

JRI
2024

26 – 28 mars 2024 PAU

JOURNÉES RECHERCHE INNOVATION

Biogaz Méthanisation



ARVALiS



Développement d'une approche intégrée pour évaluer les qualités des produits et l'impact environnemental de la digestion anaérobie

M. Pérémé¹, J.-P. Steyer¹, J. Jimenez¹

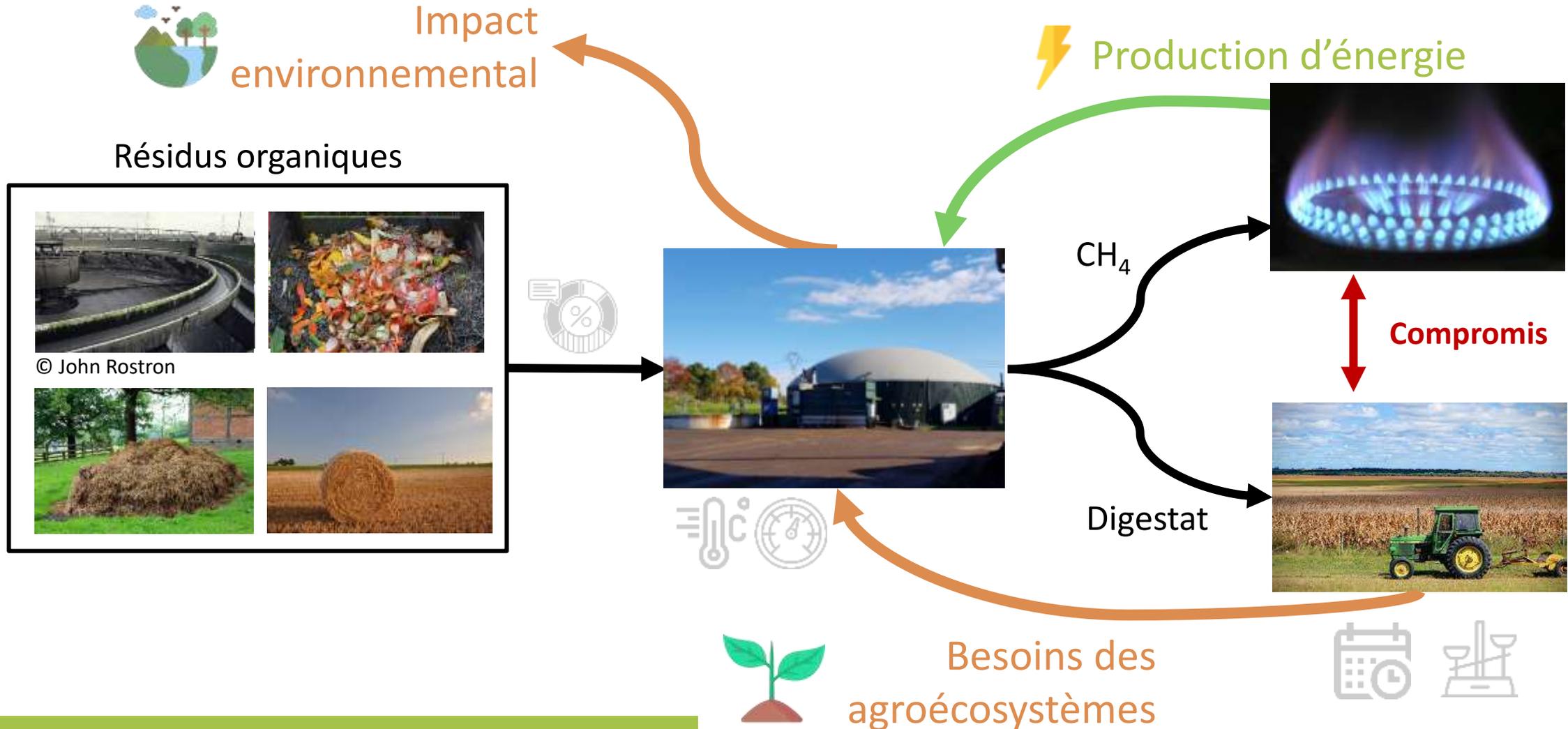
¹INRAE, LBE Narbonne



ARVALiS



Contexte et questions de recherche



Optimiser la filière de méthanisation

Contexte et questions de recherche

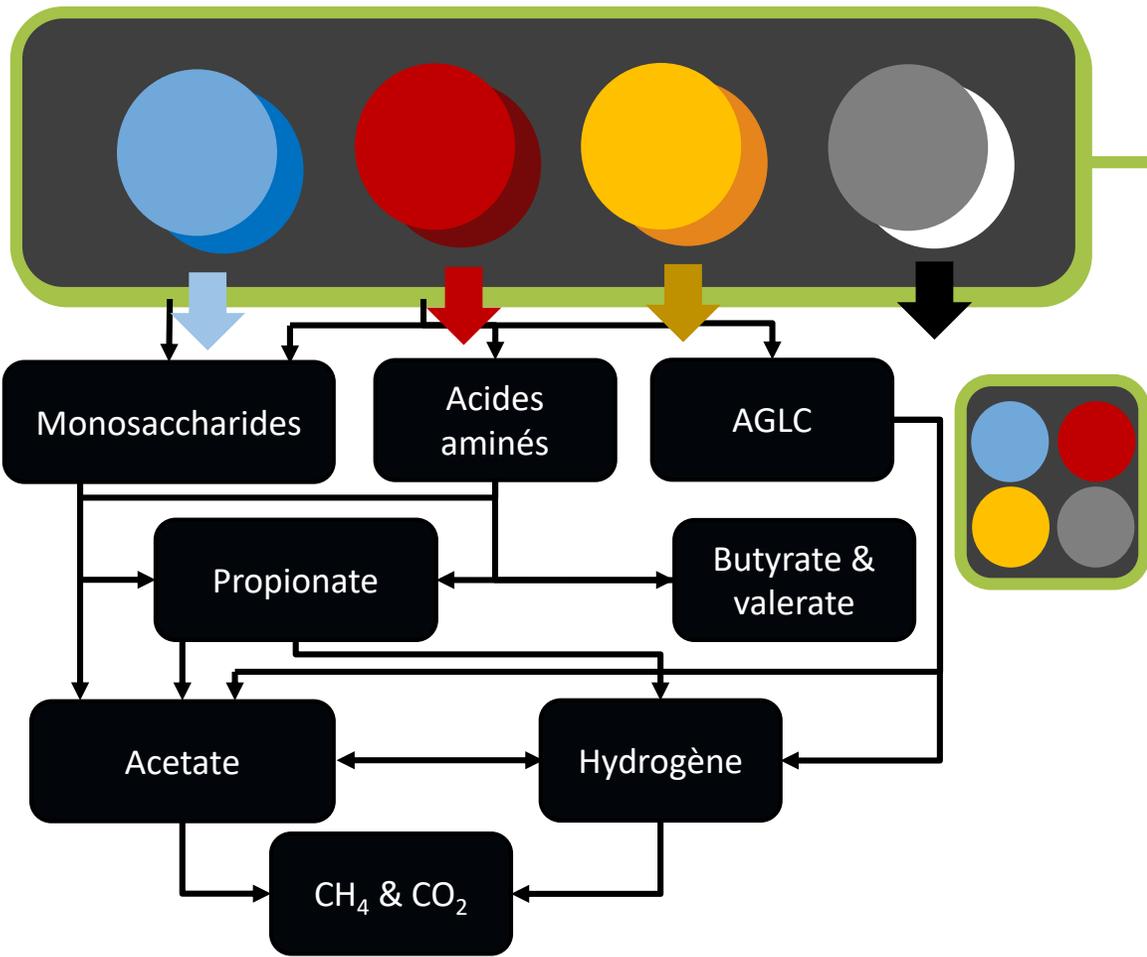
→ Comment représenter l'ensemble de la filière méthanisation et prendre en compte les impacts environnementaux dans une démarche d'optimisation multicritère ?

