



➤ Effet de la méthanisation sur les flux d'azote au sein des exploitations

26 octobre 2022

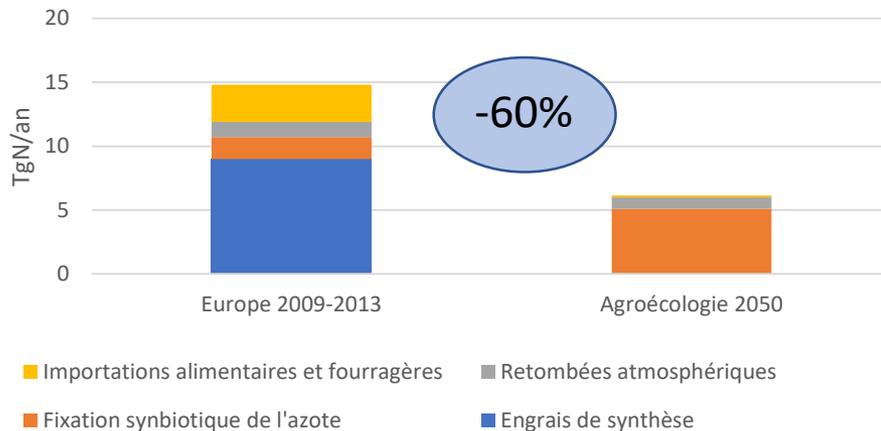
R. Girault

Avec la contribution gracieuse de Sabine Houot, Camille Launay, Victor Moinard, Anne Trémier, Grégory Vrignaud

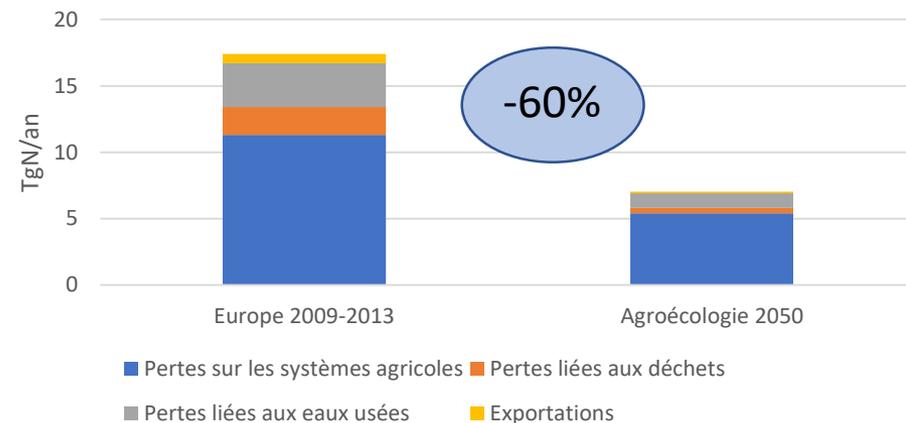
➤ Quels attendus sur les flux d'azote dans le cadre d'un scénario de transition agroécologique ?

➔ Exemple d'une approche de type métabolisme agri-alimentaire (Billen et al., 2021)

