



26 – 28 mars 2024 PAU

Evaluation des émissions gazeuses au stockage des digestats issus d'unités de méthanisation agricoles sans effluents d'élevage

R. Girault, N. Auvinet, F. Guiziou, G. Nunes, M. Sarazin, M. Viera Firmino Sylva.

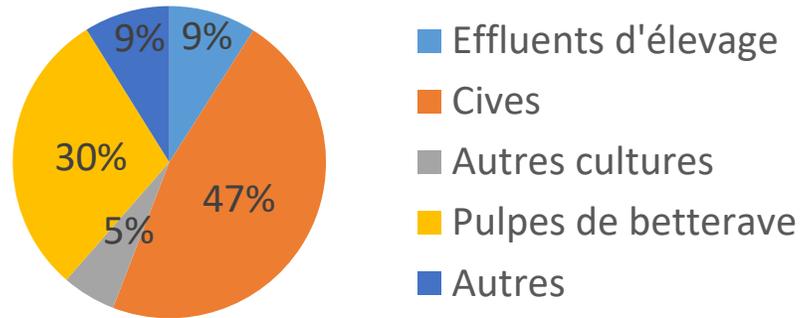
Financement :



Contexte et enjeux

Spécificités des filières de méthanisation agricoles d'Ile de France

Prédominance des substrats végétaux



Origine des substrats agricoles méthanisés en Ile de France en 2021 (Source : AREC, 2022)



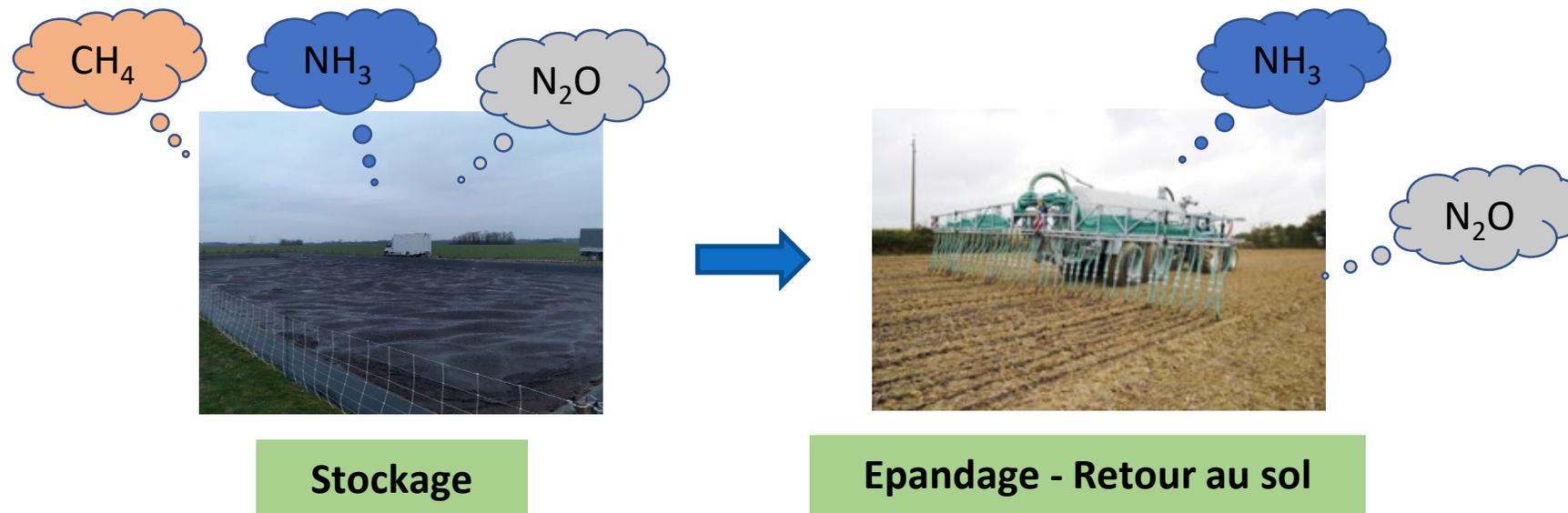
Filière de méthanisation connectée à des systèmes agricoles en grandes cultures



Une diversité d'infrastructures de stockage de digestats dont une forte proportion de lagunes

Contexte et enjeux

Plusieurs sources d'émissions vers l'air potentielles sur la chaîne de gestion des digestats



Objectifs :

- Evaluer les émissions gazeuses générées par les filières de stockage des digestats dans le cas des unités de méthanisation agricoles sans effluents d'élevage (cas particulier de l'Ile de France)
- Evaluer l'effet des pratiques de méthanisation sur les risques d'émissions observés
- Evaluer l'effet des pratiques de méthanisation sur les risques d'émissions gazeuses à l'échelle de la filière

