



Avec le soutien de



Comparaison des émissions de GES lors du retour au sol de digestats, de résidus agricoles et de CIPAN.

A.-S. LISSY^{1,2*}, P. VOYLOKOV^{1,2}, P. LAVILLE², R. CRESSON¹, S. FREDERIC³

¹ INRAE Transfert, 75015 Paris,

² INRAE AgroParisTech EcoSys route de la Ferme, 78850 Thiverval-Grignon,

³ GRDF – Direction BioMéthane rue Condorcet 75000 Paris.

* Correspondance : anne-sophie.lissy@inrae.fr 07.76.60.82.58



Épandage de PRO au sol

- Emissions GES vers atmosphère (CO_2 – CH_4 – N_2O)
- Préoccupation de la qualité de l'air : santé humaine, environnement



Avec le soutien de



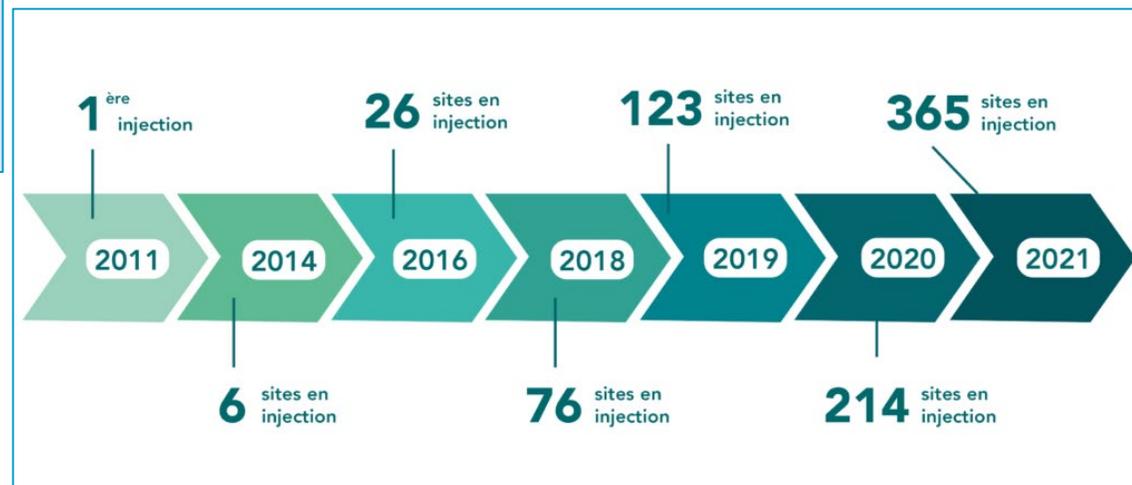
Épandage de PRO au sol

- Emissions GES vers atmosphère ($\text{CO}_2 - \text{CH}_4 - \text{N}_2\text{O}$)
- Préoccupation de la qualité de l'air : santé humaine, environnement



Filière méthanisation

Développement (nombre de méthaniseur prévu à 2030 ?)



Avec le soutien de



Épandage de PRO au sol

- Emissions GES vers atmosphère ($\text{CO}_2 - \text{CH}_4 - \text{N}_2\text{O}$)
- Préoccupation de la qualité de l'air : santé humaine, environnement



Filière méthanisation

Développement (nombre de méthaniseur prévu à 2030 ?)



Recyclage de déchet en valorisation agricole
Retour au sol de nutriment disponibles (C, N)

CEPENDANT

Épandage → émissions de GES ($\text{CO}_2, \text{N}_2\text{O}, \text{CH}_4$) & NH_3 vers l'atmosphère

Besoin de mesurer les potentiels d'émission en GES de différents PRO

Matériels & Méthodes

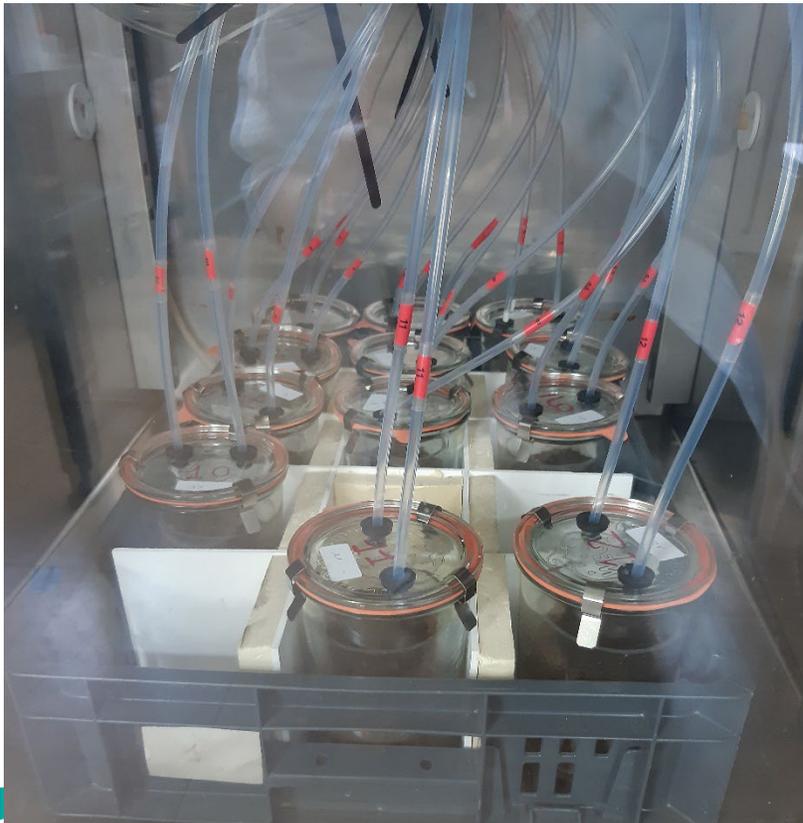
POTENTIEL GES Dispositif d'incubation pour la mesure des émissions potentielles CO₂, CH₄, N₂O en conditions contrôlées

JRI
2022

atee
ASSOCIATION TECHNIQUE
ENERGIE ENVIRONNEMENT

INSA INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON

ctbm



Rack 2

Rack 1

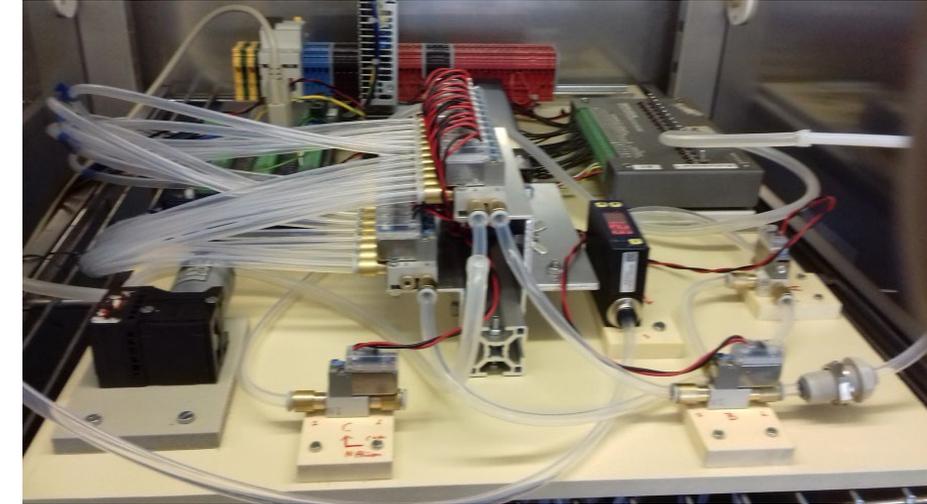


QCL Aerodyne N₂O, H₂O, CH₄

Licor 820 (CO₂)

Enceinte 18°C

Système de contrôle électronique du circuit de l'air



Datalogger Campbell + Multiplexeur
Contrôle des 24 électrovannes

Débitmètre
Q=1 l/min

Laser & Spectrométrie infrarouge

Cellules :