Flux d'azote entrants dans les systèmes agricoles européens



Pertes d'azote dans les systèmes agricoles européens



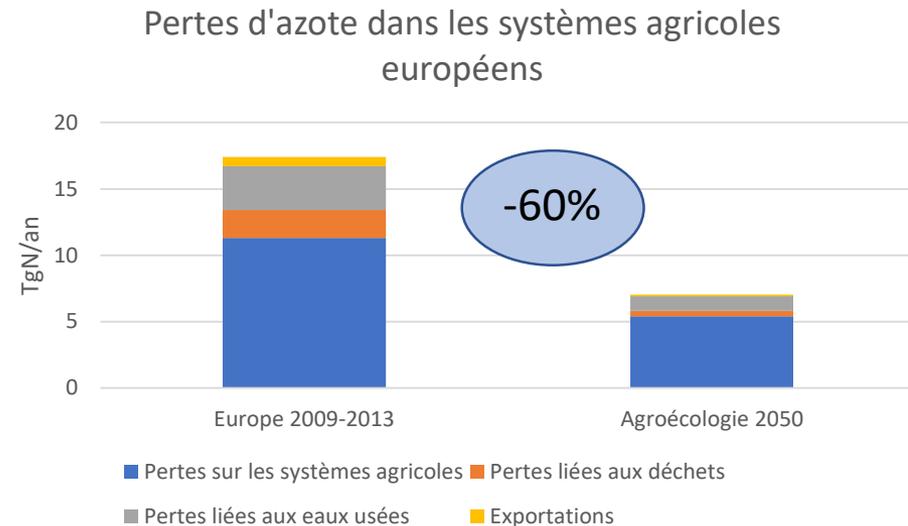
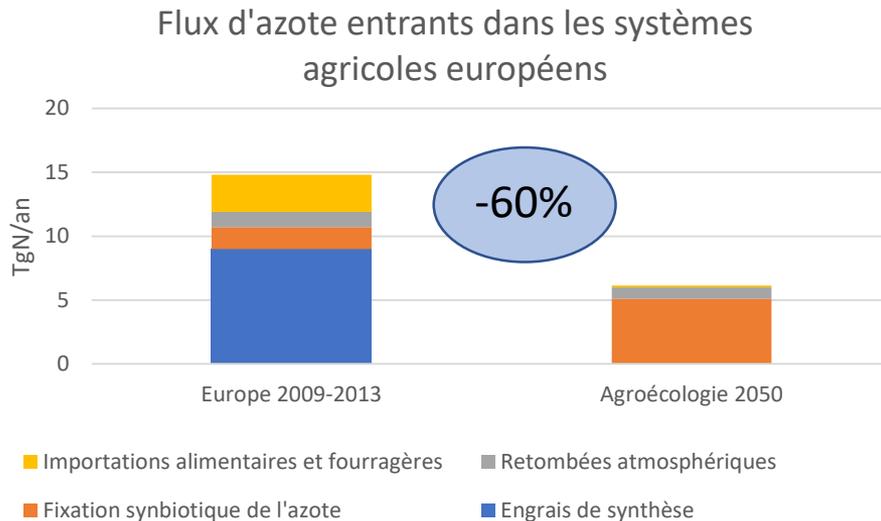
Quels leviers ?

- ✓ Suppression des sources exogènes (Haber-bosch et importations)
- ✓ Fixation symbiotique multipliée par entre 3 et 4.

- ✓ Pertes diffuses divisées à 2 à 3.
- ✓ Pertes liées non retour au sol des déchets et eaux usées divisées à 3 à 4
- ✓ Exportations divisées par 5

➤ Quels attendus sur les flux d'azote dans le cadre d'un scénario de transition agroécologique ?

➔ Exemple d'une approche de type métabolisme agri-alimentaire (Billen et al., 2021)



Quels leviers ?

- Boucler les cycles de nutriments en favorisant le retour au sol des déchets/résidus
- Limiter les pertes diffuses d'azote sur les systèmes d'agri-méthanisation
- Favoriser la fixation symbiotique de l'azote

Quel rôle de la méthanisation ?

