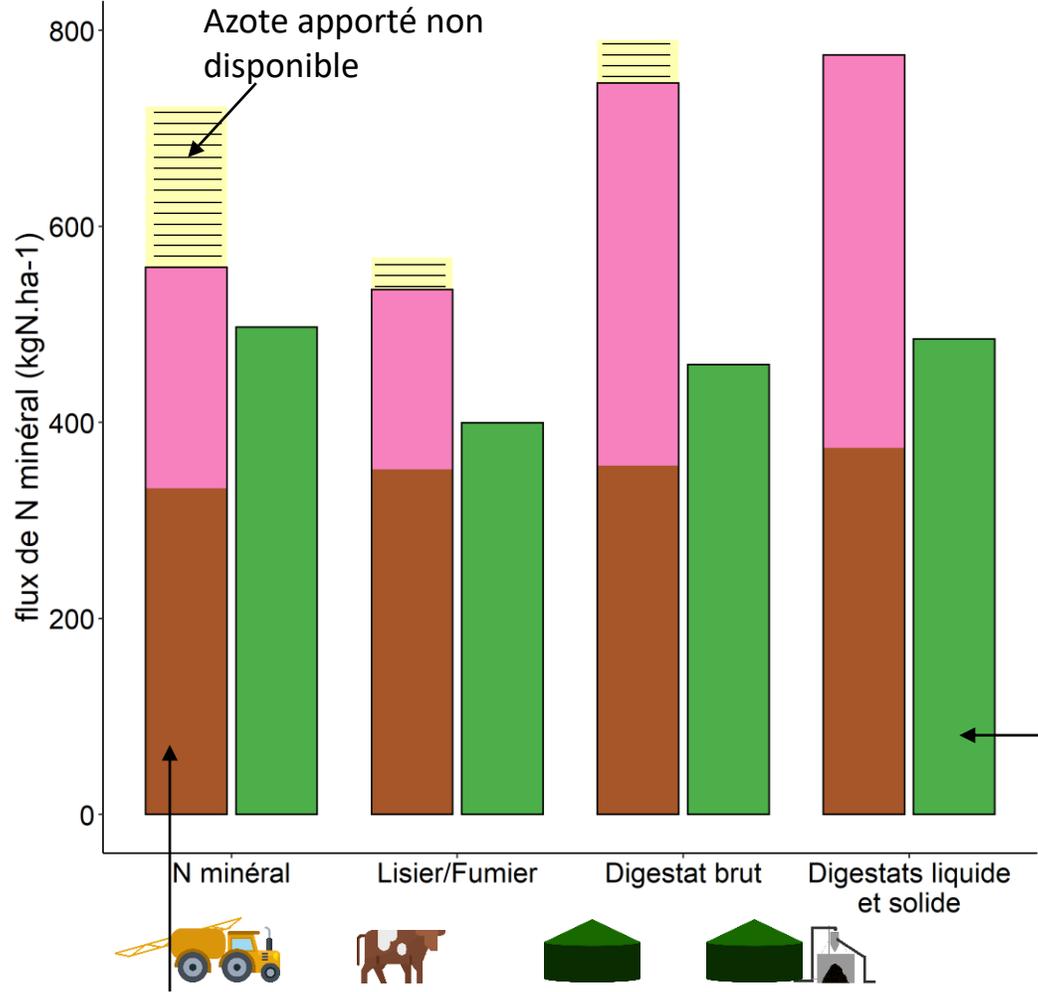
Bilan d'azote minéral :

quel azote est disponible pour les plantes ?



Bilan d'azote minéral : quel azote pour les plantes ?

Fourniture d'azote minéral et export d'azote par les plantes (3 ans)