Caractérisations et expérimentations pilote

Suivi in-situ

des de s

missions gazeuses à

Methodologie

➔ Prélèvement de 12 digestats : issus de différentes filières d'Ile de France

8

Digesteur + post-digesteur
Stockage du digestat brut

55 jours **TSM** ➔ 120 jours

3

Séparation de phase avec
recirculation de la phase liquide
Stockage d'un pseudo-brut

Absence **Broyage** ➔ Présence

1

Séparation de phase avec
stockage séparé des deux
phases

100% végétal **Substrats** ➔ Dose de biodéchets

Mesures de potentiels d'émission



Expérimentations sur pilotes de stockage

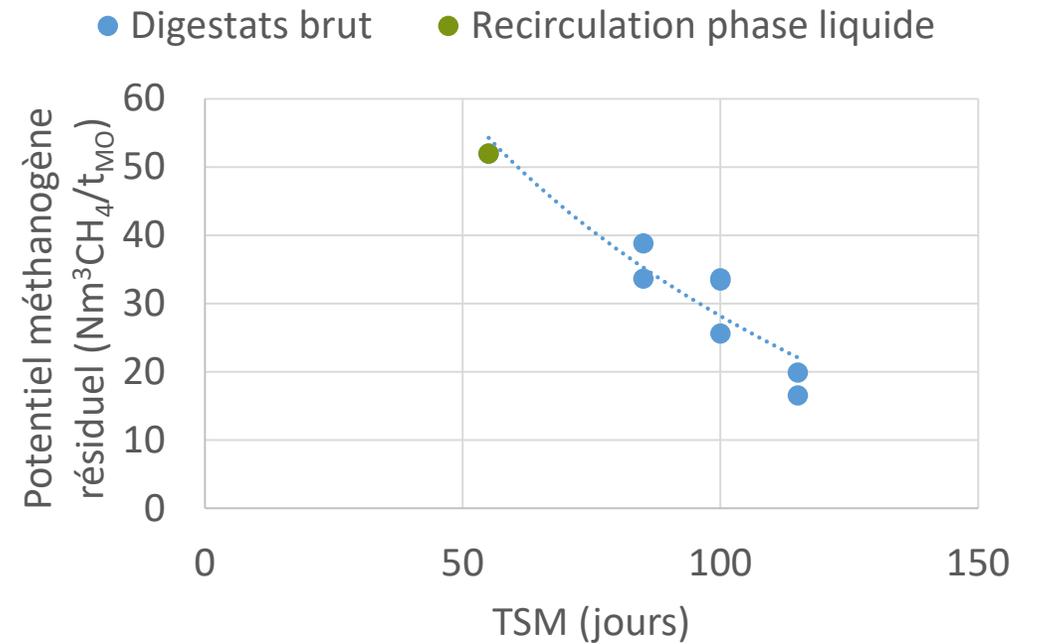
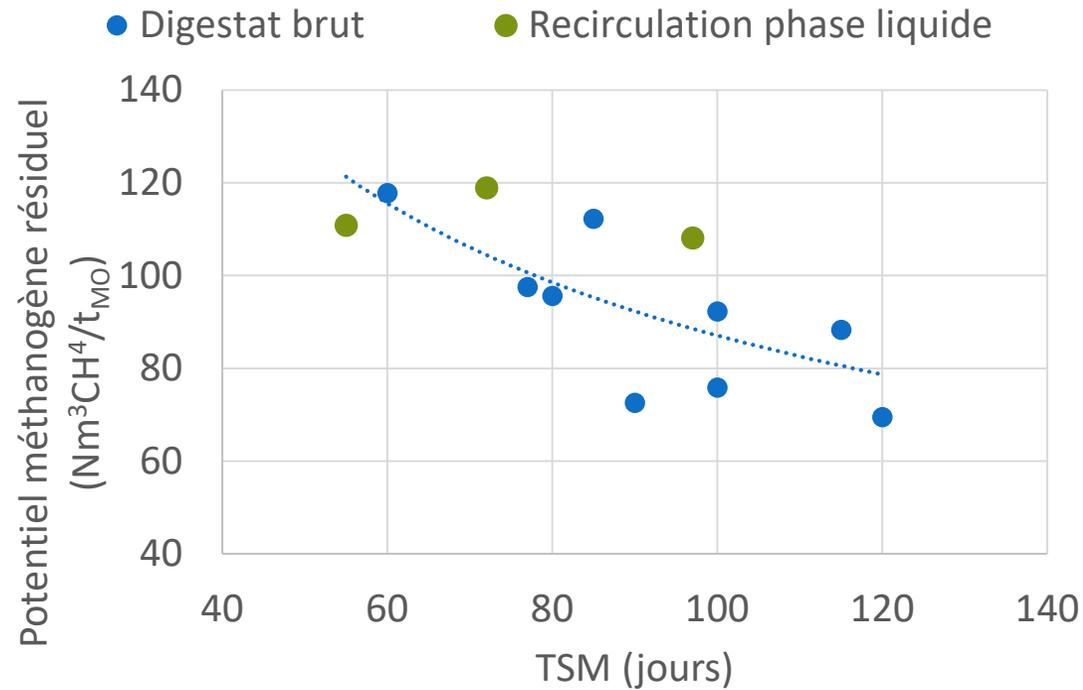