➤ Effet de la méthanisation sur les flux d'azote au sein des exploitations

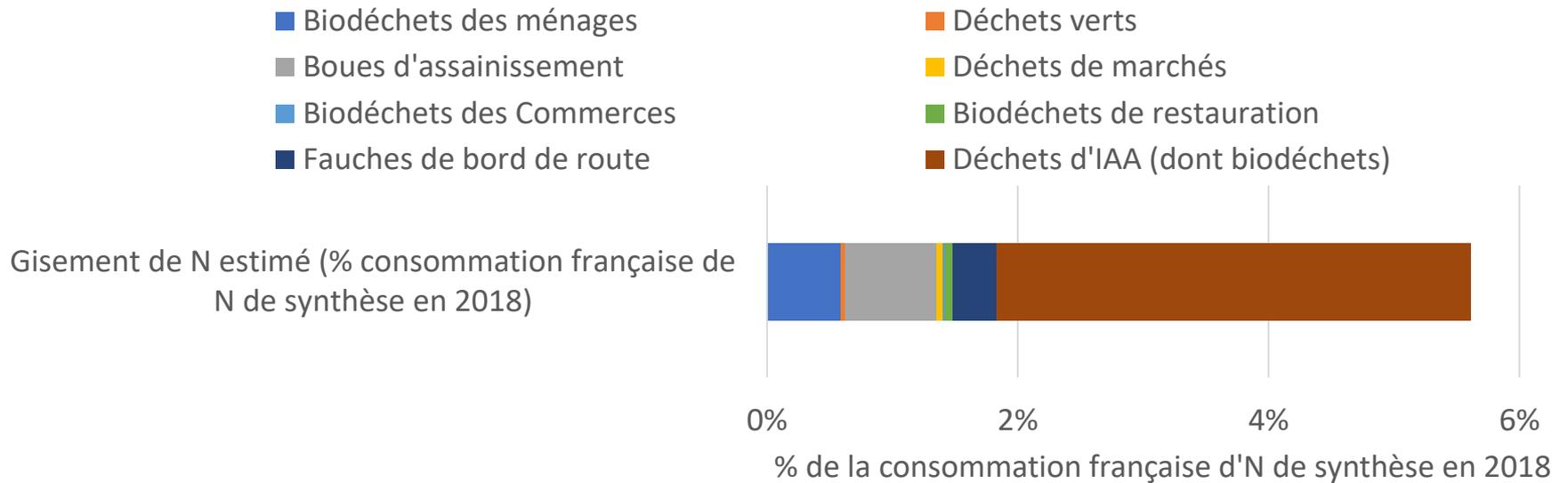


- Boucler les cycles de nutriments en favorisant le retour au sol des résidus
- Limiter les pertes diffuses d'azote sur les systèmes d'agri-méthanisation
- Favoriser la fixation symbiotique de l'azote

Quelle contribution potentielle de la méthanisation au retour au sol des résidus non-agricoles dans un contexte de transition agro-écologique ?



➤ Quelle contribution potentielle de la méthanisation pour le retour au sol des résidus non-agricoles ?



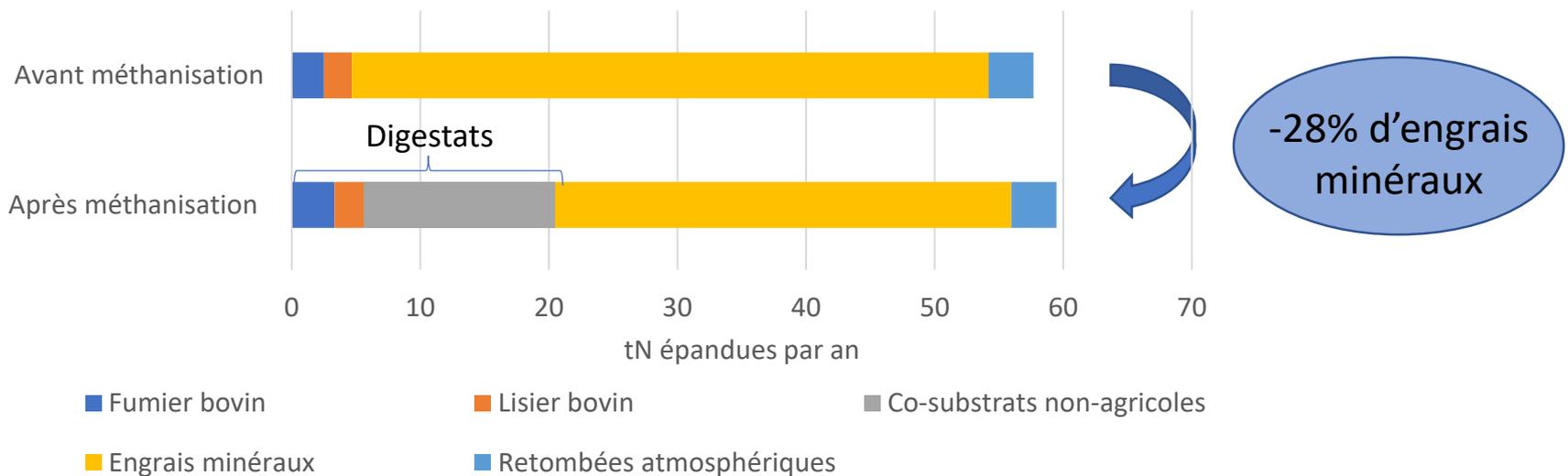
Estimation personnelle (ordres de grandeur) du gisement d'azote issu des biomasses non-agricoles dans le scénario « mix gaz 100% renouvelable en 2050 » (Solagro et al. 2018)



Contribution des substrats non-agricoles retournant au sol grâce à la méthanisation de l'ordre de 6% du besoin actuel (2018) en engrais minéraux ou de l'ordre de 9% du besoin total en N du scénario agro-écologie 2050 (Billen et al., 2021)

➤ Effet de l'échelle d'observation sur la contribution des substrats non-agricoles à la substitution des engrais minéraux ?