Volume d'une cellule : 0.8 l

Volume de tête : 0.45l

Cylindres de sol :

Surf. : 43 cm²

Masse de sol ~ 500 g



Matériels & Méthodes

POTENTIEL GES

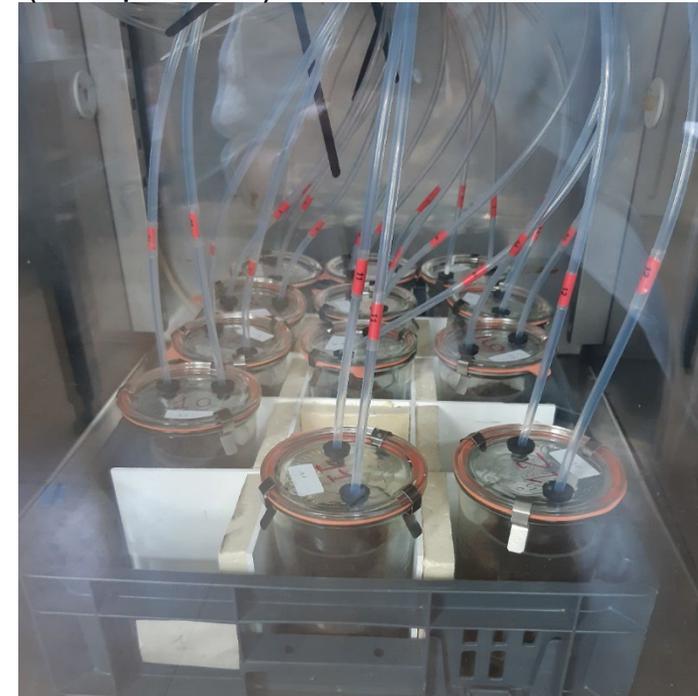
Préparation : Sol (Thiverval-Grignon, 78)

- limono argilo-sableux
- tamisé à 5 mm
- pH : 8.1
- Masse Volumique Apparente de 1.25 g.cm⁻³
- Réhumecté à 70% du WFPS

Préparation des cellules :

8 cm de sol : 4 cm réhumectés + 4 cm réhumectés & mélangés avec les PRO solides (incorporation)

Avec le soutien de



Préparation : Sol (Thiverval-Grignon, 78)

→ limono argilo-sableux

→ tamisé à 5 mm

→ pH : 8.1

→ Masse Volumique Apparente de 1.25 g.cm⁻³

→ Réhumecté à 70% du WFPS

Préparation des cellules :

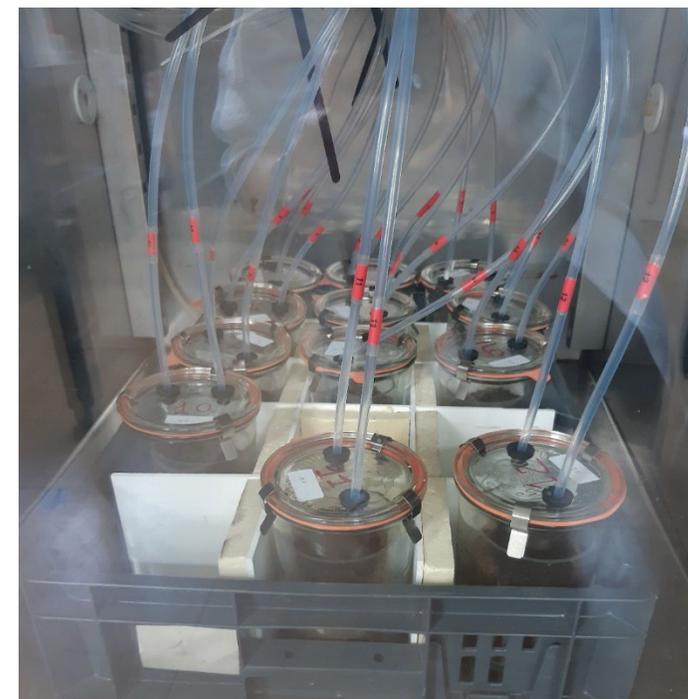
8 cm de sol : 4 cm + 4 cm mélangé avec les PRO solides

| Cellules | Produits à tester |
|----------|------------------------------------|
| 1 – 13 | Contrôle sol seul |
| 2 – 14 | CIPAN (moutarde : tige + feuille) |
| 3 – 15 | Paille de blé |
| 4 – 16 | Fumier équin +45 j maturation IT-E |
| 5 – 17 | Fumier équin +0 j |
| 6 – 18 | Fumier bovin +45 j maturation IT-E |
| 7 – 19 | Fumier bovin +0 j |
| 8 – 20 | Digestat solide |
| 9 – 21 | Lisier bovin +45 j maturation IT-E |
| 10 – 22 | Lisier bovin +0 j |
| 11 – 23 | Digestat brut |
| 12 – 24 | Digestat liquide |

Matériels & Méthodes

POTENTIEL GES

- Suivi : lundi 3 mai 2021 au 23 juin 2021
- 3 humectations : le 11 mai, 25 mai et 7 juin 2021
- 24 mai (J+21 j) arrêt du générateur air frais T°C n'est plus contrôlée



Principe de mesure

Flux balayage et accumulation sont équivalents

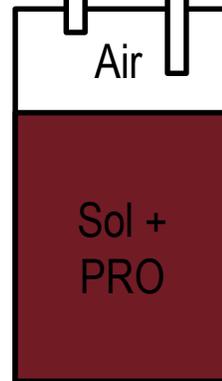
- Acquisition et Calculs selon les 2 méthodes
- Doivent être similaires
- On garde celui qui semble le plus stable (expertise)
→ Ici par **accumulation**



Avec le soutien de

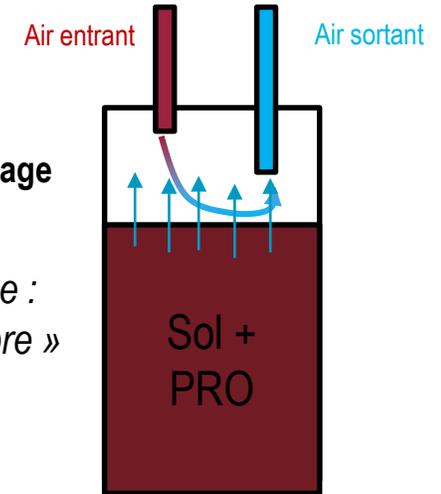


Analyseurs
[CO₂, CH₄, N₂O, H₂O]
T°C_{air}, Débit d'air circulant



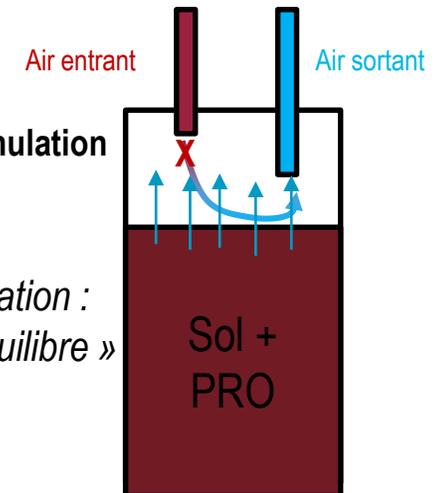
Mesure en balayage

Flux émission balayage :
Conditions à « l'équilibre »



Mesure en accumulation

Flux émission accumulation :
Conditions non « à l'équilibre »



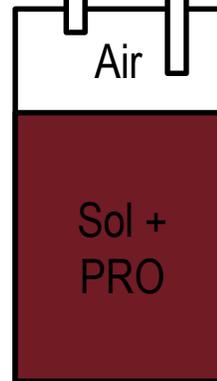
Principe de mesure

Flux balayage et accumulation sont équivalents

- Acquisition et Calculs selon les 2 méthodes
- Doivent être similaires
- On garde celui qui semble le plus stable (expertise)
→ Ici par **accumulation**