1m³

Potentiel d'émissions de méthane

Potentiel méthanogène résiduel à 38° en fonction du TSM

Emissions de méthane cumulée observée lors des 1 an de stockage sur pilotes de 1 m³

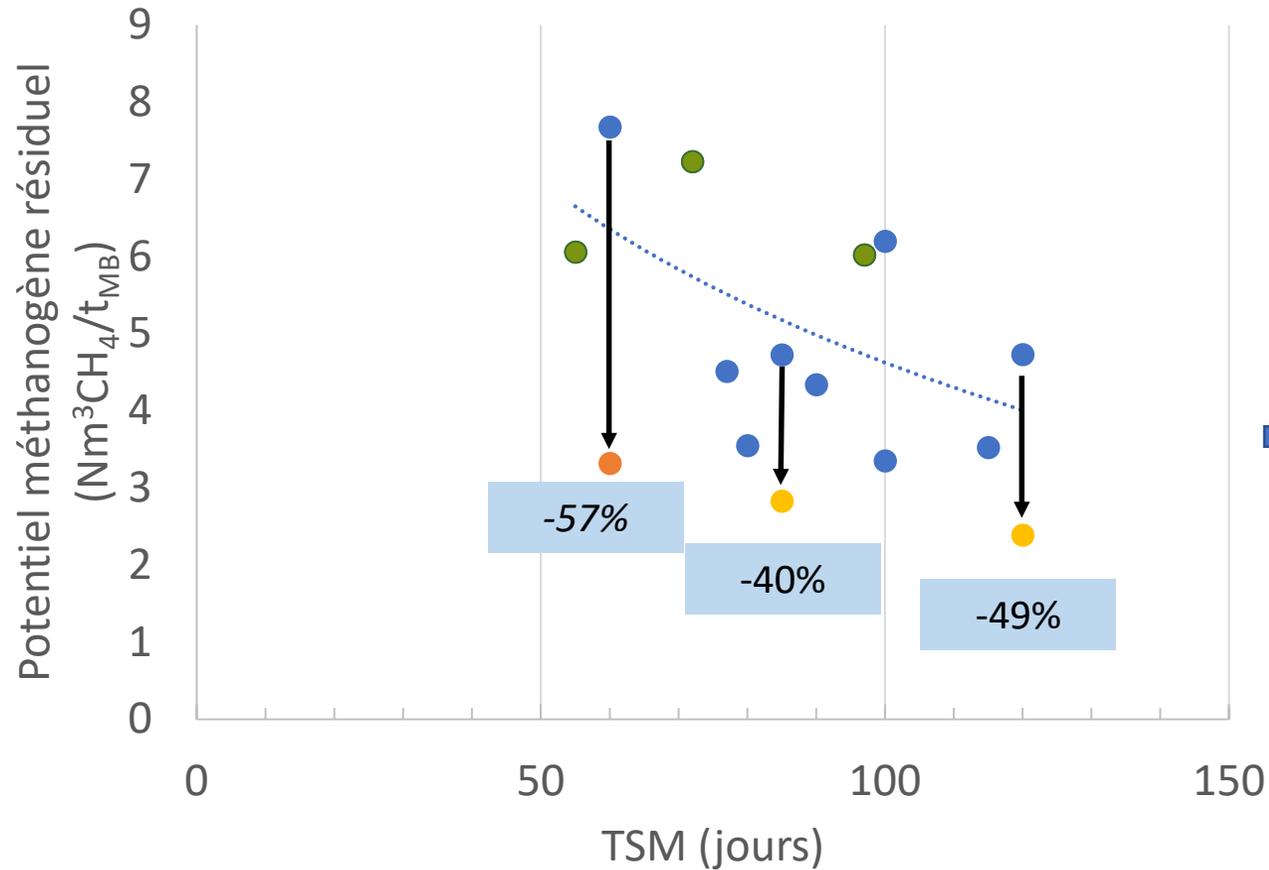


- Lien entre Temps de séjour des matières (TSM) et potentiel méthanogène résiduel à 38°C
- Expérimentations sur pilotes de stockage : Emissions concentrées sur les 2-3 premiers mois de stockage où la température est au-delà des 15-17°C