- **Modélisation!**
- *Comment faire le lien entre les étapes de la filière ?*
- *Comment intégrer l'analyse environnementale de la filière ?*
- *Quels sont les indicateurs représentant au mieux les services rendus par la filière ?*
- *Comment quantifier les leviers d'action et leur impact sur les différents services rendus par la méthanisation ?*

Méthodologie

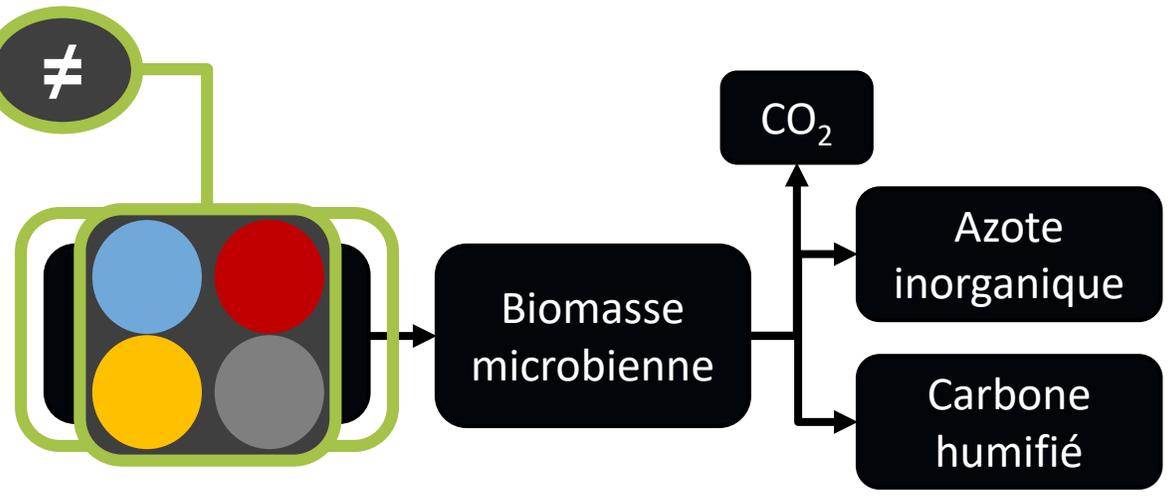
Challenge du couplage des modèles...

Méthanisation

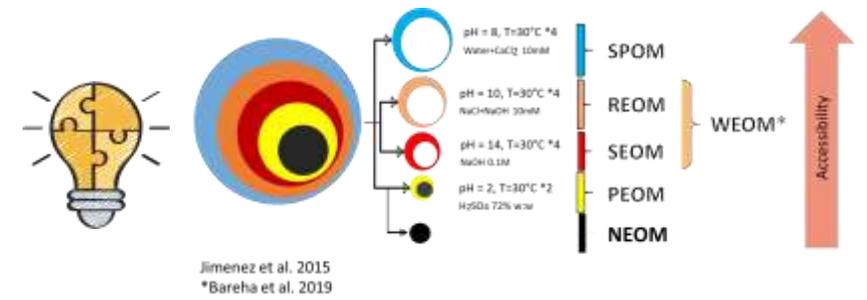


ADM1 (Batstone et al. 2002)

Matière organique du sol



STICS-résidus (Nicolardot et al. 2001)