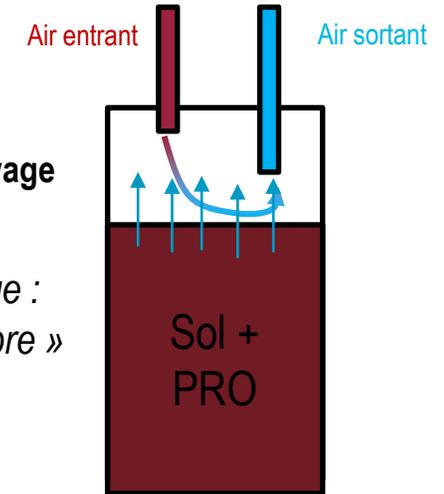
Avec le soutien de

Analyseurs
[CO₂, CH₄, N₂O, H₂O]
T°C_{air}, Débit d'air circulant



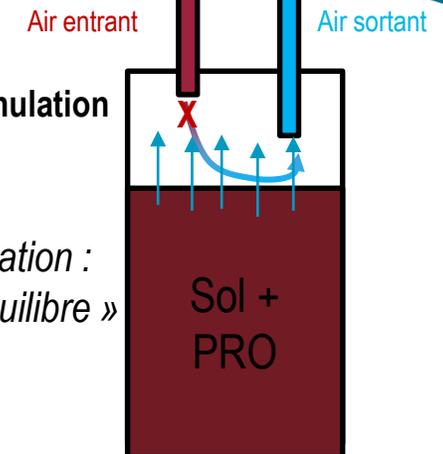
Mesure en balayage

Flux émission balayage :
Conditions à « l'équilibre »



Mesure en accumulation

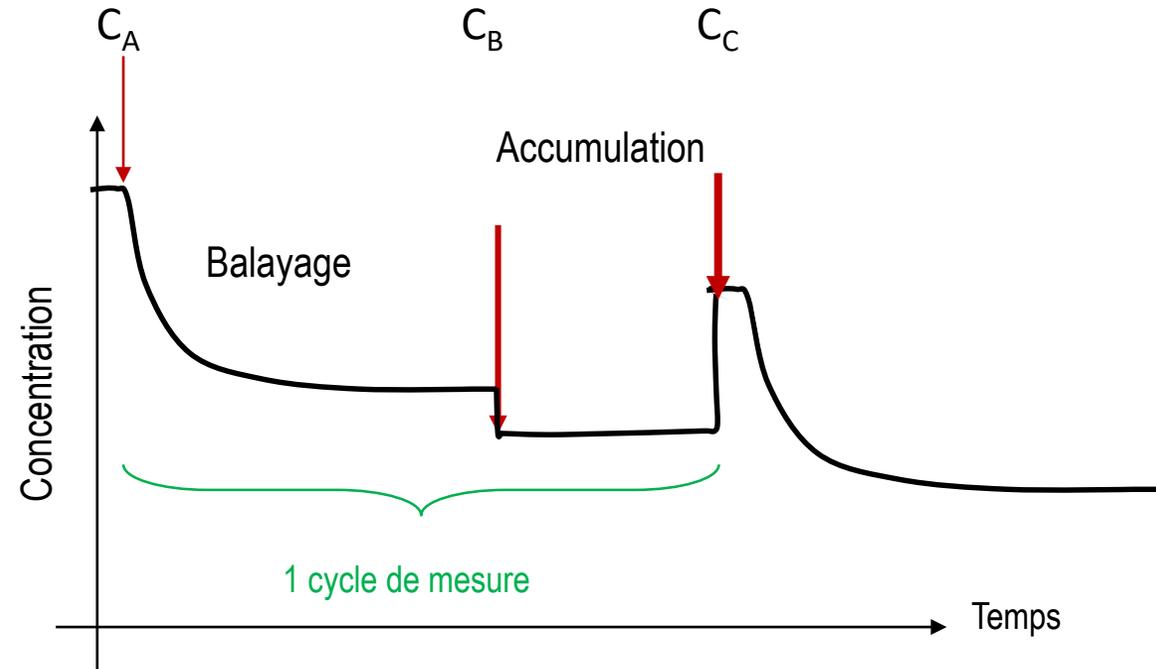
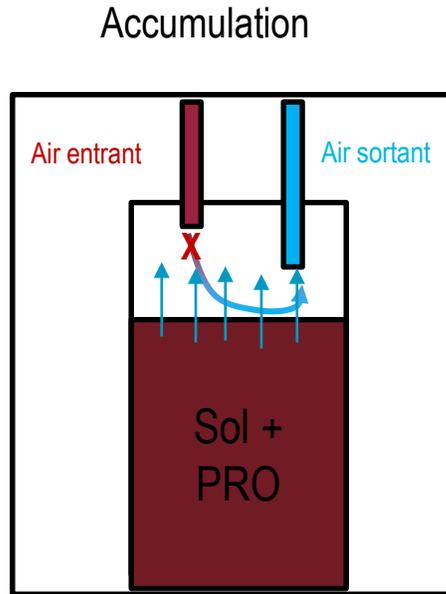
Flux émission accumulation :
Conditions non « à l'équilibre »



Matériels & Méthodes

POTENTIEL GES

Calcul



Mode accumulation $\Delta\text{Conc} = C_C - C_B$

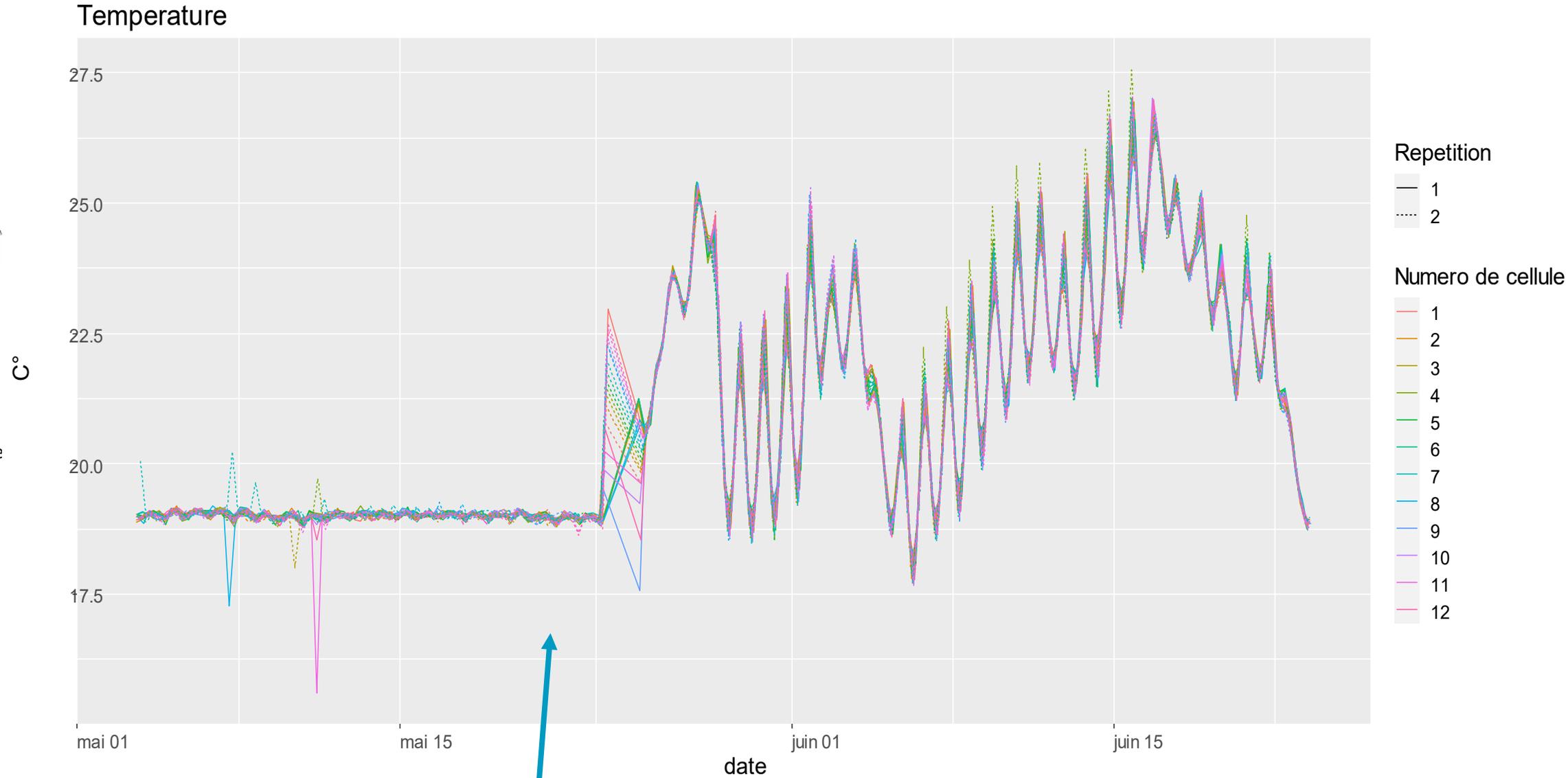
$$\text{Flux [g. ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}] = \frac{\text{débit}_{\text{air}}}{\text{surface}_{\text{sol}}} \times \Delta\text{Conc}$$