Potentiel d'émissions de méthane

Effet des mesures de réduction observées

Potentiel méthanogène résiduel à 38° en fonction du TSM



Réduction significative du potentiel méthanogène résiduel par rapport à la matière brute dans le cas des stockages avec récupération du biogaz et sur le cas y ajoutant une séparation de phase avec stockage de la phase liquide.

● Digestat brut

● Phase liquide

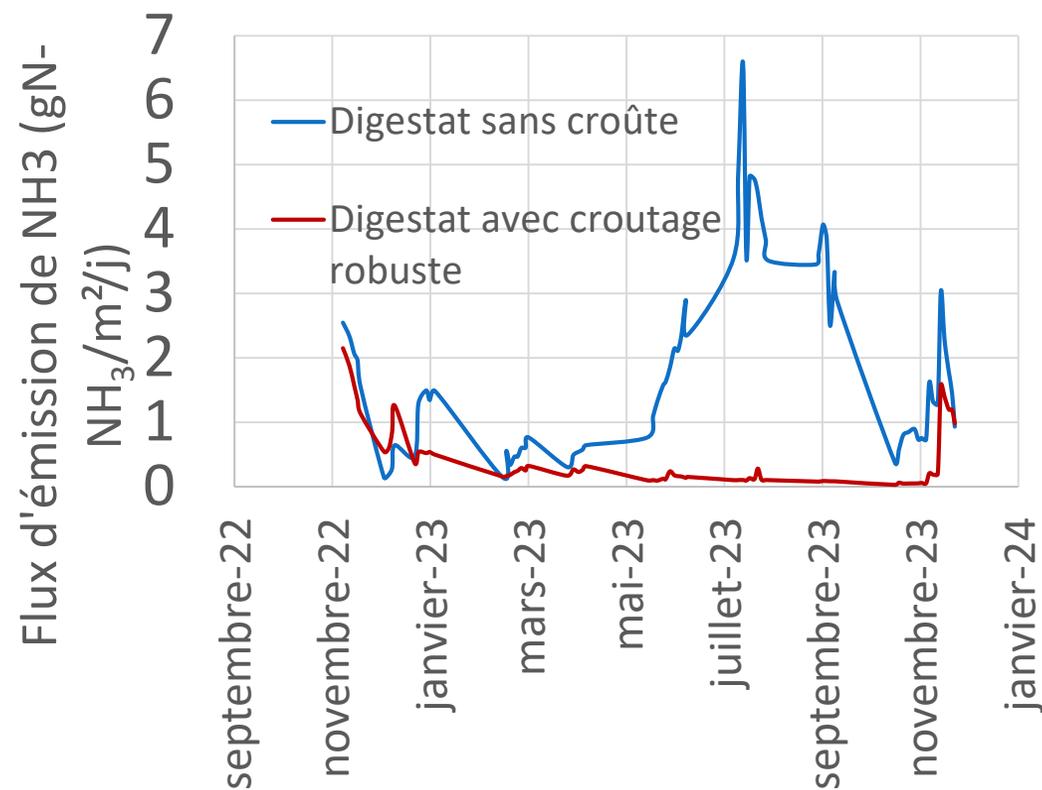
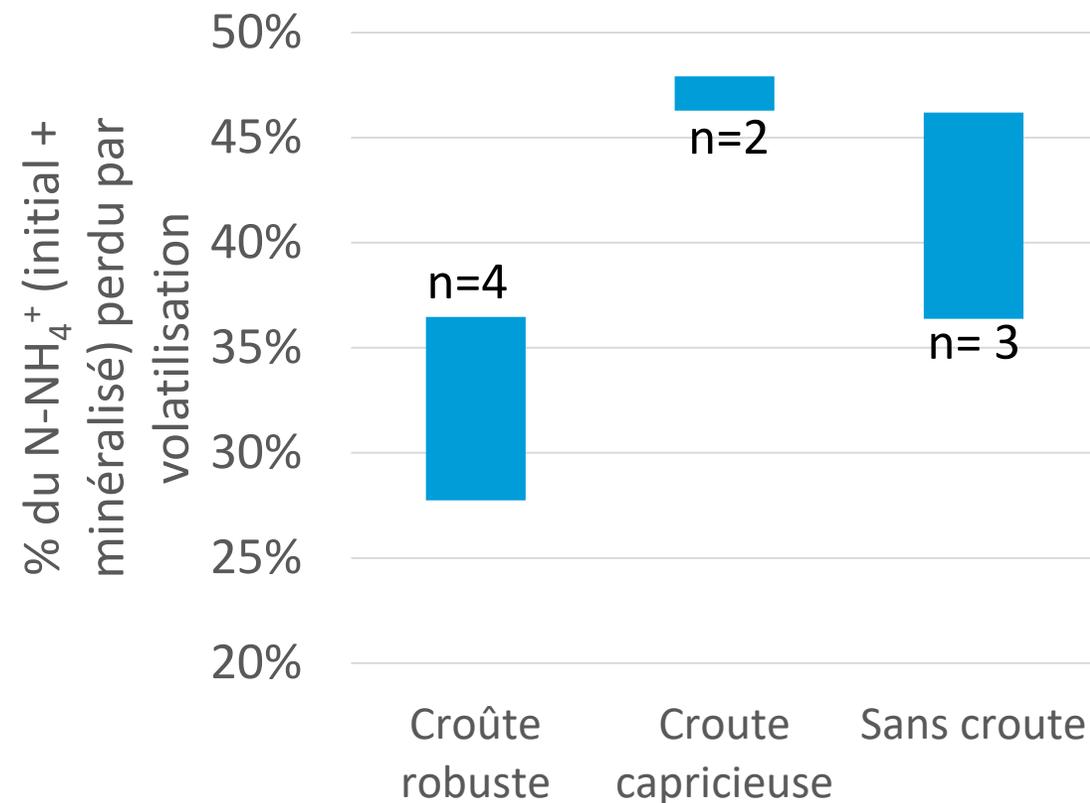
● Recirculation phase liquide