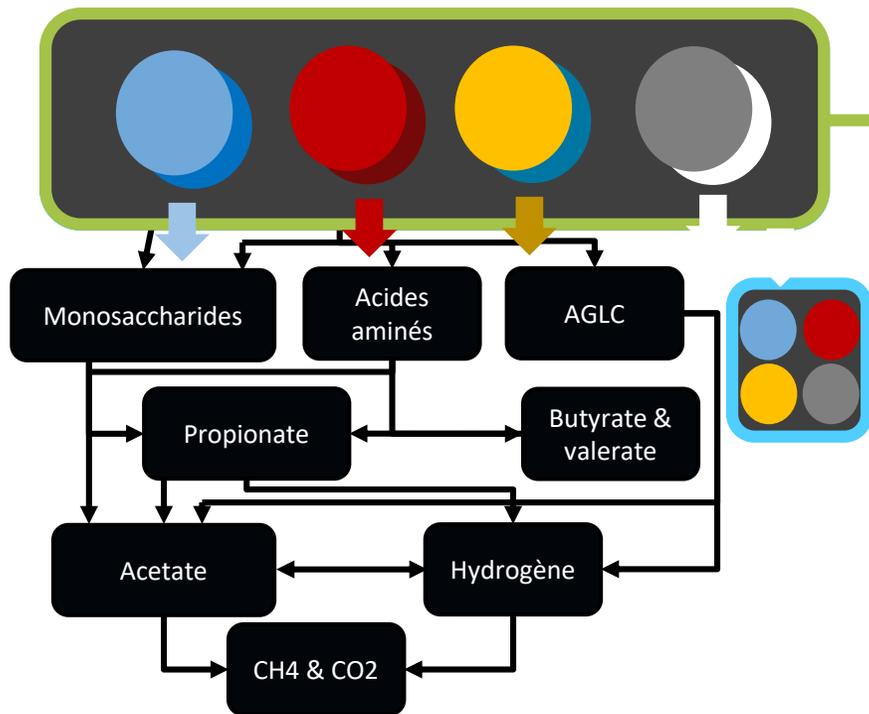


Jimenez et al. 2015
*Bareha et al. 2019

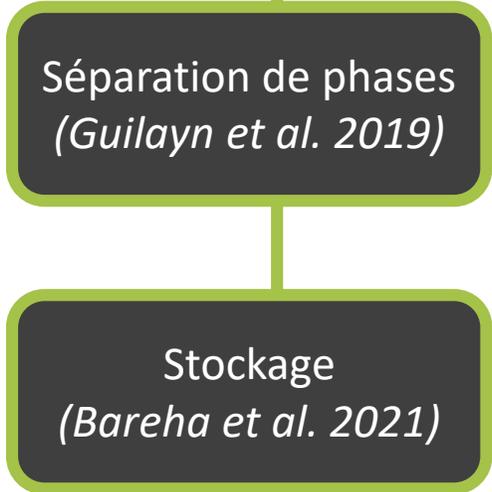
Méthodologie

Challenge du couplage des modèles...

Méthanisation



ADMacc (Bareha et al. 2019)



ELSEVIER
Waste Management
Volume 159, 15 March 2023, Pages 63-74

SoilFract: A mechanistic model accounting for the fate of exogenous organic matter in soil carbon and nitrogen cycles

M. Pérémé ^{a, b}, A. Hoddon ^c, J.-P. Steyer ^a, J. Jimenez ^a

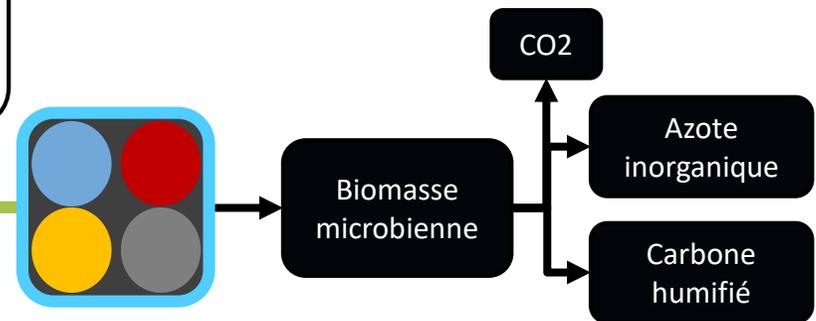
Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.01.015> Get rights and content

Modèles simples adaptés

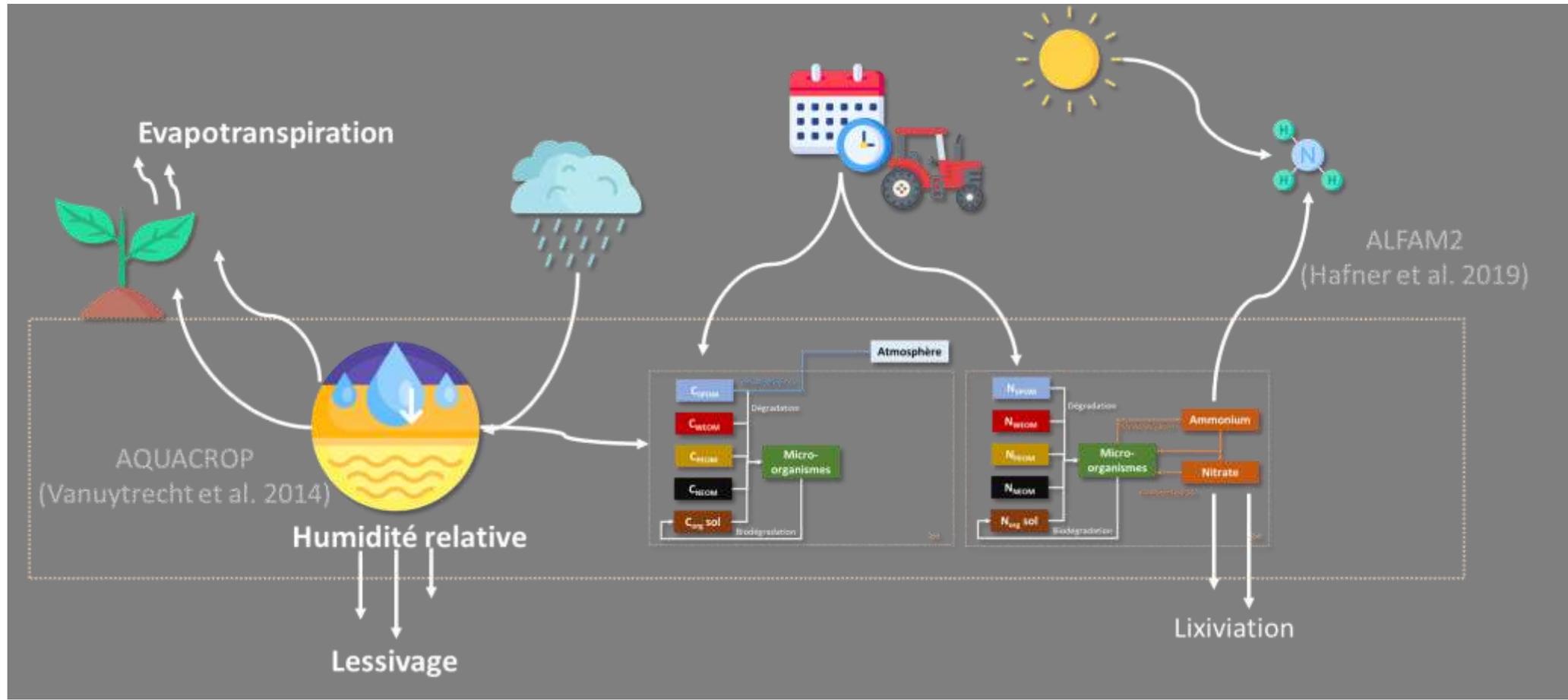
Matière organique du sol



Based on Porporato et al (2003) et Pelak et al (2017)