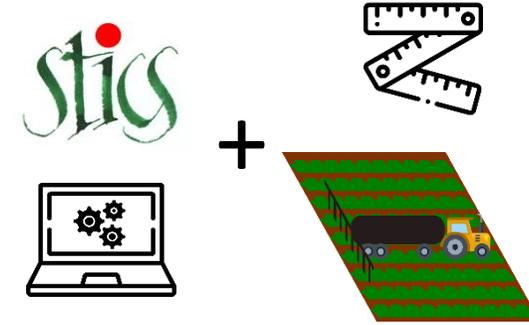
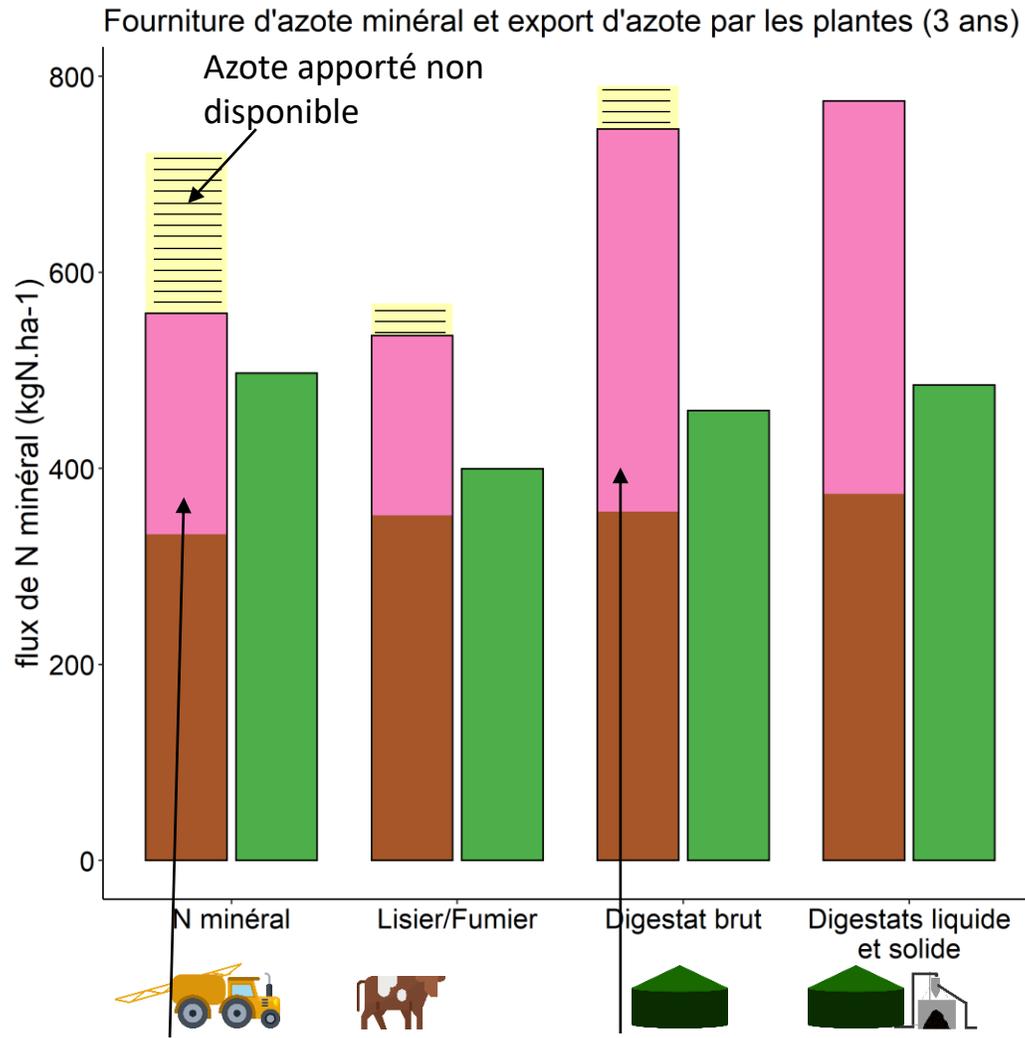


- Type de flux
- Immobilisation nette (modèle)
 - N assimilé par la plante (mesure)
 - Apport d'azote minéral disponible pour la plante (fertilisants minéraux ou organiques)
 - Minéralisation (modèle)

Droite = assimilation des plantes

Gauche = fourniture d'azote

Bilan d'azote minéral : quel azote pour les plantes ?



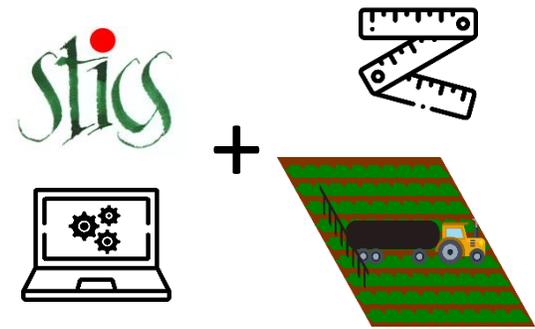
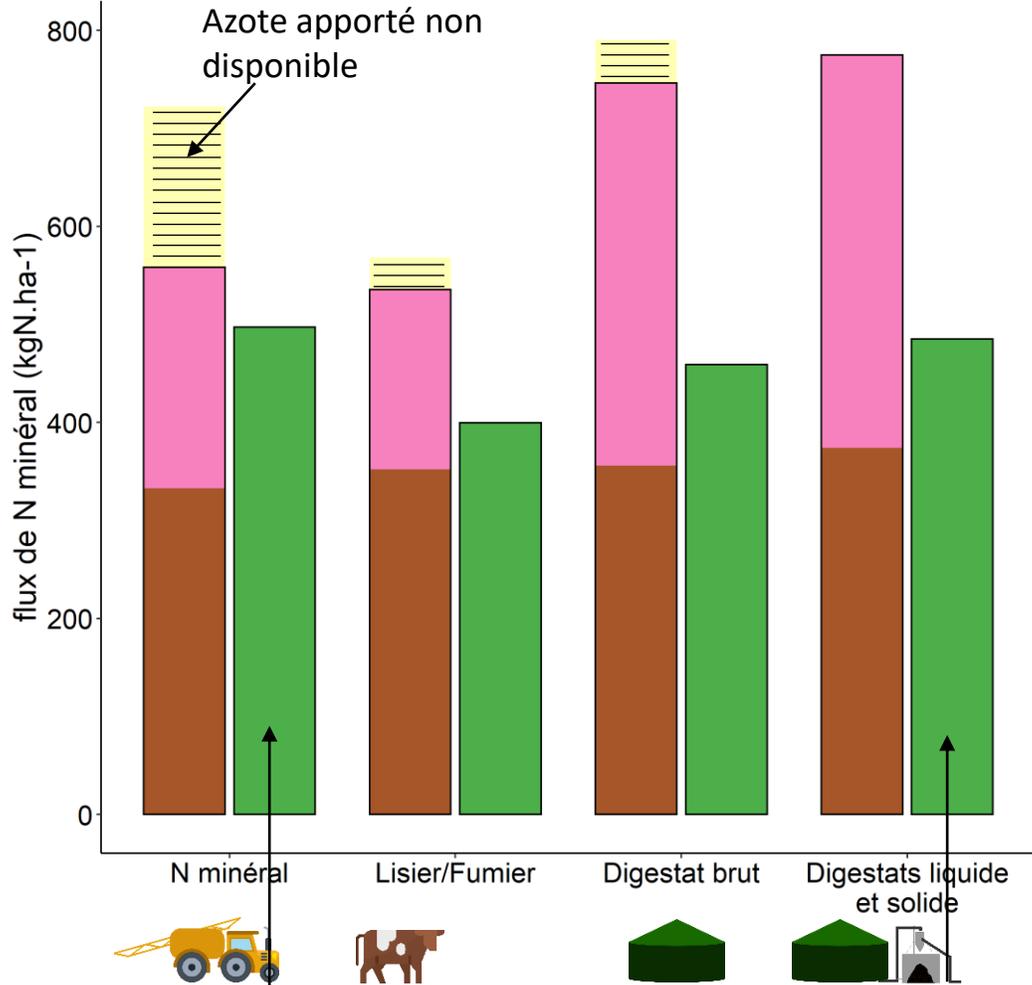
Type de flux