● Digestat stocké avec cuve couverte et récupération du biogaz

Potentiel d'émissions d'ammoniac

Synthèse des niveaux de pertes d'azote ammoniacal observées sur expérimentations pilote (1m³) pour un stockage > à 6 mois, intégrant la période estivale

Exemples de chroniques d'émission annuelles sur 2 digestats



- Perte d'azote total moyennes de l'ordre de 23±6% pour des stockage de plus de 6 mois
- Fort impact de la saisonnalité : émissions concentrées sur mai à octobre
- Croûte limitant les émissions mais effet limité par son caractère aléatoire et progressif

Suivi des émissions in-situ - Méthodologie

Choix du site et séquences de suivis

Caractéristiques du site suivi :

- ✓ **Substrats** : Ensilages de cultures, Ensilage de pulpes de betteraves, soupe de biodéchets + quelques déchets de légumes (62t/jour)
- ✓ **Digestion** : Deux digesteurs en parallèle + 1 post-digester => TSM de 110 jours
- ✓ **Séparation de phase** : Sans
- ✓ **Broyage** : Sans



Suivi des émissions in-situ - Méthodologie

Choix du site et séquences de suivis

➔ Deux types de lagunes suivies :

Lagune	Capacité de stockage	Surface de stockage	Origine du digestat stocké	Destination du digestat vidangé
Lagune tampon	2500 m ³	Environ 1300 m ²	Post-digesteur de l'unité de méthanisation (biquotidien)	Transfert vers les lagunes déportées, épandage.
Lagune déportée n°1	4000 m ³	Environ 1400 m ²	Lagune tampon (ponctuel)	Epandage
Lagune déportée n°2	9000 m ³	Environ 3000 m ²	Lagune tampon (ponctuel)	Epandage

➔ 4 plages de suivi de deux/trois semaines sur une année : 1 par saison

- Janvier/février
- Avril/mai
- Juillet
- Septembre/Octobre



Lagune de stockage au cours d'un chantier d'épandage (brassage en cours)