Méthodologie

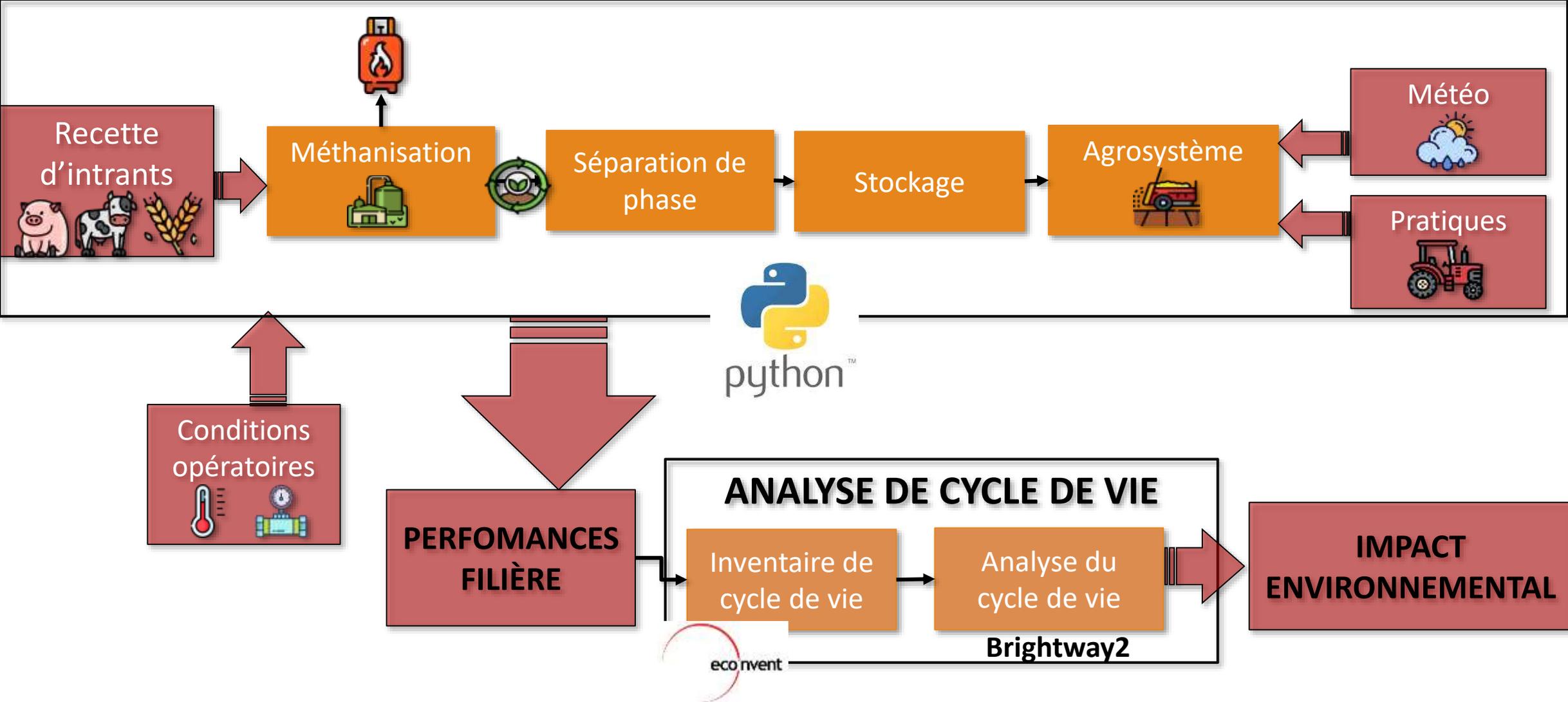
Modèle du devenir de C et N dans le sol: SoilFract étendu



SoilFract (Pérémé et al. 2023)

Méthodologie

Plateforme de modélisation de la filière: Anaerobic Digestion Process Chain (ADPC)



Analyse de sensibilité... « locale »

Quels paramètres des modèles impactent significativement le devenir de C et N dans la filière?

Paramètres les plus sensibles... pour un état (*méthanisation lisier de porc et ensilage de maïs, conditions opératoires données*)

Modèle	Paramètre	Débit de méthane	Carbone minéralisé	K_{eq}	C/N	TAN/TN
Méthanisation (ADMacc)	Dégradation MO	n.s.*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		n.s.	n.s.	0,77	0,41	0,89
	k_hyd_Xneom_c	0,26	0,55	n.s.	n.s.	n.s.
	k_hyd_Xpeom_c	0,55	n.s.	n.s.	0,22	n.s.
Séparation de phase	Efficacité séparation	-	0,78	0,61	n.s.	n.s.
		-	n.s.	n.s.	0,31	n.s.
	Γ_{ON}	-	0,12	n.s.	0,59	0,96
	Γ_{NH4}	-	n.s.	0,23	n.s.	n.s.
Stockage	Abattements	-	n.s.	n.s.	0,99	0,98
	A_NH4	-	0,29	0,99	n.s.	n.s.
	A_Ctot	-	0,64	n.s.	n.s.	n.s.