- Immobilisation nette (modèle)
- N assimilé par la plante (mesure)
- Apport d'azote minéral disponible pour la plante (fertilisants minéraux ou organiques)
- Minéralisation (modèle)

Les apports d'azote sont très importants en système digestats

Bilan d'azote minéral : quel azote pour les plantes ?

Fourniture d'azote minéral et export d'azote par les plantes (3 ans)

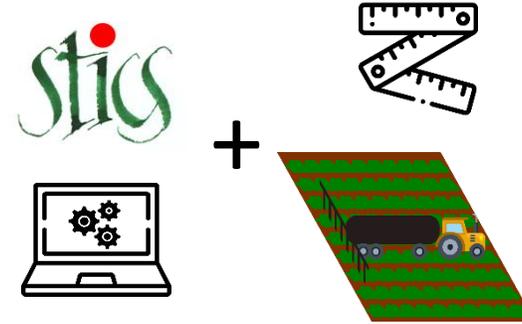
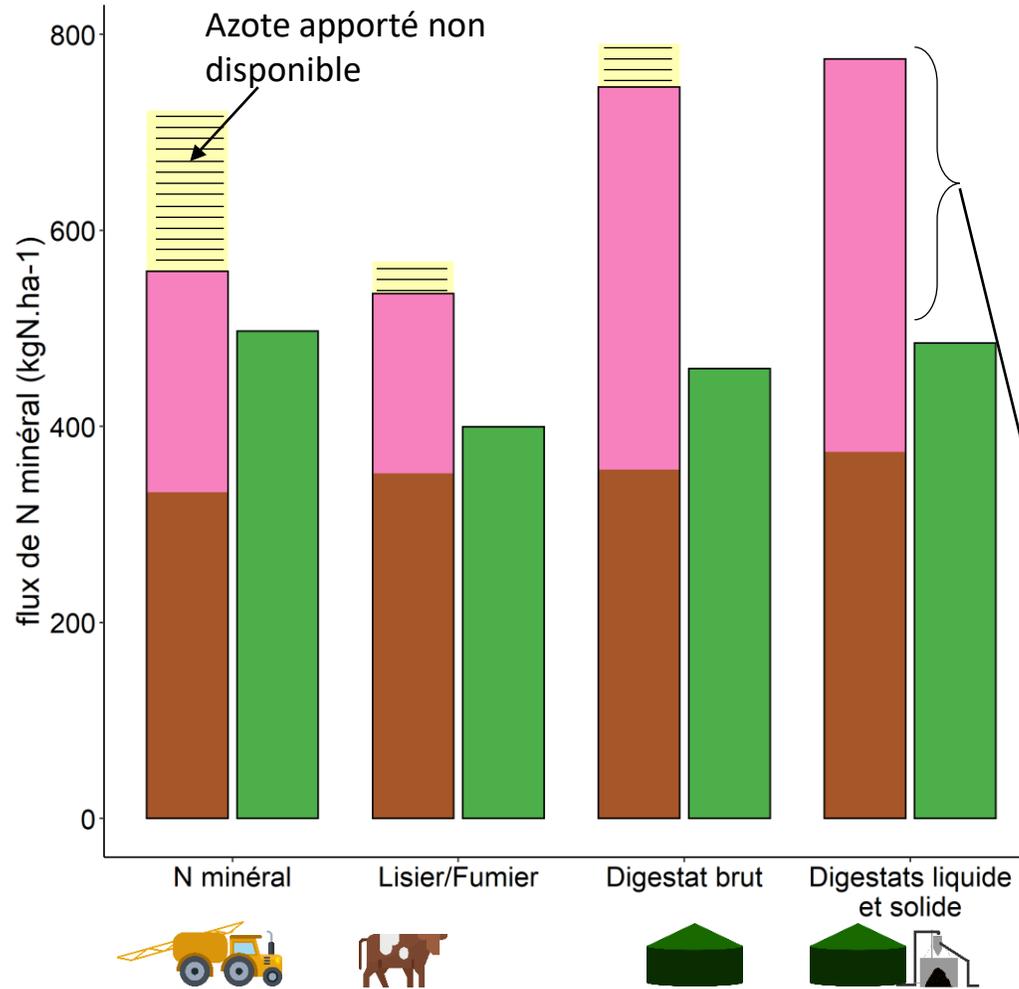