$$f_{\text{correction}}(\text{T}^\circ\text{C, constante gaz parfait}) \times f_{\text{conversion}}(\text{temps, surface, volume})$$

Avec le soutien de



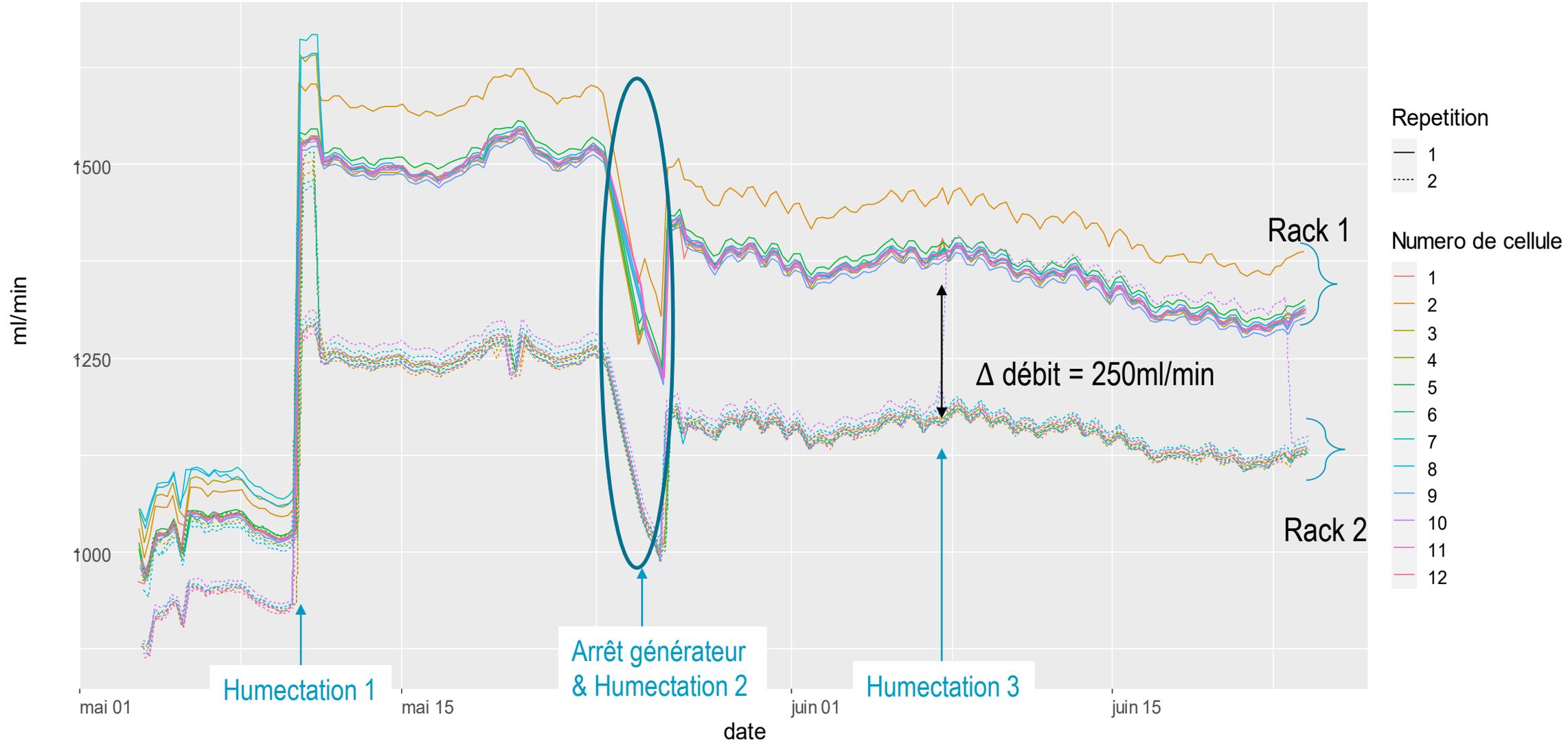
Résultats & Discussions



25/05 Arrêt contrôle température

Résultats & Discussions

Debit moyen

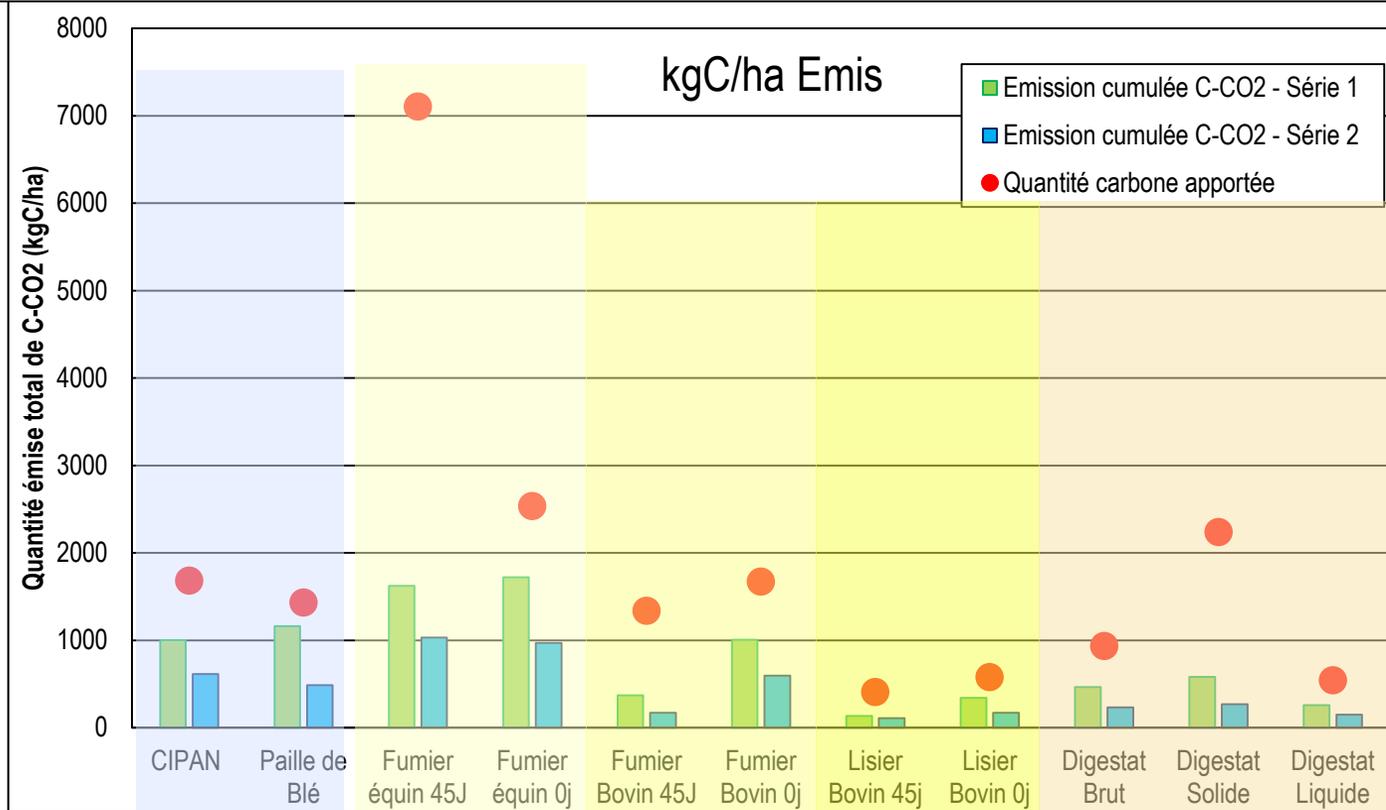
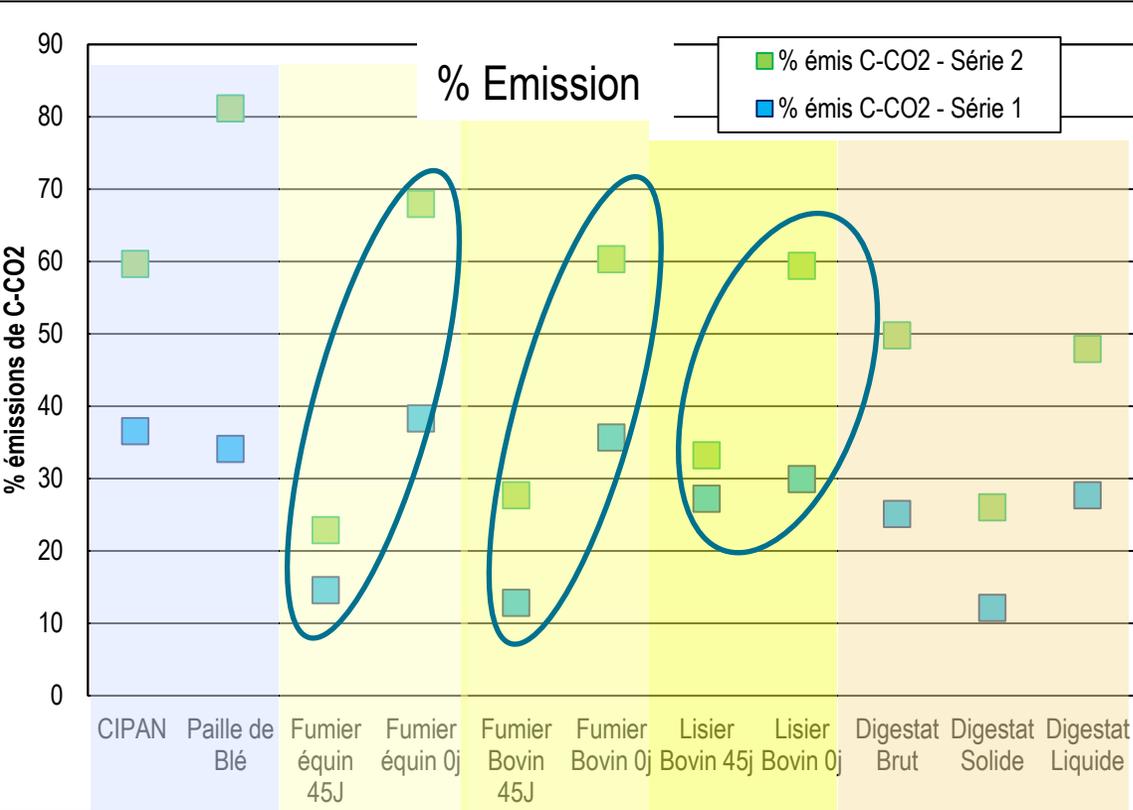


Résultats & Discussions CO2

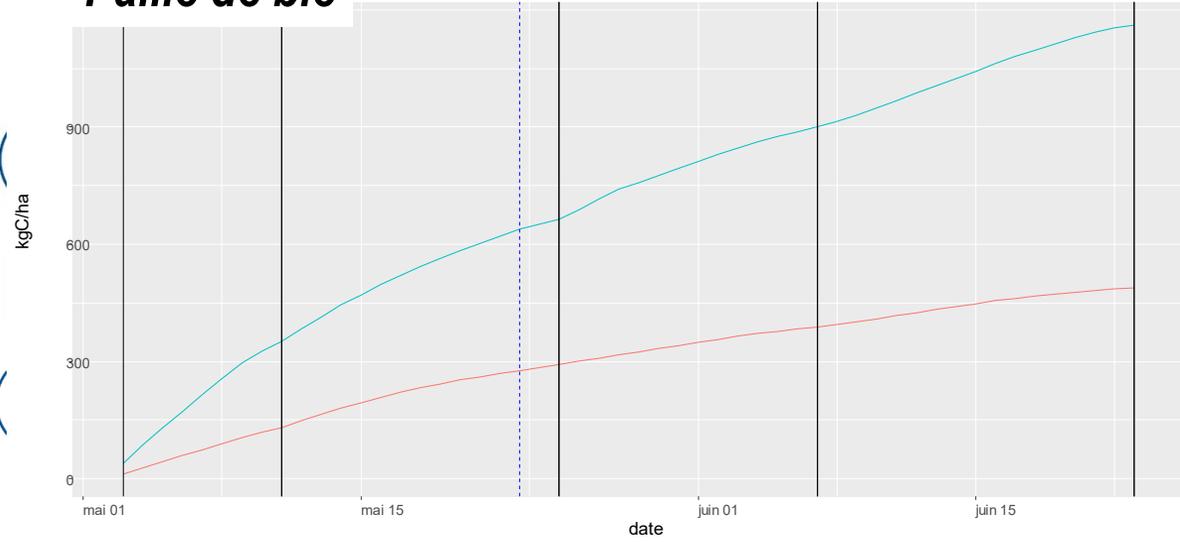