➔ Exemple de l'effet de la méthanisation sur les flux d'azote retournant au sol dans le cas du méthaniseur de Nouzilly (thèse de Victor Moinard, 2021)

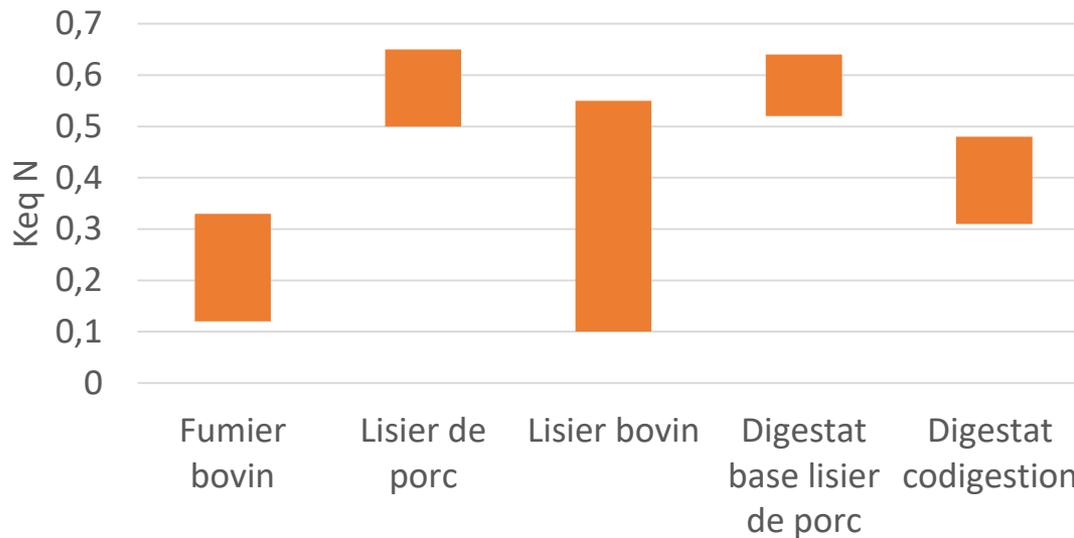


➔ Cohérent avec les résultats de l'étude MéthaLaé (Solagro et al., 2018)

40 exploitations ➔ baisse moyenne de 20% de l'utilisation d'azote minéral par rapport à une année de référence avant méthanisation (résultats très contrastés)

➤ La méthanisation permet-elle d'améliorer l'efficacité azotée des effluents d'élevage ?

➔ Gammes de coefficient équivalent engrais (Keq) issus des travaux en cours du Comifer (Leroux et Michaud, 2021)



Gamme de variation liée aux différentes cultures

- Digestat à base lisier de porc = lisier de porc
- Pour les effluents bovins => tendance à l'augmentation du Keq surtout pour le fumier



Mais l'effet sur l'efficacité de la substitution de l'azote minéral dépendra du système...

➤ Effet de la méthanisation sur les flux d'azote au sein des exploitations



- Boucler les cycles de nutriments en favorisant le retour au sol des résidus
- Limiter les pertes diffuses d'azote sur les systèmes d'agri-méthanisation
- Favoriser la fixation symbiotique de l'azote