Éléments de méthode pour le suivi des émissions surfaciques sur lagunes

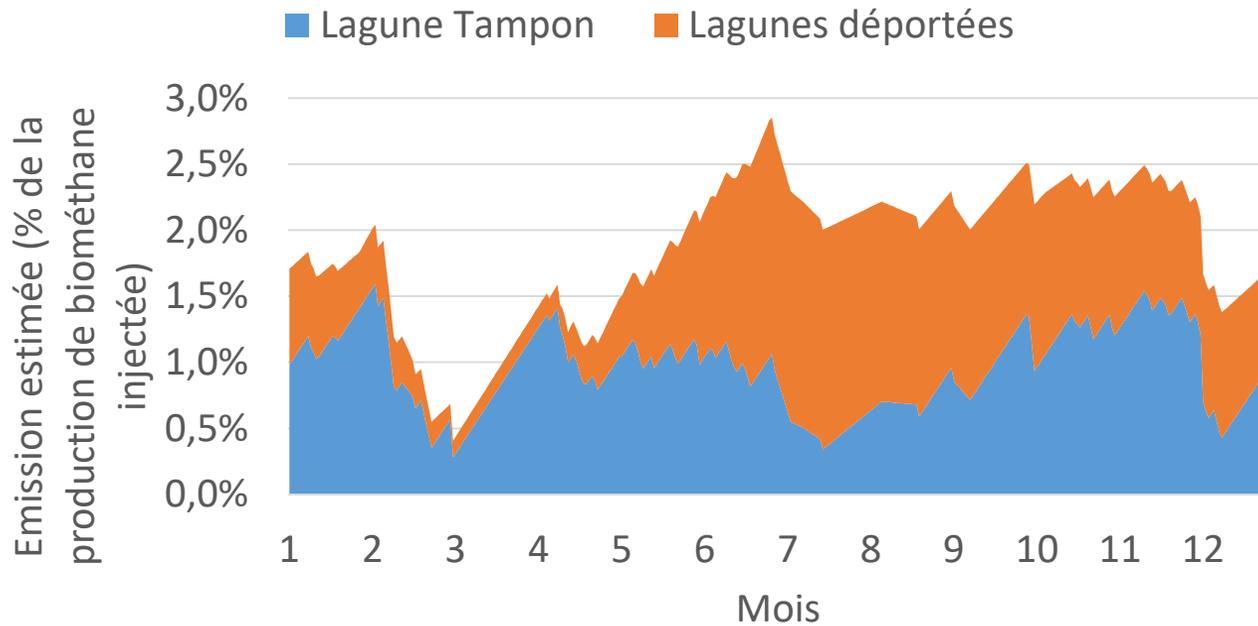


+ méthode des bilans pour NH_3



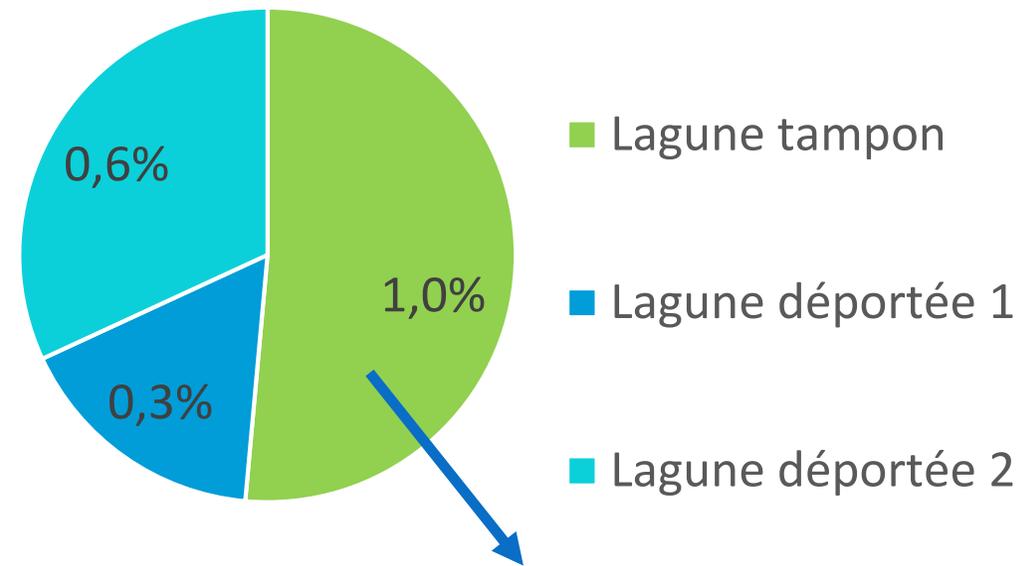
Bilan sur les émissions de méthane observées in-situ

Emission totale moyenne annuelle estimée de $1,9 \pm 0,6\%$



Estimation de la chronique des émissions des stockages du site à partir des séquences de mesures et de la logistique de digestat