Dynamique semblable pour les deux séries testées ; Deux débits : série 1 > série 2 de 250 ml/min
Émission du sol contrôle ~250 kgC.ha⁻¹

- « niveau de base » du sol (activité biologique) ; soustraite des émissions sol + PRO
- dynamique se poursuit dans le temps

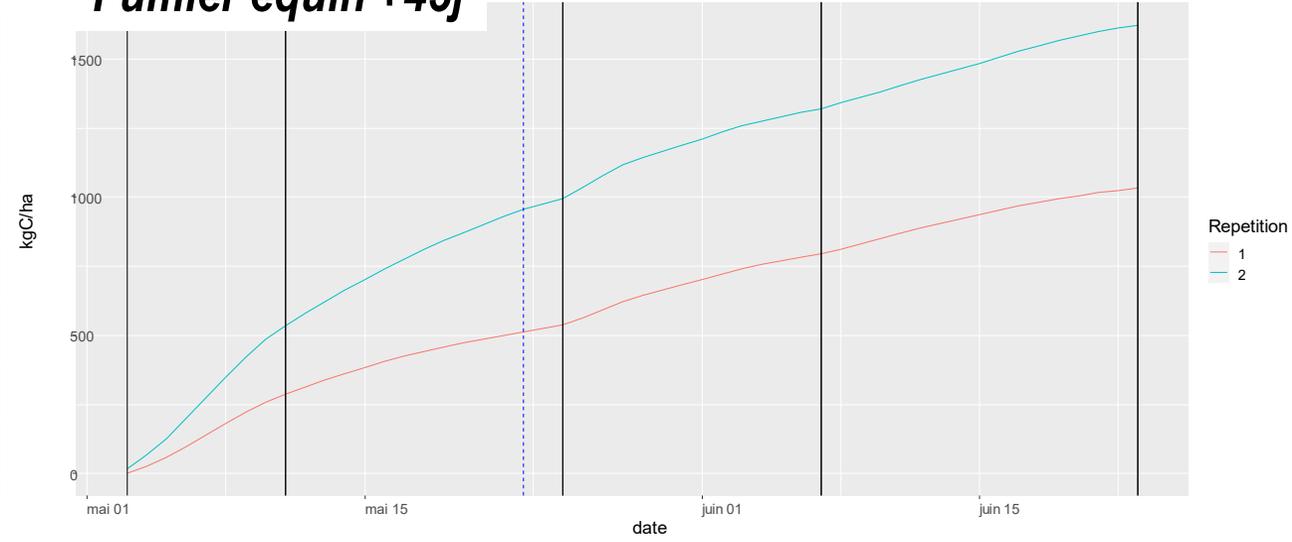
- Maturation des fumiers : limite émission CO2 (moins marqué pour lisier)
- Digestat solide le moins émetteur comparé au brut et liquide