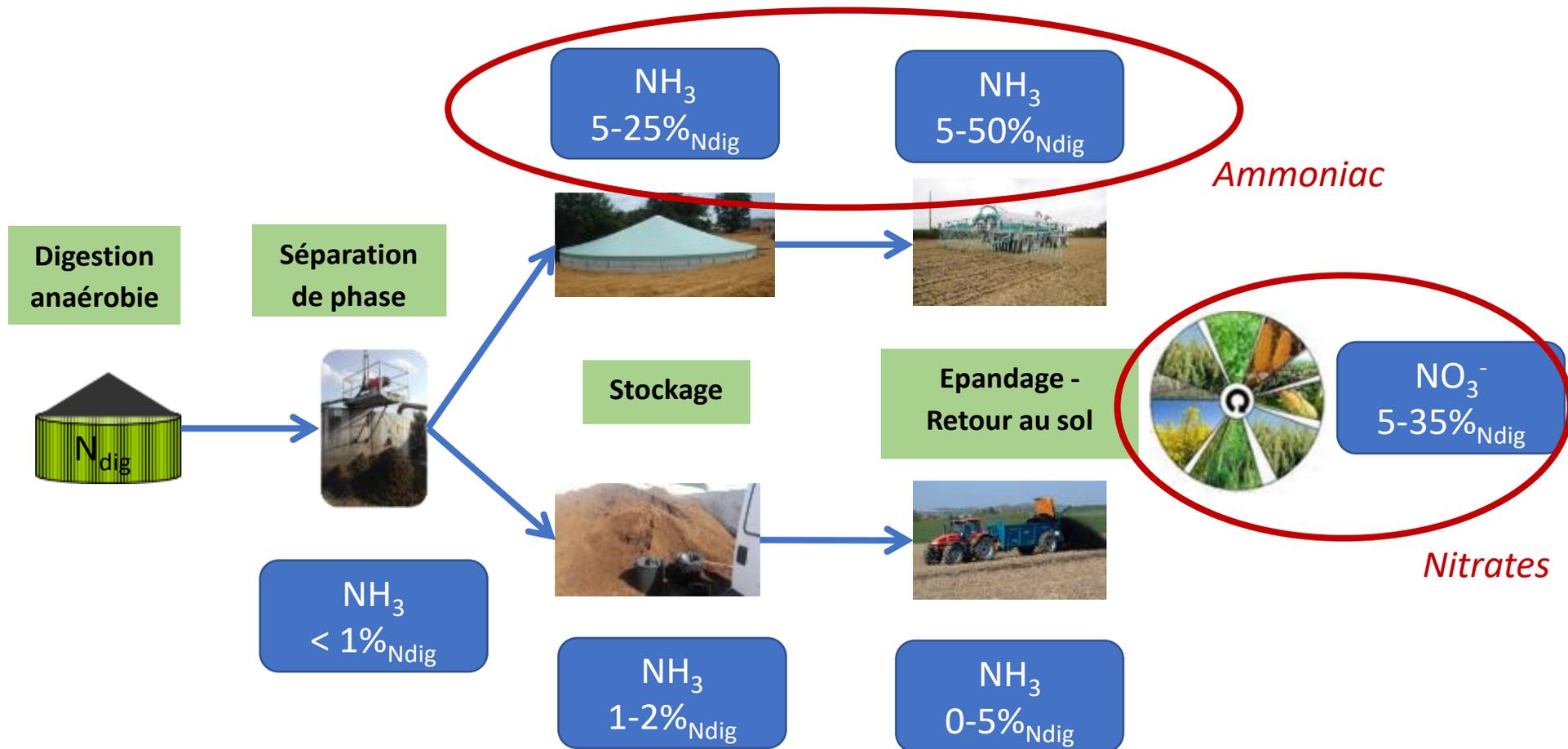
Quel effet de la méthanisation sur les pertes diffuses d'azote sur les systèmes agricoles ?



Crédit Photo : FRCUMA Ouest

➤ Où sont les challenges pour limiter les fuites d'azote sur une filière de méthanisation

Ordres de grandeur des RISQUES de pertes sur une filière de gestion des digestats

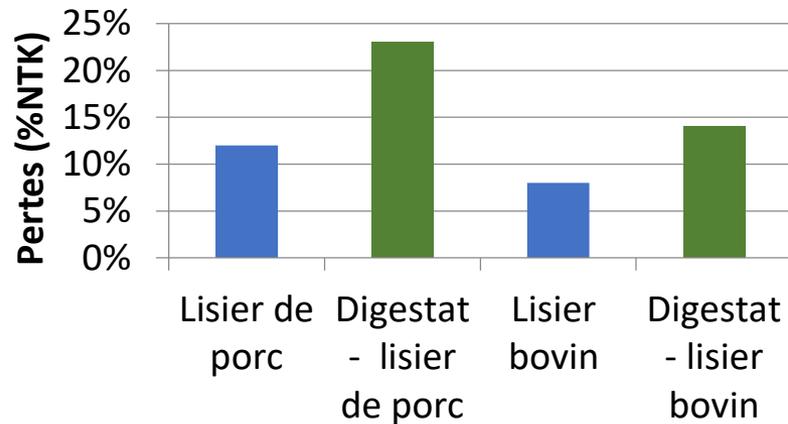


Synthèse des données issues de différents projets de recherche, ne pouvant en aucun cas être considérées comme des données moyennes (hors N_2O)

➤ Quel effet de la méthanisation sur les émissions d'ammoniac au stockage ?

