

Effet de l'apport de produits chaulant sur les émissions de N₂O et CO₂ et le fonctionnement de la N₂O réductase d'un sol à la base acide

Ouerghi I.⁽¹⁾, Rousset C.⁽¹⁾, Brefort H.⁽¹⁾, Arkoun M.⁽²⁾, Hénault C.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Agroécologie, AgroSup Dijon, INRAE, Univ. Bourgogne, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France
⁽²⁾ Laboratoire de Nutrition Végétale, Agriinnovation International – TIMAC AGRO, Saint-Malo, France

4. Résultats

1. Introduction

L'agriculture est une source importante de N₂O, un puissant gaz à effet de serre (GES)⁽¹⁾.

La seule voie terrestre connue qui élimine N₂O est la dernière étape de la dénitrification, catalysée par l'enzyme N₂O réductase.

Cette enzyme est peu fonctionnelle en sol acide et quelques études ont montré qu'un apport de produits chaulant peut permettre d'activer la N₂O réductase et diminuer les émissions de N₂O⁽²⁾.

Cependant, les carbonates des produits chaulant carbonatés (PCC) ont le potentiel de se convertir en CO₂ et d'être émis dans l'atmosphère⁽³⁾.

2. Objectifs

- Mieux connaître l'action des produits chaulant sur le fonctionnement de la N₂O réductase
- Améliorer les connaissances sur le bilan GES (CO₂/N₂O) des apports de produits chaulant

3. Matériels et méthodes

Incubation de sol (20°C) dans différents états structuraux

Sol déstructuré & Sol non-déstructuré

→ Sol sablo argilo-limoneux avec un pH_{eau} initial acide (5.6-6.1)

Tableau 1: Modalités d'application des traitements pour les 2 expérimentations.

| | Sol déstructuré | Sol non déstructuré |
|-------------------------------|---|--|
| Type d'apport | Incorporation | Dépôt en surface |
| Traitements | Témoin (sans PCC) PCC1-CaCO ₃ de laboratoire (VN=52) PCC2-Calcimer® poudre (VN=40) | Témoin (sans PCC) PCC2-Calcimer® poudre |
| Quantité de PCC | 1 mg VN/g sol sec | 0.25 mg VN/g sol sec |
| Fertilisation azotée minérale | 0.017 mg N/g sol | 0.032 mg N/g sol |

Principales variables mesurées/calculées

- pH_{eau} (ISO 10390: 2005)
- Taux de consommation du N₂O après 168h d'incubation en anaérobiose et apport de NO₃⁻ (ISO/TS20131-2: 2018)
- Flux CO₂ et N₂O (g ha⁻¹ jour⁻¹)
- Abattement des émissions comme suit:

$$\text{Abattement (\%)} = \frac{(\text{Flux}_{\text{témoin}} - \text{Flux}_{\text{traitement}})}{\text{Flux}_{\text{témoin}}} * 100$$

Analyses statistiques

- R (Version 4.1.0)
- Test pour la normalité, la répartition résiduelle et l'homoscédasticité.
- Analyse de mesures répétées: ANOVA à deux facteurs pour tester les différences de traitement globales au fil du temps entre les variables mesurées + test post-hoc de Tukey

⁽¹⁾ Ravishankara A.R., et al. (2009) Science 326, 123–125. <https://doi.org/10.1126/science.1176985>
⁽²⁾ Hénault C., et al., (2019) Scientific Reports 9, 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56694-3>
⁽³⁾ Wang Y., et al., (2021) Global Change Biology 27, 2807–2821. doi:10.1111/gcb.15607.