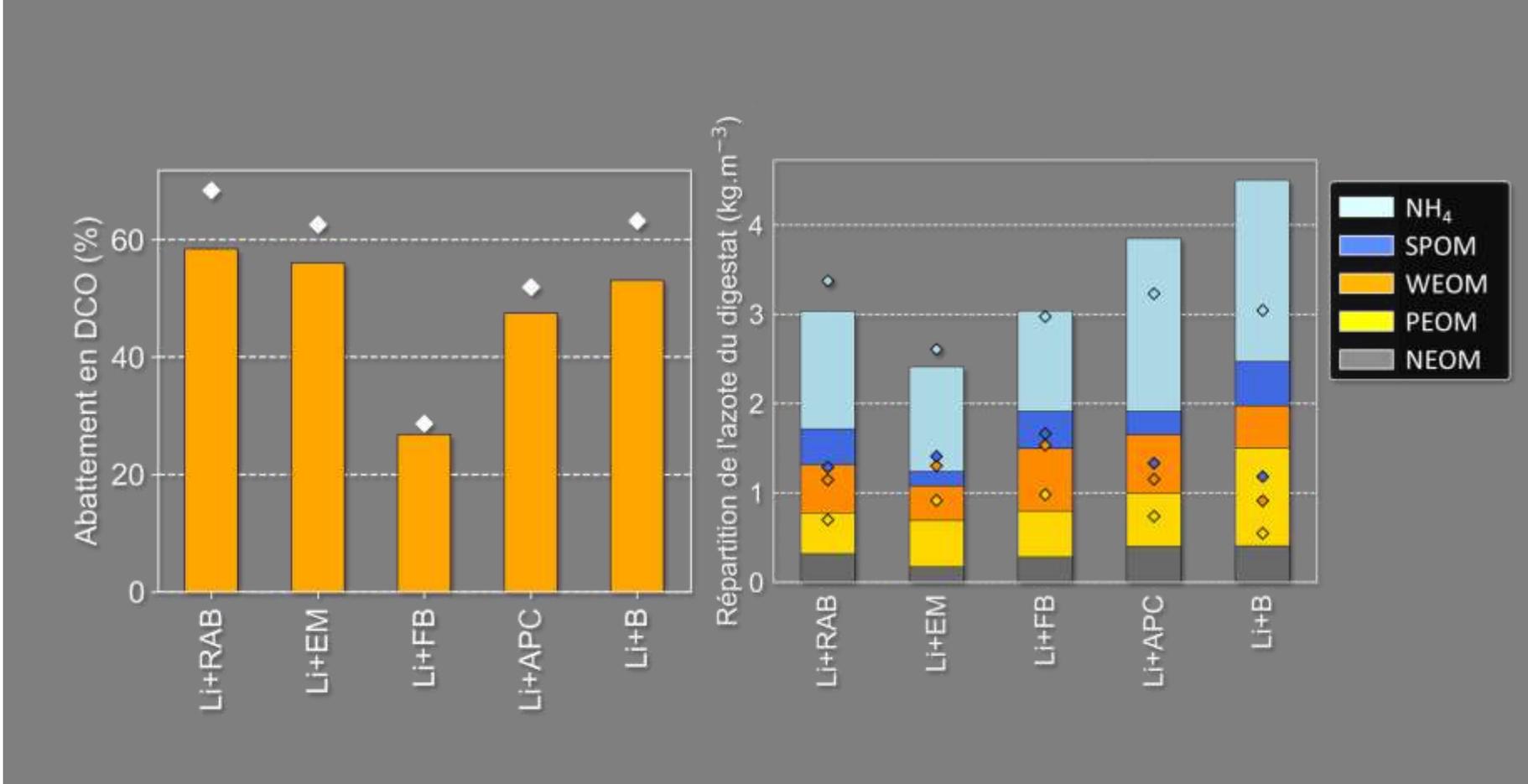
méthode FAST étendue (Saltelli et al., 1999)

Influence des intrants: 5 scénarios considérés

Quel est l'effet des intrants sur le devenir du C et N et les impacts environnementaux?