- Type de flux
- Immobilisation nette (modèle)
 - N assimilé par la plante (mesure)
 - Apport d'azote minéral disponible pour la plante (fertilisants minéraux ou organiques)
 - Minéralisation (modèle)

L'assimilation d'azote sur le système digestat est similaire au système engrais minéral : bon pouvoir fertilisant

Bilan d'azote minéral : quel azote pour les plantes ?

Fourniture d'azote minéral et export d'azote par les plantes (3 ans)



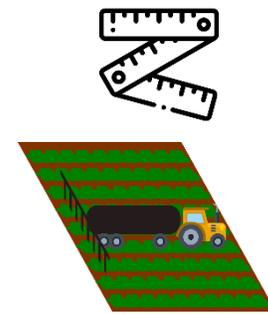
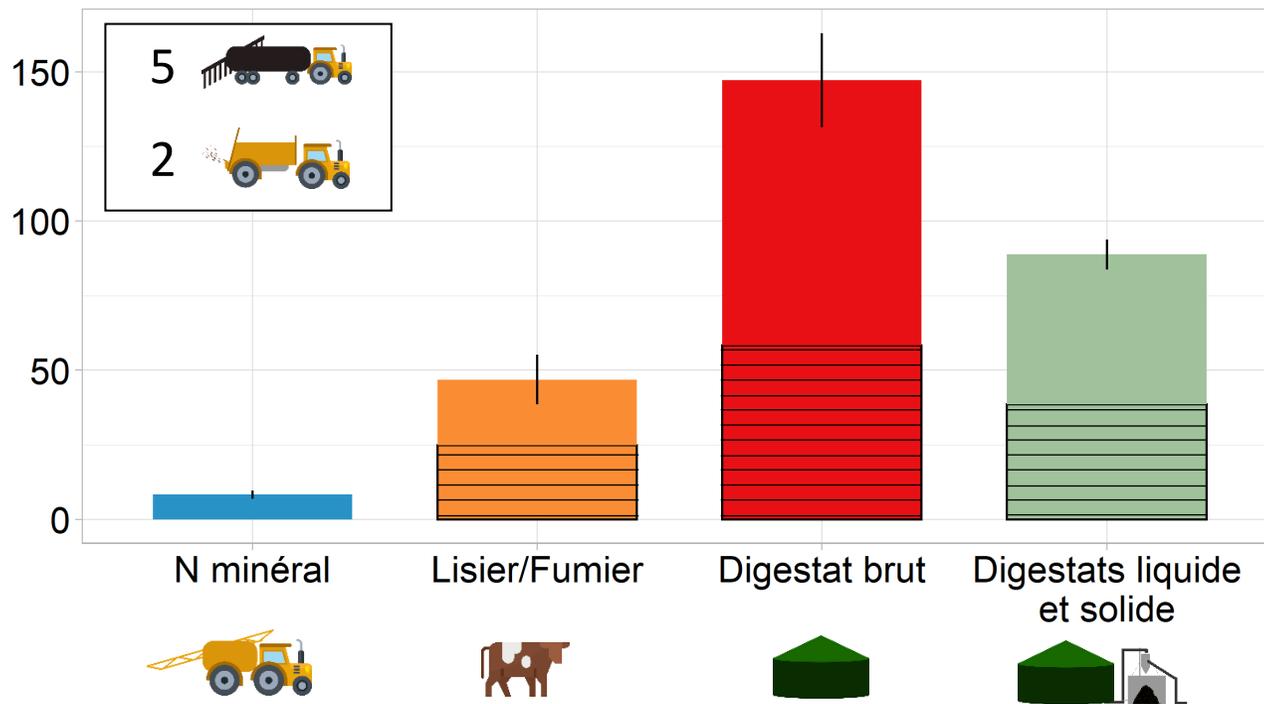
- Type de flux
- Immobilisation nette (modèle)
 - N assimilé par la plante (mesure)
 - Apport d'azote minéral disponible pour la plante (fertilisants minéraux ou organiques)
 - Minéralisation (modèle)

Delta = lixiviation
 + volatilisation
 + azote racinaire
 + incertitudes

Systemes digestats : plus de risques de pertes d'azote

Pertes en N : volatilisation d'ammoniac

Emission de NH_3 , en kg N ha^{-1} (3 ans)