➔ Potentiel de volatilisation moyens obtenus (Projets Rémiprophyte, Concept-dig, MethaPolSol...) :

- Digestats bruts : $17\%N_{tot}$
- Phases liquides : $28\%N_{tot}$



Exemples de pertes observées sur 6 mois de stockage non-couvert sur le terrain (Source Casdar lisier frais.)

Modification de la réglementation ICPE (juin 2021)

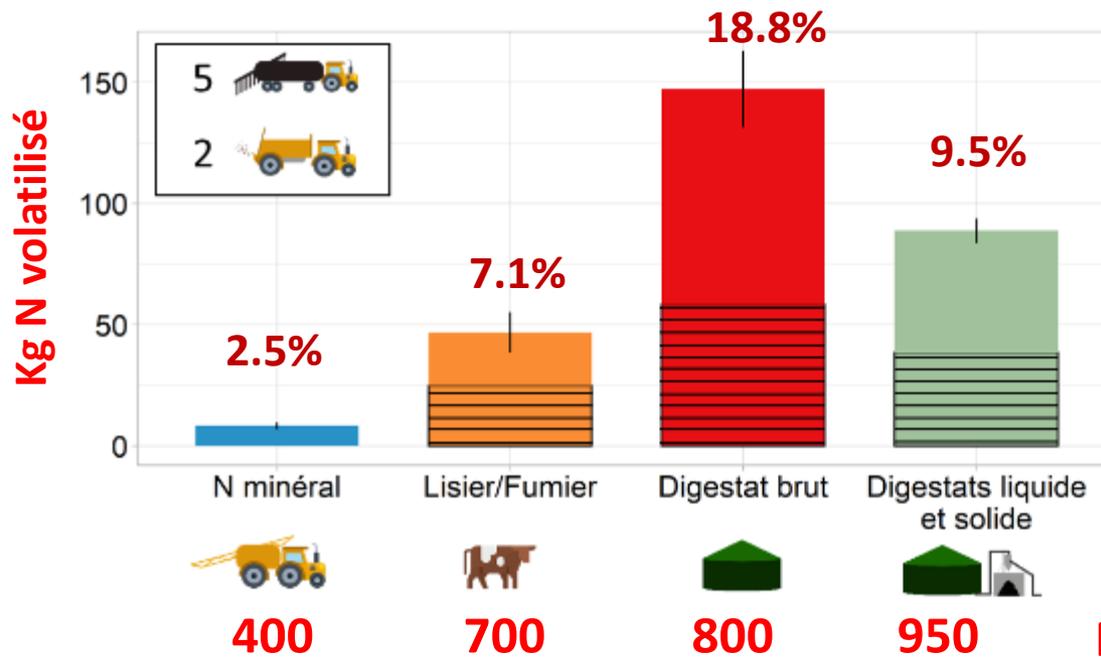


Obligation de couverture des cuves de stockage (Emission résiduelle estimée entre 3 et 7% du N_{tot})

Possible stockage non-couvert en lagunes (quid de l'effet du croûtage?)

➤ Quel effet de la méthanisation sur les émissions d'ammoniac à l'épandage

➔ Exemples d'effets comparés d'une fertilisation à base d'engrais minéraux, d'effluents d'élevage ou de digestats (Blé-Colza-Blé)