+ Aliments bétail Ensilage maïs Fumier bovin Biodéchets *

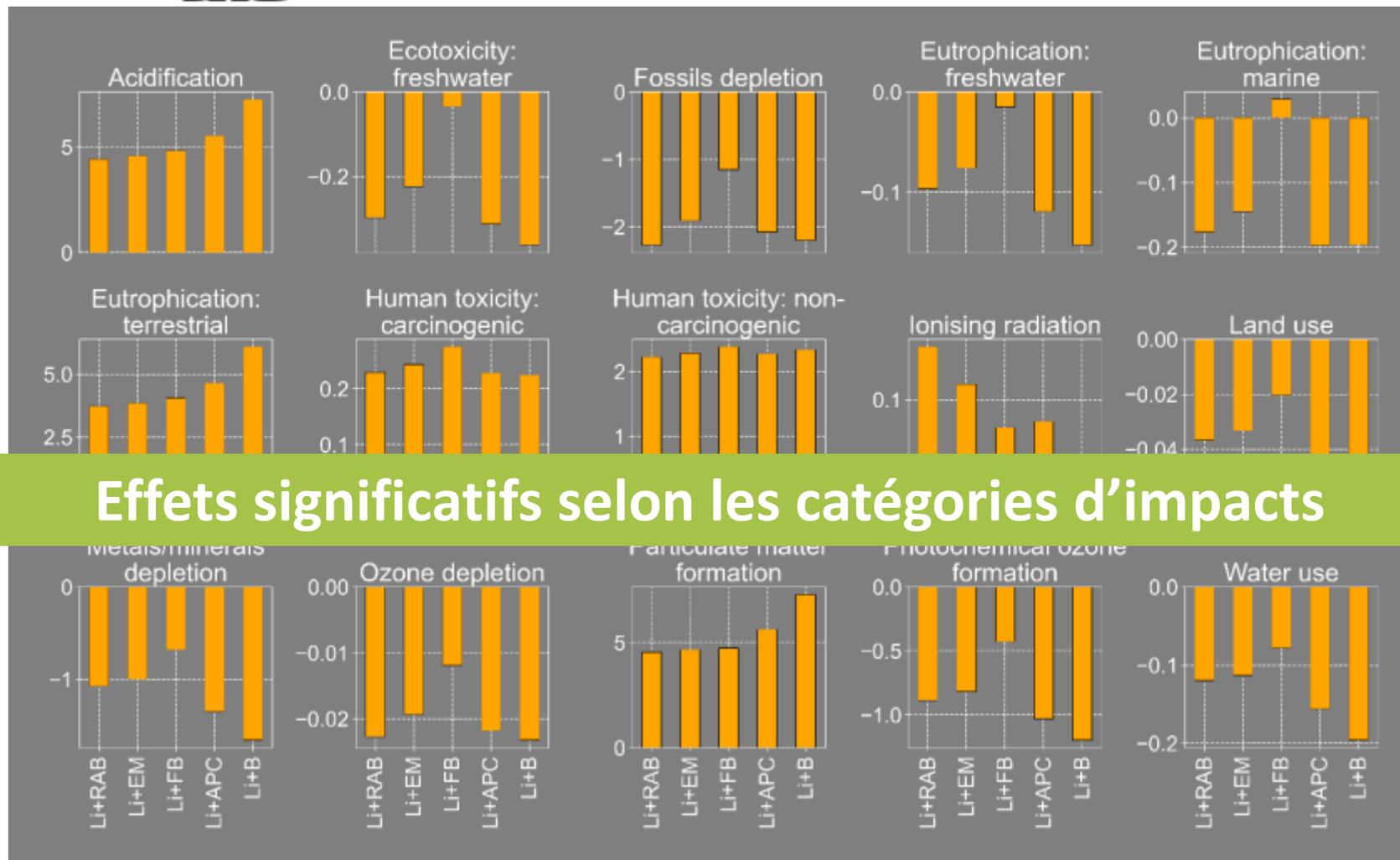


Données caractérisations, incubation sols et production CH₄ (projet Mapped, Ademe, 2020), Bareha (2019)

Influence des intrants: impacts ACV



+ Aliments bétail Ensilage maïs Fumier bovin Biodéchets *



Effets significatifs selon les catégories d'impacts

Données caractérisations, incubation sols et production CH₄ (projet Mapped, Ademe, 2020), Bareha (2019)