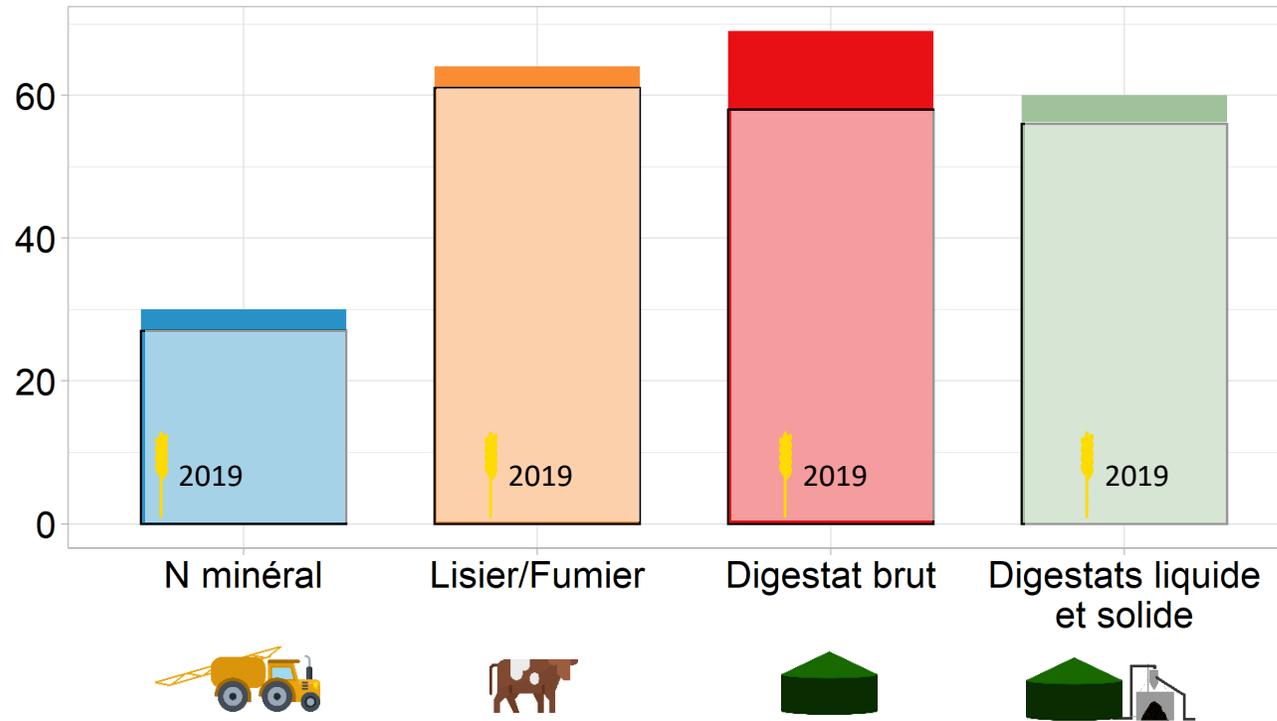
Émissions après apports d'été ou d'automne

- Sensibilité des digestats à la volatilisation
- La volatilisation en été est forte
- La séparation de phase diminue la volatilisation

Pertes en N : lixiviation de nitrate



Lixiviation de NO_3^- , en kg N ha^{-1} (3 ans)

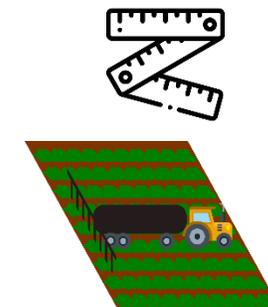
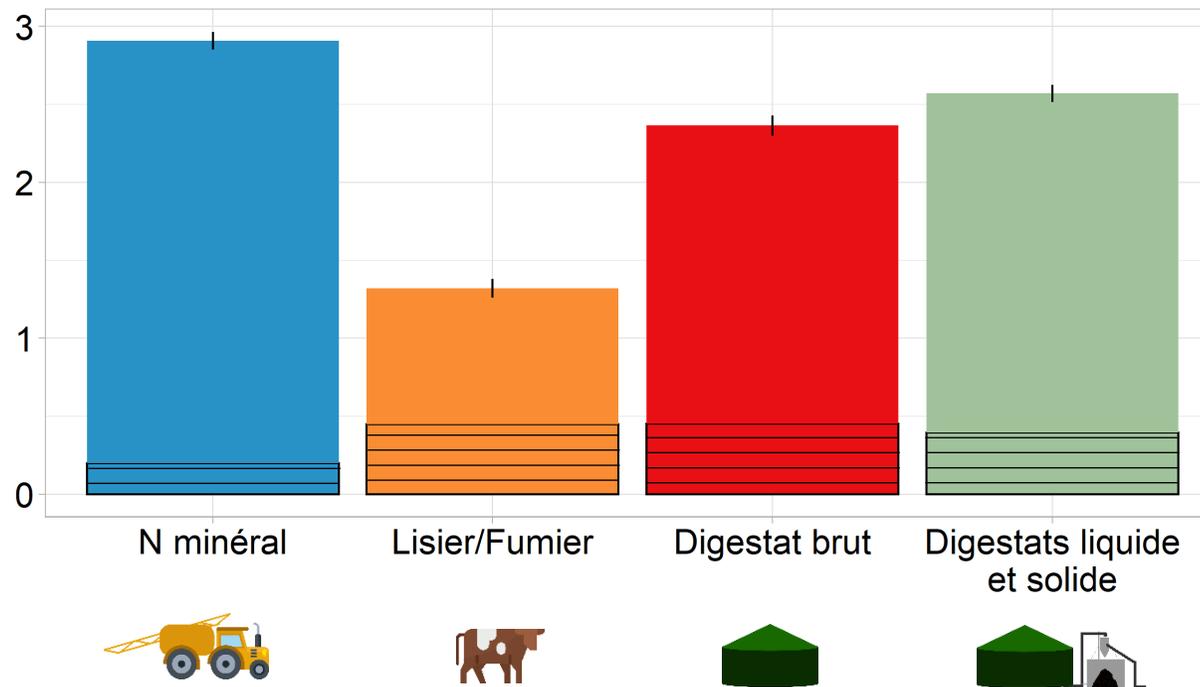