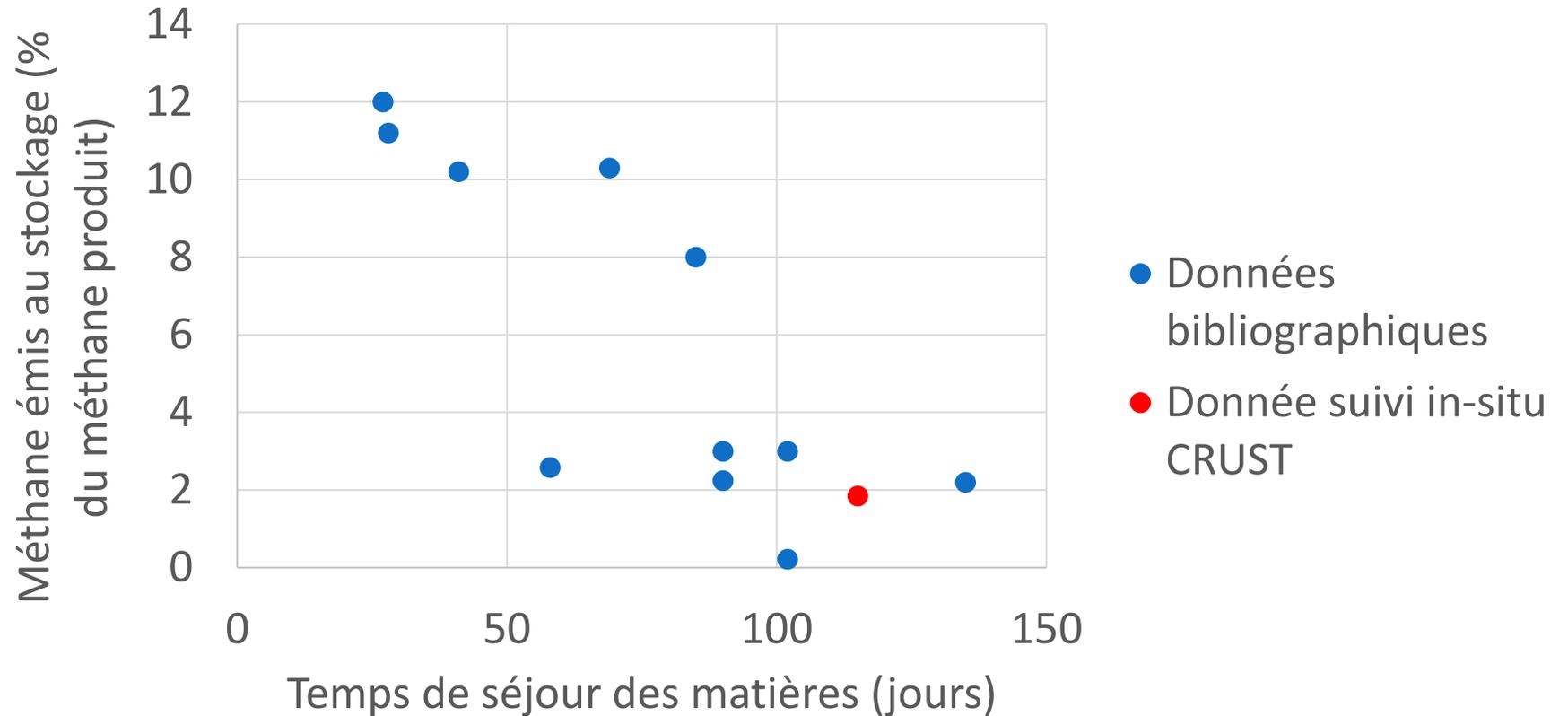
Origine des émissions de méthane (% de la production de biométhane injectée moyenne annuelle)