Influence des intrants : impacts ACV



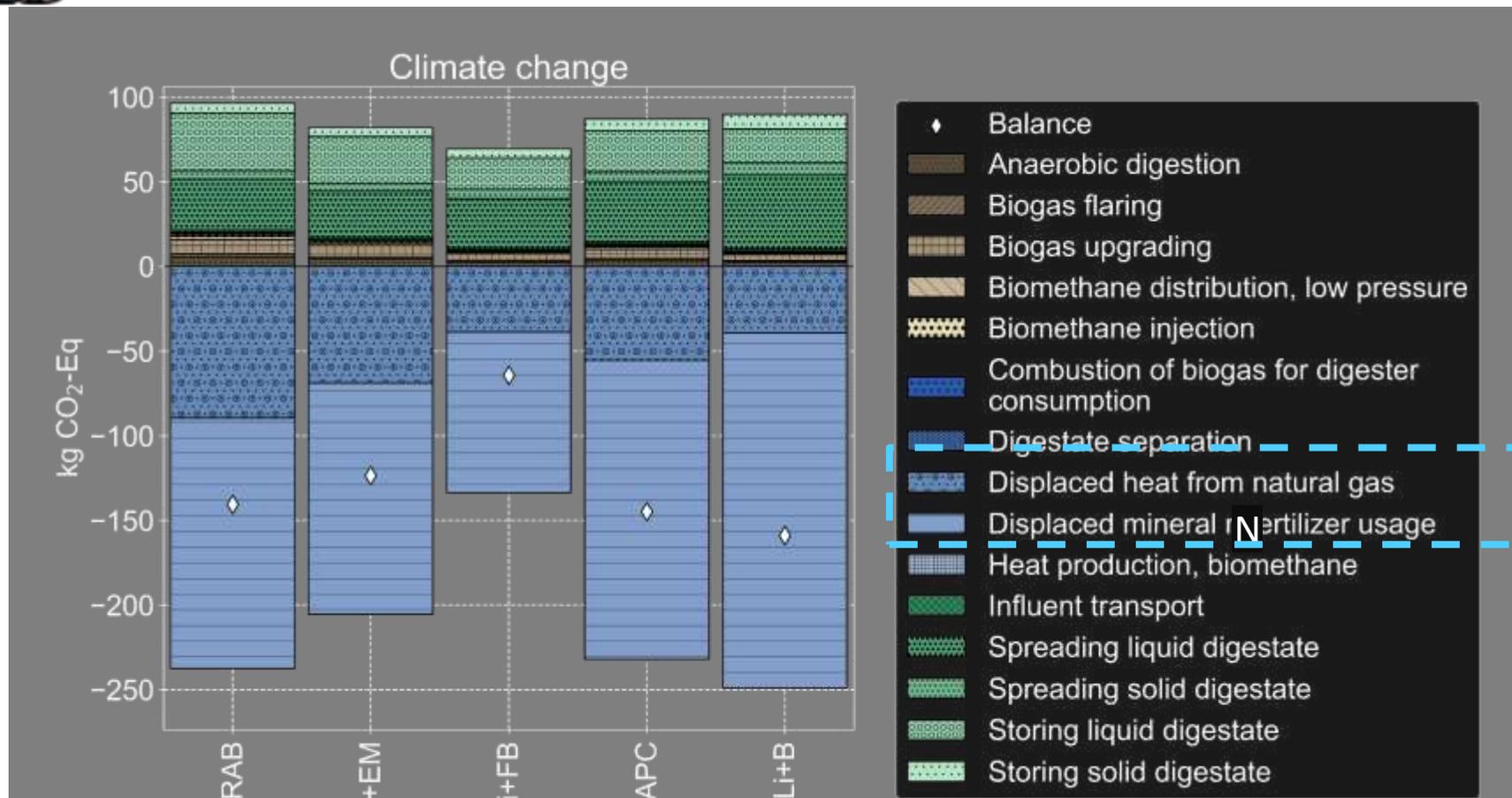
+

Aliments
bétail

Ensilage
maïs

Fumier
bovin

Biodéchets

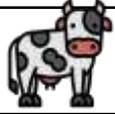


Contribution des processus sur les catégories d'impacts

Influence de la saisonnalité : intrants et dynamiques

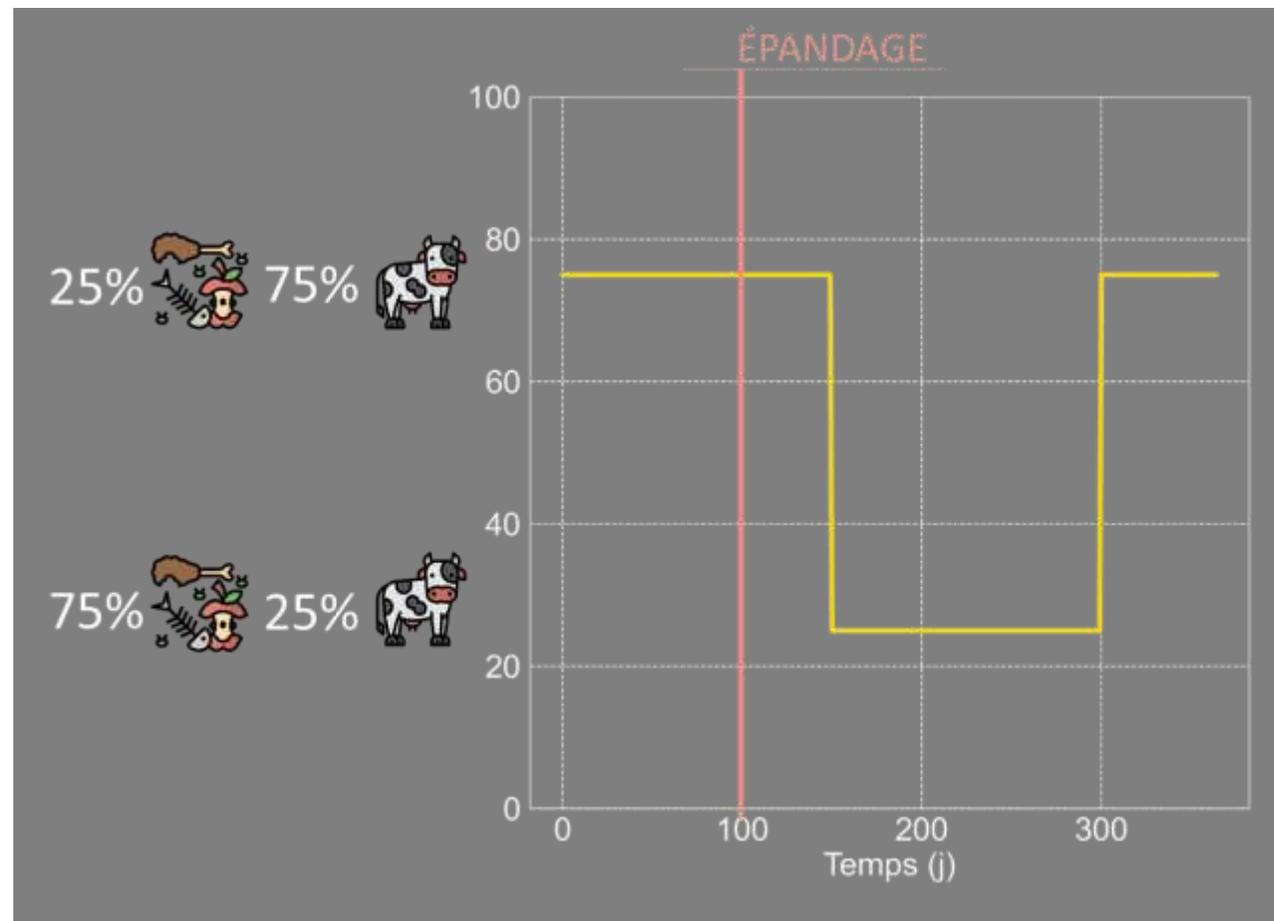
Quel est l'effet de la dynamique générée par la saisonnalité des gisements sur le devenir C et N et les impacts environnementaux?