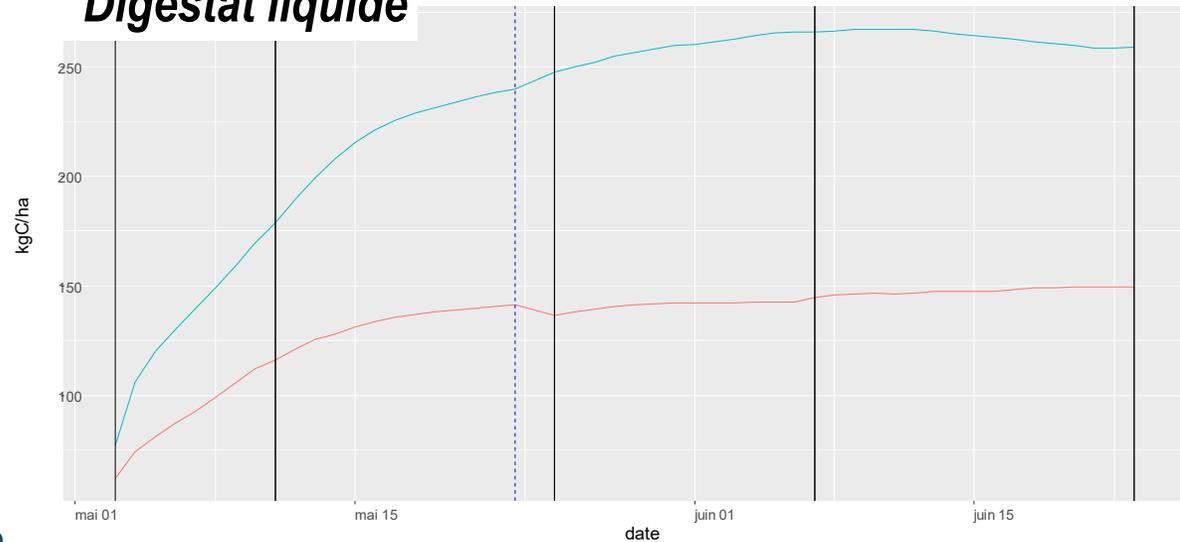
Paille de blé



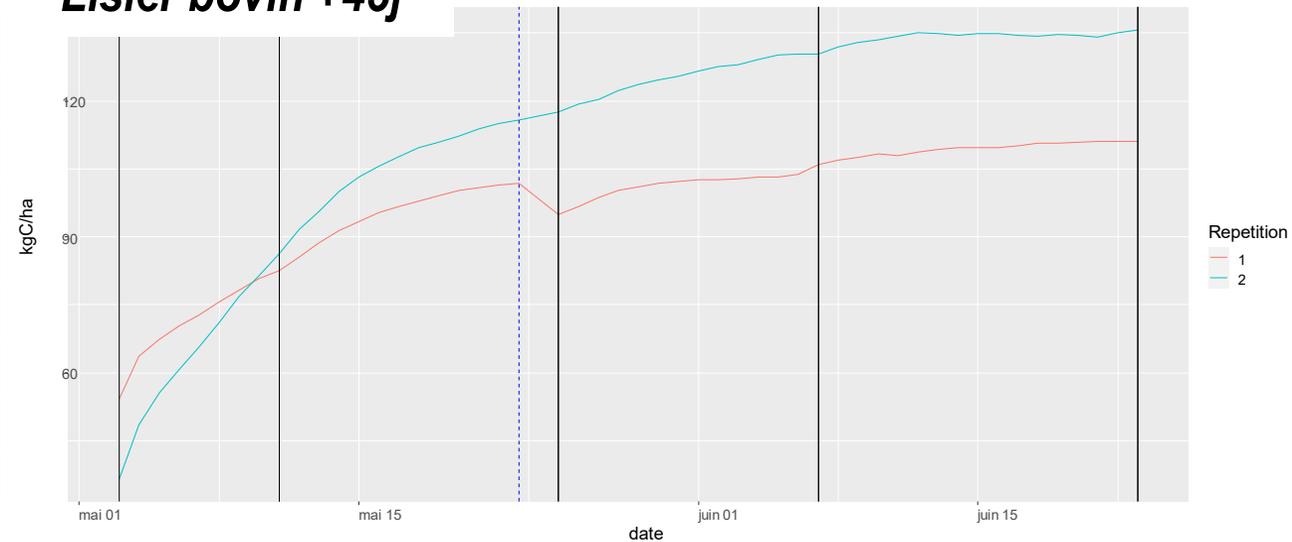
Fumier équin +45j



Digestat liquide



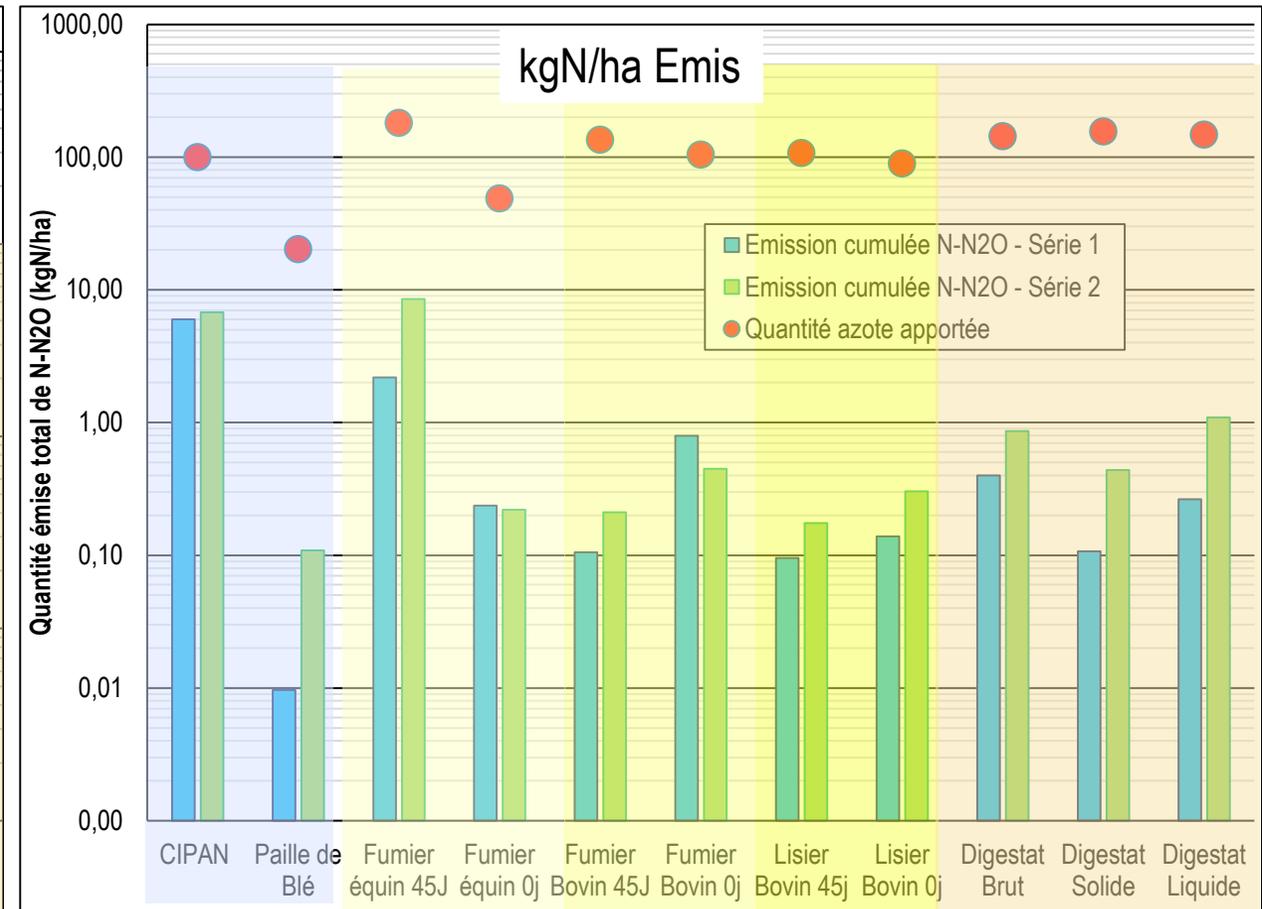
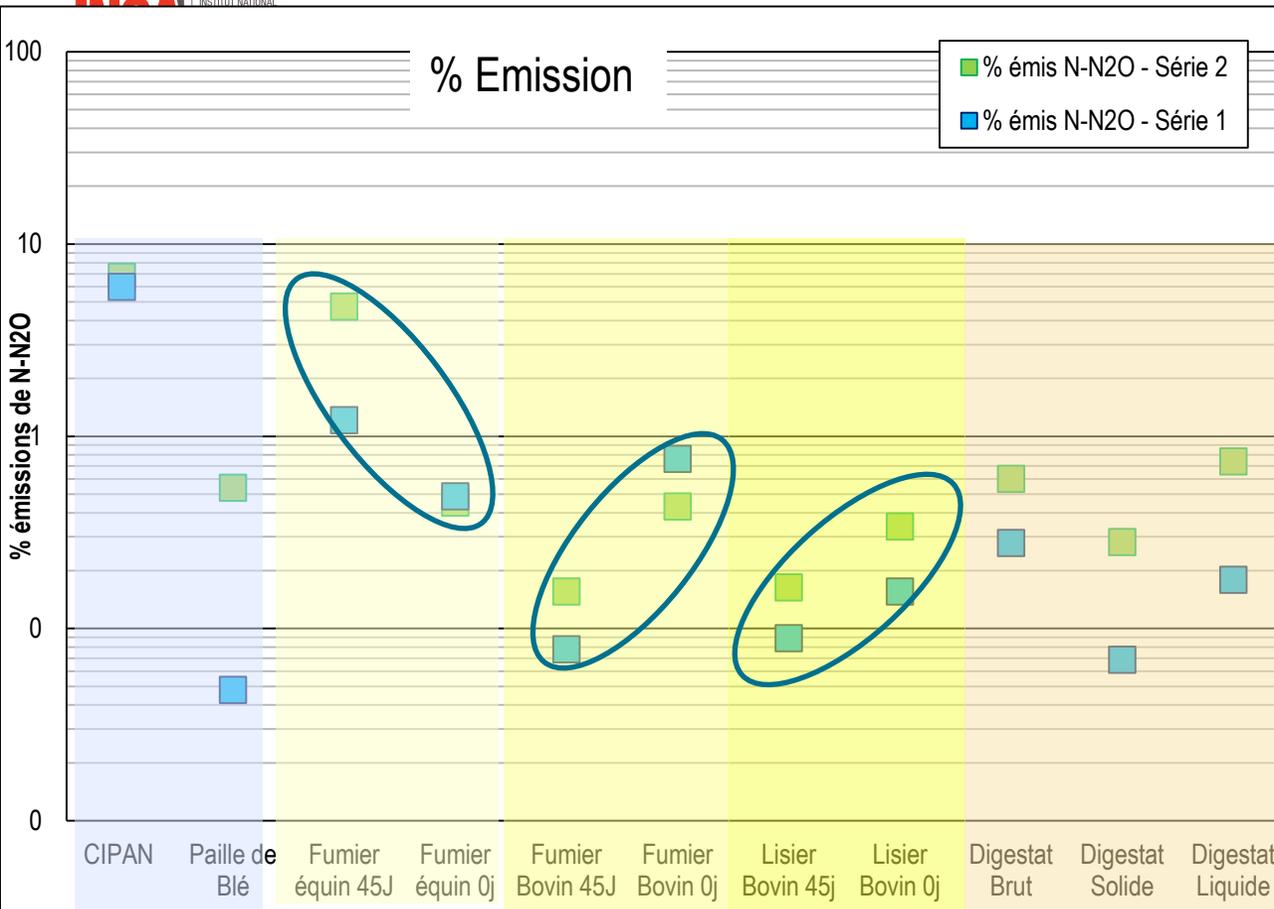
Lisier bovin +45j



Résultats & Discussions N2O

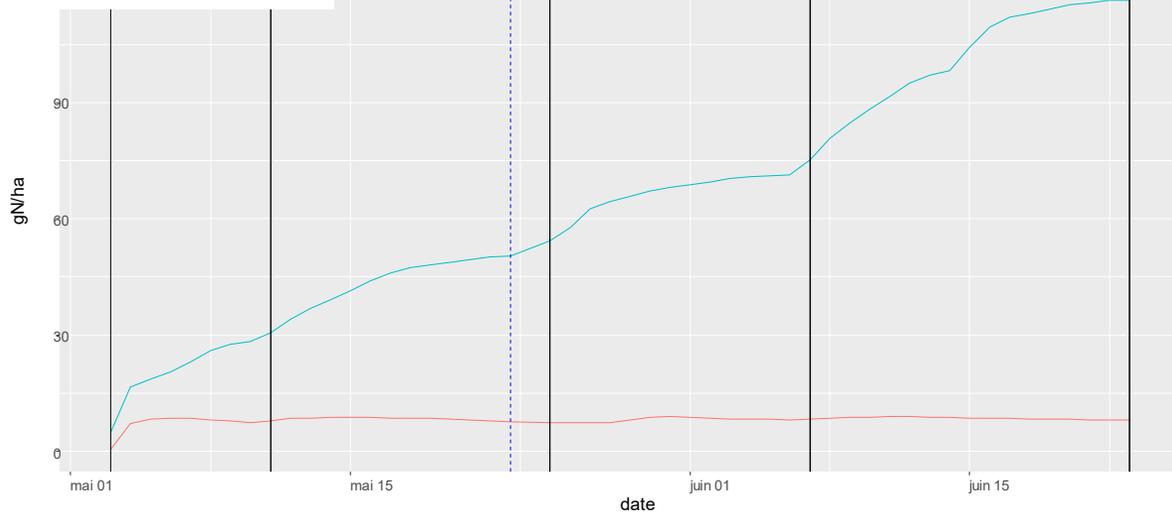
Dynamique semblable pour les deux séries testées ; Deux débits : série 1 > série 2 de 250 ml/min

- Émission atteint plateau après 3 semaines (voire dépôt)
- CIPAN – Fumier équin non mûré : 2 mesures très proches et les + émetteurs ~7-9 kgN/ha
- Maturation des PRO Bovins : moins émetteur comparé aux PRO bovins non mûrés pas vrai pour équin
- 3 digestats : apport et émission N proches pas de tendance