Concentré sur les 20 premiers jours de stockage

Bilan sur les émissions de méthane observées in-situ

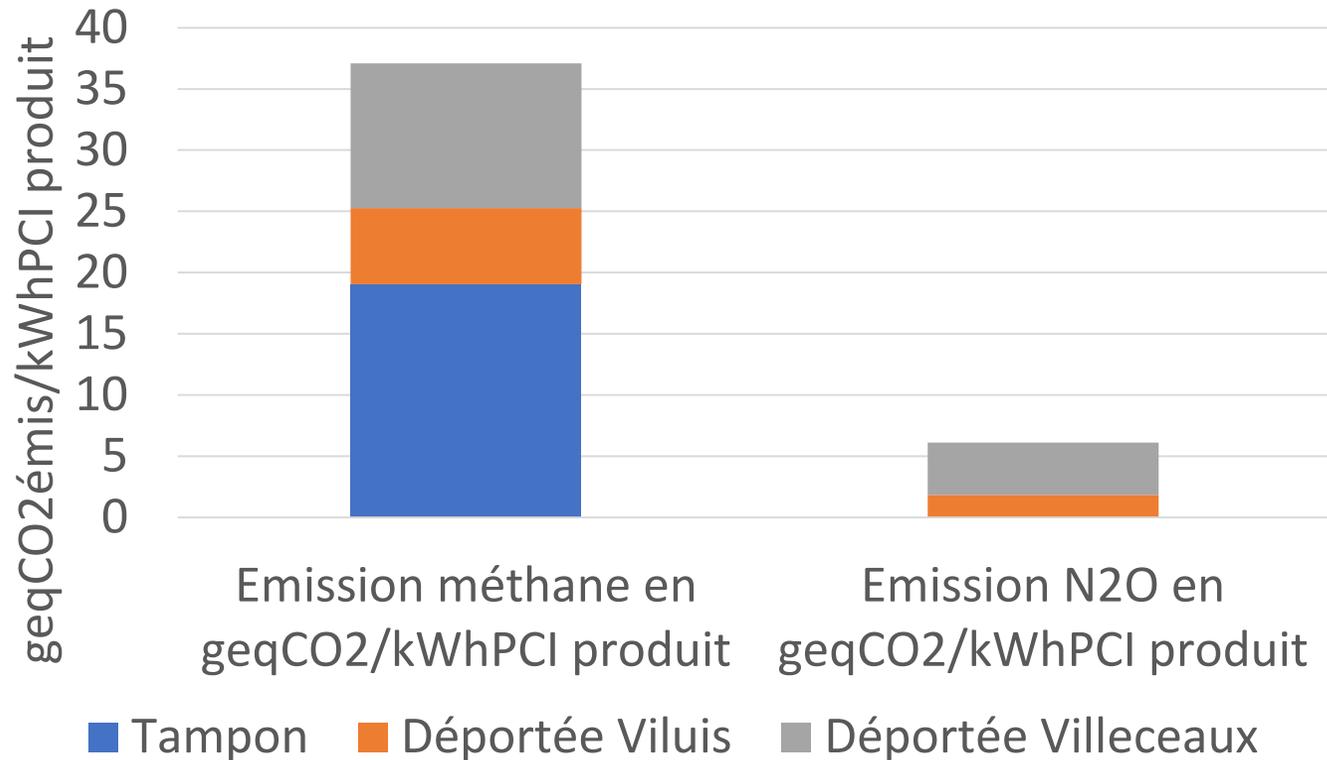
Emission totale moyenne annuelle estimée de $1,9 \pm 0.6\%$



Positionnement des données obtenues par rapport à la bibliographie (données in situ)

Bilan sur les émissions de protoxyde d'azote observées in-situ

➔ Emissions au-delà des seuils de quantification uniquement sur les situations avec croûtes



➤ Enjeu environ 6 fois moins important pour le N₂O que pour le méthane

Bilan des émissions de GES moyennes annuelles observées sur les lagunes

Bilan sur les émissions d'ammoniac observées in-situ

➔ Situations très contrastées observées en fonction :

- De l'âge moyen du digestat stocké

Estimation méthode des bilans (situations extrêmes)

Digestat uniquement stocké en lagune tampon (age moyen 27j)	Digestat stocké en lagune tampon + déportée (age moyen 220j)
Env. 4% de l'azote ammoniacal volatilisé	Env 36% de l'azote ammoniacal volatilisé

- De la température extérieure
- De la présence ou non de croûte au moment de la mesure



Modélisation en cours pour estimer un bilan annuel des pertes d'azote ammoniacal par volatilisation au stockage

Principales conclusions et perspectives

Méthane

- ✓ Résultats cohérents avec les données bibliographiques
- ✓ Temps de séjour des matières = paramètre déterminant
- ✓ Stockage tampon avec récupération du biogaz = solution prometteuse

Pour aller plus loin :

- Travail sur l'indicateur potentiel méthanogène résiduel
- Evaluation de solutions de réduction

Protoxyde d'azote

- ✓ Observé sur les stockages avec croûtes
- ✓ Enjeu environ 6 fois moins important que pour le méthane

Ammoniac

- ✓ Très dépendant de la durée de stockage, de l'historique d'exposition à des températures $>15^{\circ}$ sans croûte et du type de croûte, si elle existe.



Pour aller plus loin : Besoin de réaliser un bilan à l'échelle du couple stockage + épandage pour identifier les scénarios les moins émetteurs



26 – 28 mars 2024 PAU

Evaluation des émissions gazeuses au stockage des digestats issus d'unités de méthanisation agricoles sans effluents d'élevage

Remerciements



Agriculteurs
impliqués

R. Girault, N. Auvinet, F. Guiziou, G. Nunes, M. Sarazin, M. Viera Firmino Sylva.

Merci pour votre attention

Financement :