Scénarios

		
Sc. 1	25%	75%
Sc. 2	50%	50%
Sc. 3	75%	25%
Sc.4	Dynamique	

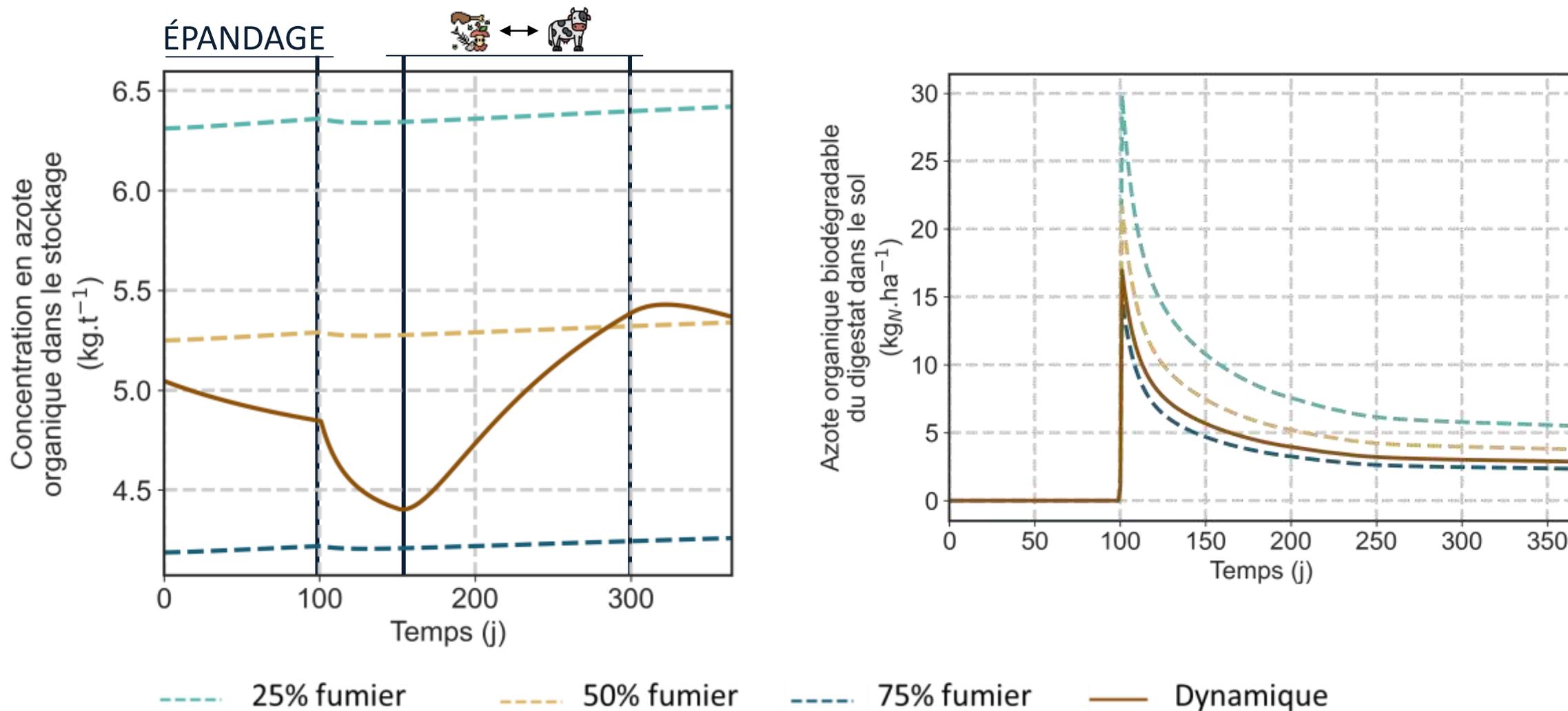
Conditions opératoires

Volume liq : 1800 m³
 Volume gaz : 700 m³
 Température : 40°
 Débit d'entrée : 30 m³.j⁻¹

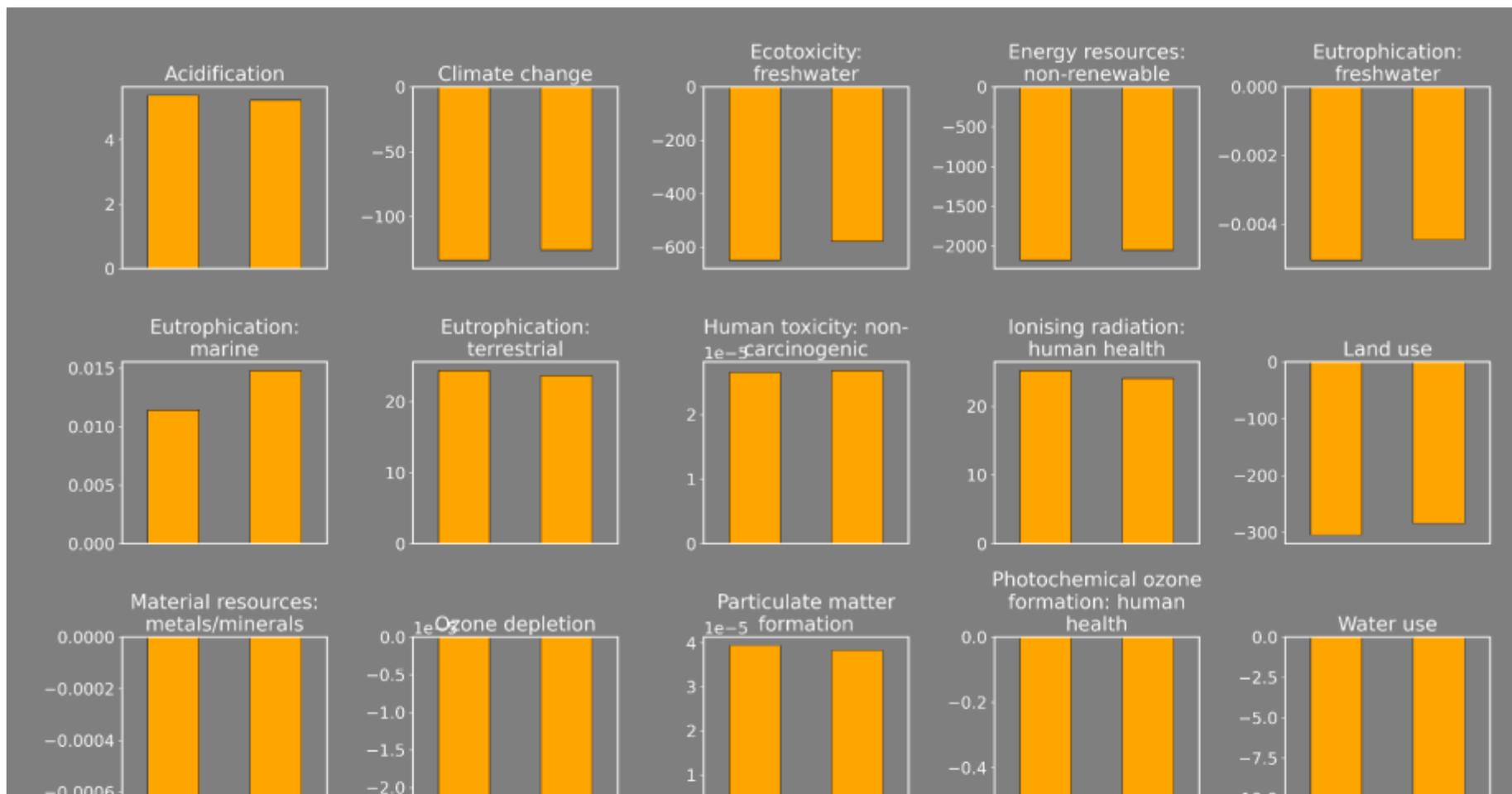


Influence de la saisonnalité : intrants et dynamiques

Stockage du digestat liquide: effet sur le devenir du N au sol



Influence de la saisonnalité : intrants et dynamiques



Impact non significatif: couplage modèles dynamiques avec ACV à améliorer?

Conclusions et perspectives

- Développement d'une approche de modélisation dynamique de la filière méthanisation: tests scénarios
- Couplage avec **l'analyse de l'impact environnemental** des scénarios
- **Analyse de sensibilité locale**: effets des variables/paramètres pour une meilleure analyse des couplages et identification des impacts et leviers d'actions à utiliser -> optimisation
- Nécessité données variables entrée/paramètres (ADMacc par type de substrat et SoilFract par type de digestat)
- **Analyse de sensibilité globale** avec ACV et approfondir le test de scénarios
- Améliorations de certains modèles de la plateforme (*ex: stockage*)
- **Méthodologie couplage avec ACV** (dynamique vs statique)
- Utilisation du modèle pour une **optimisation multi-objectif** sur des études de cas



Merci de votre attention

M. Pérémé¹, J.-P. Steyer¹, J. Jimenez¹

¹INRAE, LBE Narbonne