Hiver 2018 – été 2019

- Presque toute la lixiviation sur une même période sur tous les systèmes : effet météorologique
- Lixiviation due aux doses et dates d'apports (apport de PRO devant blé)
=> Pratique à éviter (*réalisée ici pour les besoins de la Recherche*)
- La modélisation montre une lixiviation identique sur les systèmes organiques

Pertes en N : émissions de N₂O

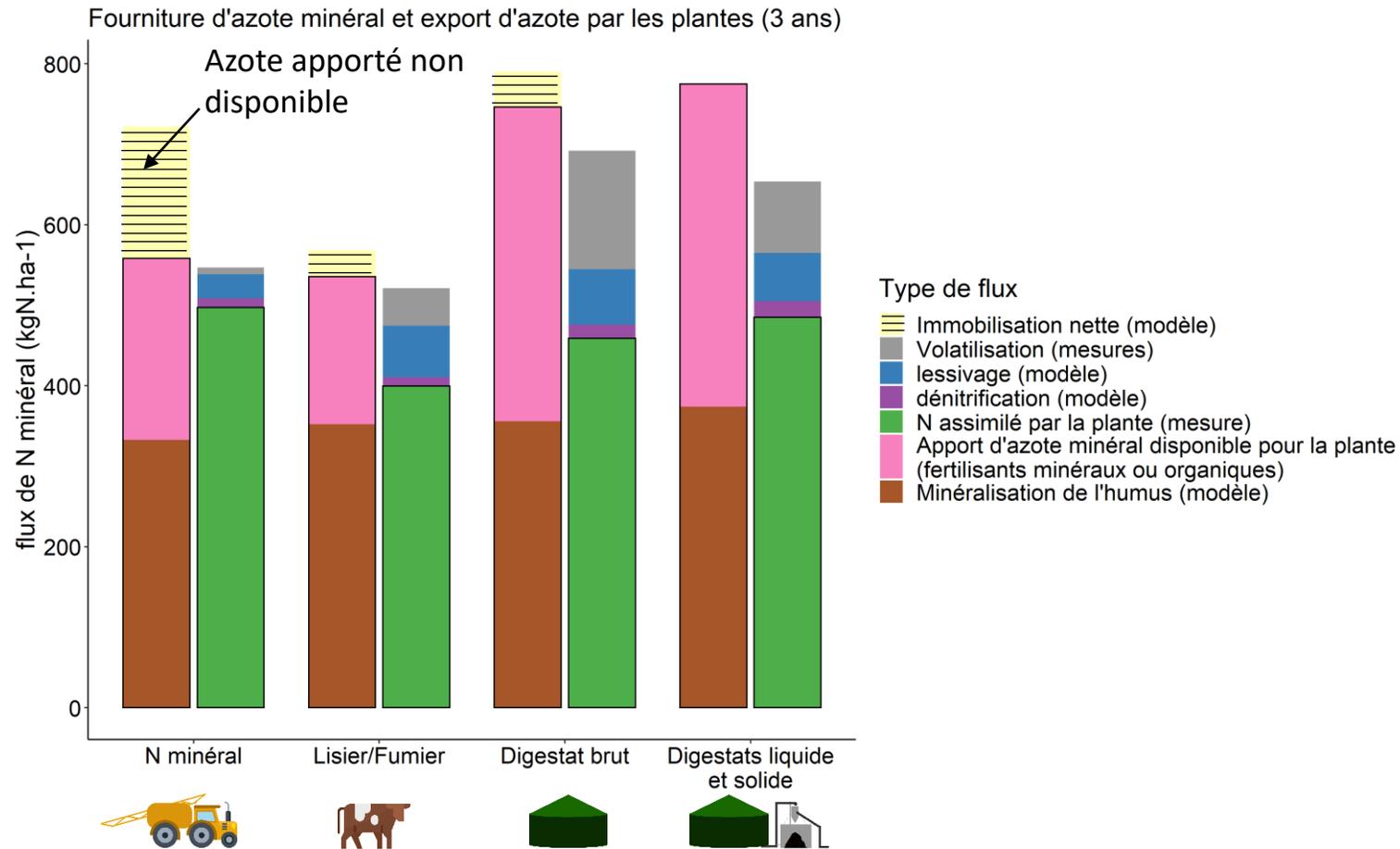
Emission de N₂O (3 ans, kgN ha⁻¹ an⁻¹)