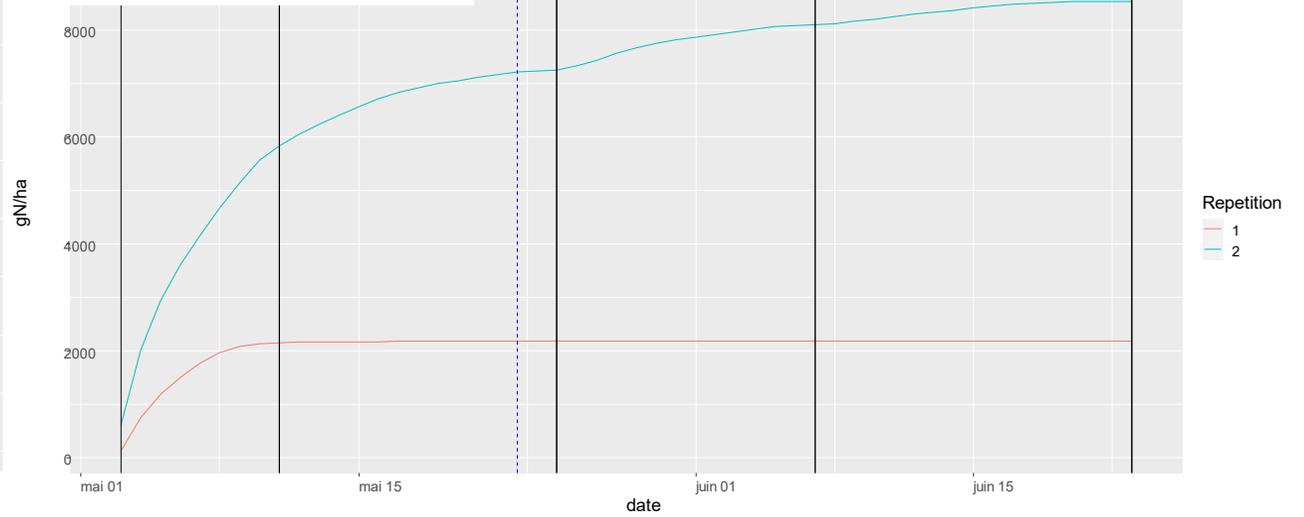


Résultats & Discussions N20

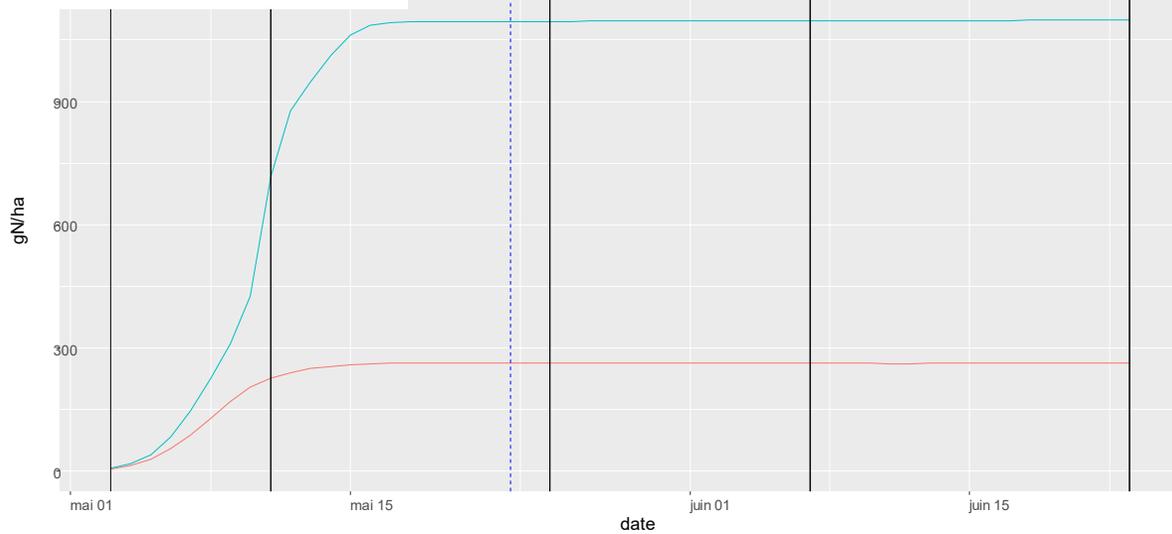
Paille de blé



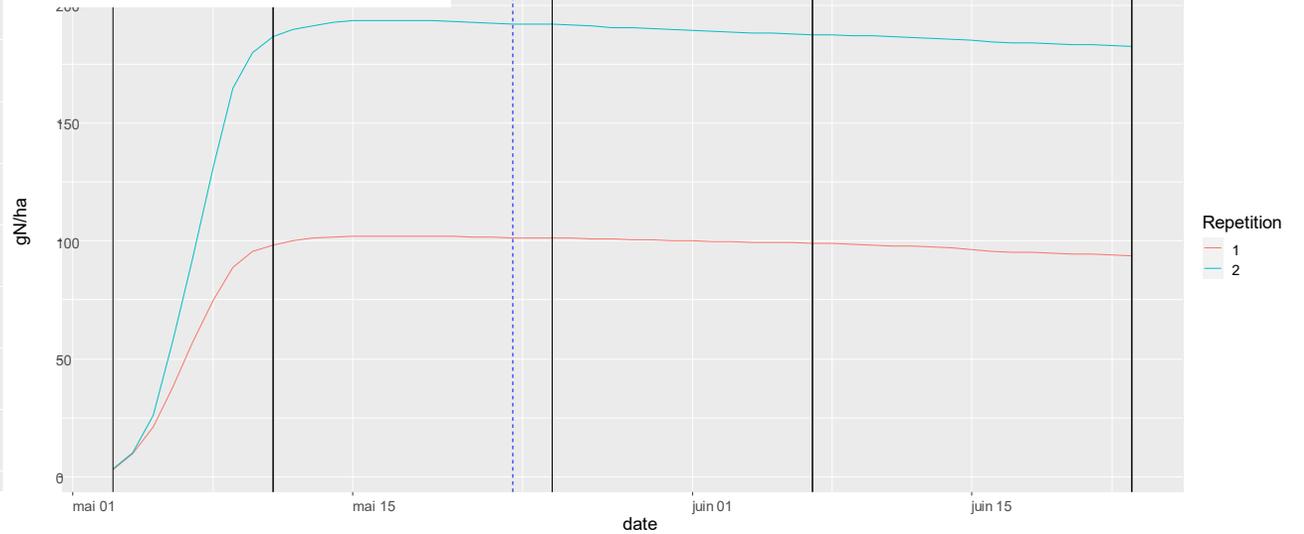
Fumier équin +45j



Digestat liquide



Lisier bovin +45j



Avec le soutien de

- 1^{ère} quantification des émissions de GES par des sols recevant des PRO – retour de paille
- 1 seul type de sol testé à pH>7 ; tamisé ; reconstitué
- Répétition séries 1 – 2 (rack) : pas vraiment identique (débit d'air +250ml/min)
 - Différence de balayage : réponse quantitative différente MAIS qualitative similaire
- **CH₄ (non présenté ici) :**
 - peu d'émission voire très légèrement <0 ; Indique des conditions non propices émissions de CH₄
- **CO₂ :**
 - émissions produits testés > émissions sol contrôle (250 kgC/ha)
 - Émission non achevée à l'issue du suivi (activité biologique + minéralisation C se poursuit)
 - produits les + émetteurs = ceux les plus pourvus au départ
- **N₂O :**
 - sol contrôle peu émetteur (10 à 15 gN/Ha)
 - Émission achevée après 3 semaines de suivi
 - produits les + émetteurs = ceux les plus pourvus au départ

1. Confirmer ces résultats en laboratoire et en conditions au champ
2. Tester d'autres types de sol
3. Fiabiliser l'outil de mesure
4. Inclure ces résultats dans les bilans GES systèmes agricoles avec méthanisation

Avec le soutien de