*Moinard, Savoie et al. 2020
Essai MétaMétha, Nouzilly*

3 ans % N tot volatilisé



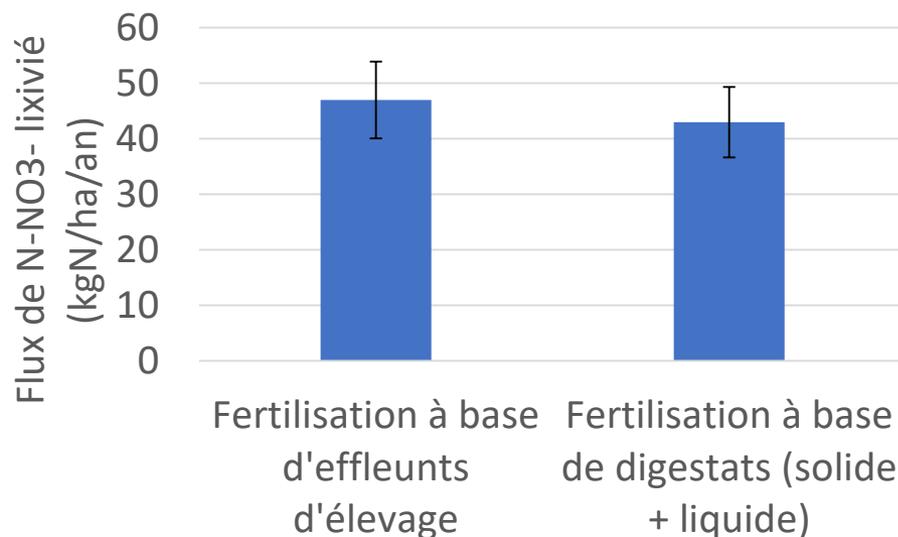
Émissions après apports d'été ou d'automne

Résultats parfois plus nuancés mais tendances observées dans la littérature :

- ✓ Engrais minéraux < Effluents stockés < Digestats avec séparation de phase < Digestats bruts
- ✓ Utilisation du pendillard nécessaire mais pas suffisante pour minimiser les émissions
- ✓ Effet des conditions pédoclimatiques souvent prépondérant sur l'effet du type de PRO ^{p. 11}

➤ Quel effet du remplacement des effluents d'élevages « classiques » par du digestat sur la lixiviation des nitrates

Effet du type de PRO sur la lixiviation des nitrates
(modélisation Syst'N, succession Maïs – Céréales à paille dans
le contexte du Coglais (Bretagne) , Projet MethaPolSol)



Résultats des essais longue
durée Efele :
Par d'effet significatif du
type de PRO (digestat
compris) sur les flux de
nitrates et de nitrites à 40
et 90cm de profondeur
(Morvan et al., 2022)

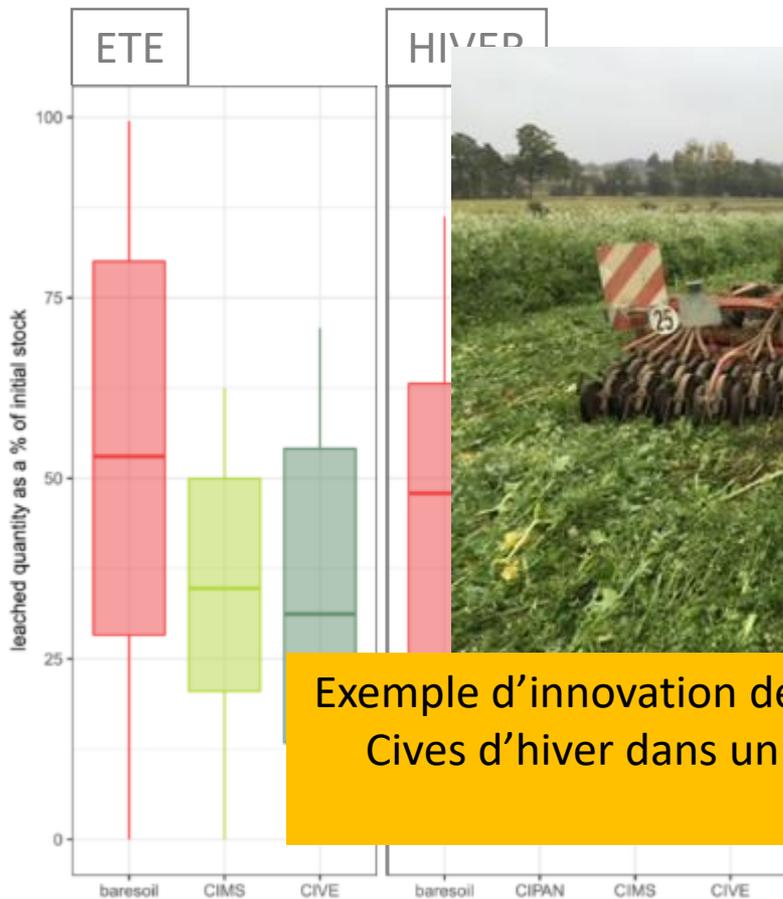
Consensus mis en évidence dans le cadre du travail de la CSF sur Méthanisation et
qualité de l'eau :

« À pratique d'épandage similaire et à quantité d'azote efficace identique, les digestats présentent globalement un risque de lixiviation similaire aux PRO classiques. »

➤ Quel effet des systèmes de méthanisation avec Cive sur la lixiviation

➔ Résultat de la thèse de Camille Launay (Inrae-GRDF, en cours)

Cumul de la lixiviation sous l'interculture et la culture suivante



✓ Pas de différence significative entre CIVE et CIMS



l'impact de la CIVE n'a pas eu de différence significative sur le court terme (mais sur le long terme ?).