Émissions après apports d'été ou d'automne

- Les importantes doses d'azote apportées avec les digestats favorisent les émissions de N₂O
- Les émissions après apports d'été ou d'automne sont faibles

Importances des fuites par rapports aux apports

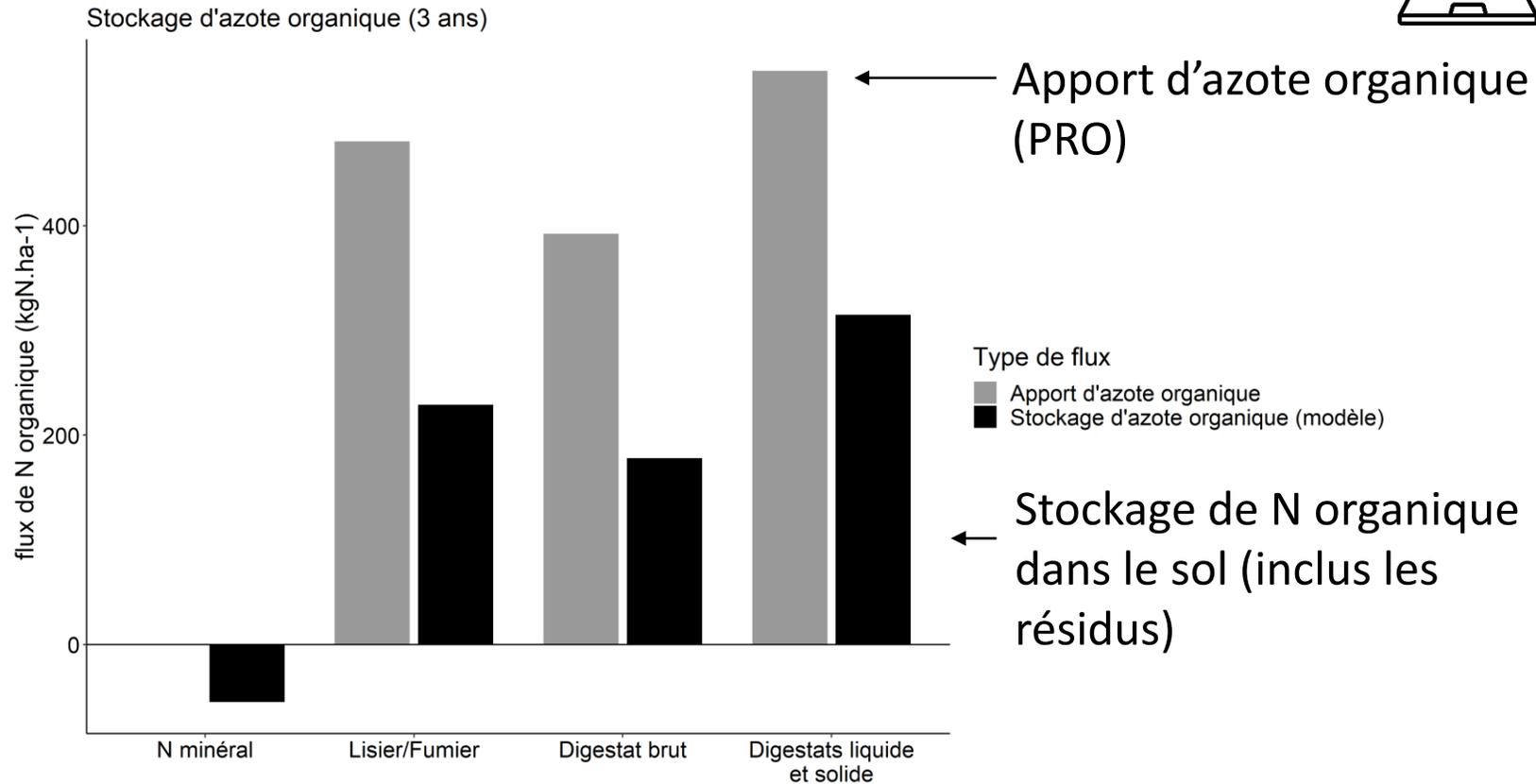


- Plus d'azote disponible avec les digestats :
 - ⇒ intéressant pour la fertilisation des cultures
 - ⇒ risque de fuites d'azote

Stockage de matière organique : vers une augmentation de la fertilité des sols



Stockage de N dans la MO su sol (modèle, 3 ans)



Les systèmes PRO stockent de la MO :
La fertilité (fourniture d'azote) du sol augmentera avec le temps