Le CIPAN est 2x plus efficace que la CIVE.

Le cadre de la transition agro-écologique : cible de réduire les pertes de N de 2 à 3...

Exemple d'innovation développée sur le terrain : Semis de Cives d'hiver dans un couvert crucifère... (Source SAS Methavo)

... dans le bon sens de la réduction de la couverture végétale suffisantes pour

atteindre la cible...

➤ Questions sujettes à controverses sur les fuites par lixiviation

- Quel effet de la méthanisation sur le niveau d'optimisation de la fertilisation azotée ?
- Quel effet du niveau de réussite réel des CIPAN – ou plutôt - quel effet de la CIVE à valeur ajoutée économique sur la motivation à réussir sa couverture d'hiver ?



- Quel effet des CIVES fertilisées sur la balance globale azotée des exploitations (fuites générées par la fertilisation versus plus-value de la couverture des sols)?

Point de vue personnel : Il existe sans doute un espèce de rendement pivot où la plus-value de la CIVE est compensée par les pertes inhérentes à la fertilisation...

- Quel effet de la méthanisation sur les modifications de système de culture ?

➤ Effet de la méthanisation sur les flux d'azote au sein des exploitations



- Boucler les cycles de nutriments en favorisant le retour au sol des résidus
- Limiter les pertes diffuses d'azote sur les systèmes d'agri-méthanisation
- Favoriser la fixation symbiotique de l'azote

Quelle contribution potentielle de la méthanisation à la fixation symbiotique de l'azote dans les systèmes agricoles ?



➤ Quels liens entre systèmes de méthanisation et fixation symbiotique de l'azote ? – Les Cives

➔ Aujourd'hui, beaucoup de Cives sont mono-espèces...



« Pionniers » : CIVES basées sur des associations avec légumineuses (Seigle-féverole ; Triticale-vesce; ...)

20% de féverole dans les Cives du scénario « *mix gaz 100% renouvelable en 2050* »



= Potentiel de fixation symbiotique de 140 ktN/an*
= 6% de la consommation annuelle d'azote de synthèse
= augmentation de 27% de la fixation symbiotique française
(base 2010, Duc et al., 2010)

Estimation personnelle

- ➔ Projet PAMPA => Intérêt des associations avec légumineuses en CIVE d'hiver :
- Possibilité d'obtenir un rendement équivalent à une CIVE mono-espèce avec dans certains cas moins de fertilisation.
 - Variabilité des % de légumineuses dans le mélange final

➤ Quels liens entre systèmes de méthanisation et fixation symbiotique de l'azote ? – Les prairies

- ➔ Possibilités d'utilisation des prairies en méthanisation :
- Prairies permanentes (sans limite réglementaire)
 - Prairies temporaires (limitées à 15% des intrants)



Si herbe utilisée dans le « *mix gaz 100% renouvelable en 2050* » = prairie avec légumineuse



= Potentiel de fixation symbiotique de 30 à 70 ktN/an*

= 1 à 3 % de la consommation annuelle d'azote de synthèse

Mais :

- Performances des systèmes de méthanisation valorisant des prairies à documenter
- Concurrence avec les systèmes d'élevage (réintroduction, maintien de prairies, utilisation de surplus de systèmes d'élevage herbagers)

> Synthèses et ouvertures

Déchets valorisés
6%

Cives avec
légumineuses
6%



Contribution maximum de l'ordre
de 15% du besoin actuel d'azote

Estimation de la contribution
de méthanisation « n...
2050 » à la substitution



Nécessité de...
atteindre les ambitions d'une transition agro-écologique sur la réduction des fuites...

Enfouisseurs,
couvertures
généralisées...

Cultures en
relais dans les
systèmes

Cultures
pérennes
(prairies...)

Grégory Vrignaud