1. Présentation du projet MétaMétha

2. Résultats agronomiques liés à l'utilisation des digestats

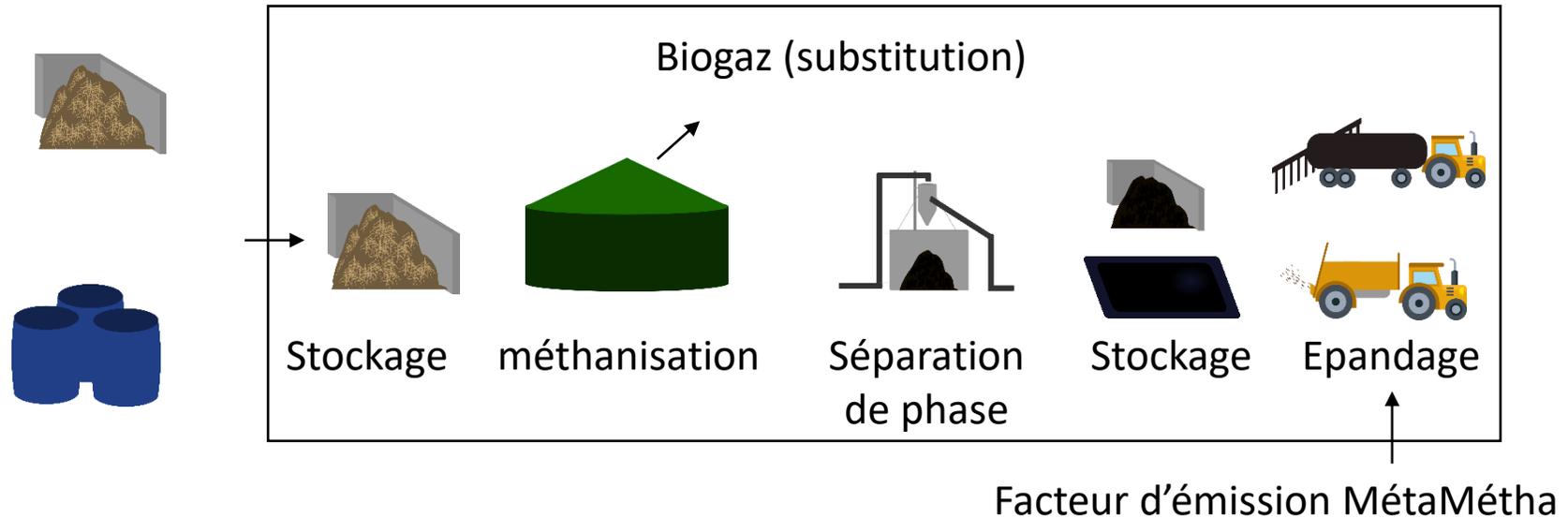
3. Cycle de l'azote à l'échelle de la parcelle

4. Vers une évaluation environnementale

ACV : systèmes et unité fonctionnelle



Objectif : Quel est l'impact de l'épandage par rapport aux autres impacts ?



Unité fonctionnelle : « Apporter 170kg/ha d'azote total au champ »



Ne lire que des tendances !

Point de vue : la méthanisation sert à fabriquer des digestats principalement

Vers une évaluation environnementale : ACV



Ordres de grandeur à retenir (résumé) :

Indicateur effet de serre (CO₂ eq)

kg CO₂ eq

Emission au stockage (déchets et digestats)

~2500

Process = stockage de C

~750

Transport et épandage (impact au champ) =
fabrication des engrais

~200

Indicateur acidification atmosphérique (molc H⁺ eq) (NH₃)

Emission au champ (15) > Emission au stockage (5)

Questionnements méthodologique :

- allocation VS substitution du biogaz, mix énergétique français (nucléaire) VS biogaz,
- manque de connaissances sur les émissions au stockages des déchets, lors du process

Conclusion

Fertilisation avec du digestat par rapports aux effluents bruts

Intéressant agronomiquement pour la fertilisation des cultures

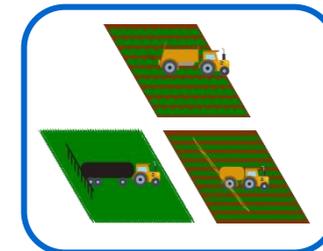
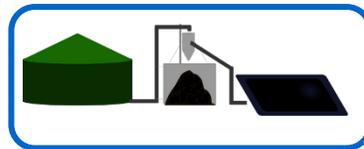
Plus de risques de fuites en azote qui peuvent être réduits par l'observation de bonnes pratiques

Les enjeux GES semblent se jouer plutôt au traitement qu'au champ

Perspectives pour la suite du projet

Sur le dispositif MétaMétha, les épandages sont maintenus pour suivre l'évolution des stocks de carbone du sol

Bilan C et N à l'échelle d'exploitations types en couplant 2 modèles



Modèle par bilan de masse
et facteurs d'émissions
IRSTEA/INRAE

STICS exploitation
long-terme



Merci pour votre attention !

**Impacts de l'introduction de la méthanisation
à la ferme sur les bilans Carbone et Azote
de la fertilisation des cultures :
Résultats de 3 ans de mesures à Nouzilly
en région Centre Val-de-Loire**

**Antoine Savoie¹, Victor Moinard², Catherine Pasquier³, Florent Levavasseur²,
Sabine Houot²**

(1) INRAE UEPAO, 37380 Nouzilly ; (2) INRAE ECOSYS, 78850 Grignon ; (3) INRAE Sol, 45000 Orléans

MétaMétha