Cette étude est réalisée dans le cadre du projet NatAdGES, soutenu par le programme « Investissement d'Avenir », projet ISITE-BFC (contrat ANR-15-IDEX-0003), le FEDER, BPI France et le CMI-Roullier



« 15^e RENCONTRES Comifer-Gemas : 24-25 Novembre 2021 – Clermont-Ferrand »

Effet des produits chaulant sur le fonctionnement de la N₂O réductase

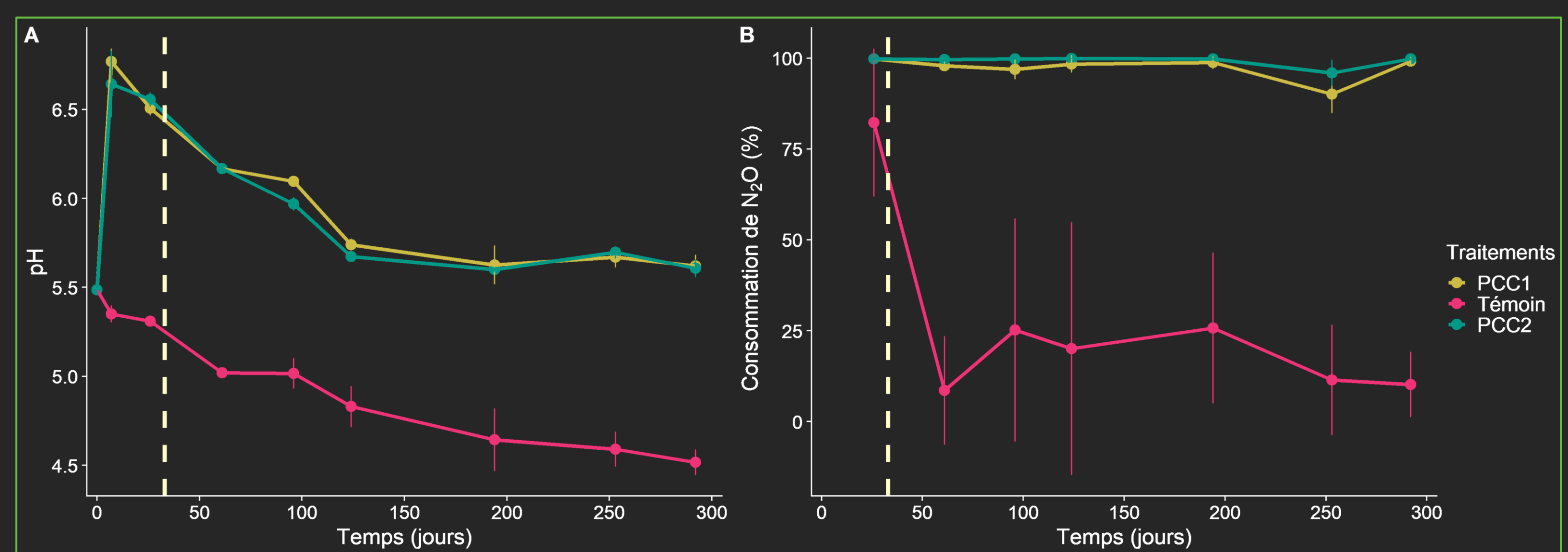


Figure 2 : Evolution au cours du temps des moyennes du pH (A) et du pourcentage de consommation de N₂O (B) sur sol déstructuré pour 3 différents traitements (Témoin, PCC1, PCC2). La ligne verticale représente le jour d'apport de la solution nitraté. Barres d'erreurs = écart-type, n=3.

- Augmentation du pH_{eau} rapide et significative (p<0.05) après apport des produits chaulant carbonatés (PCC1 et PCC2) puis baisse du pH pour tous les traitements.
- Augmentation du taux de consommation de N₂O après apport des produits chaulant, ce qui signe une forte activité de la N₂O réductase, persistante malgré la baisse des pH.

Dans quelle mesure, l'activation rapide et persistante de la N₂O réductase observée sur sol déstructuré, se traduit-elle sur l'intensité des émissions de N₂O par un sol non déstructuré ?

Effet des produits chaulant sur les émissions de CO₂ et N₂O

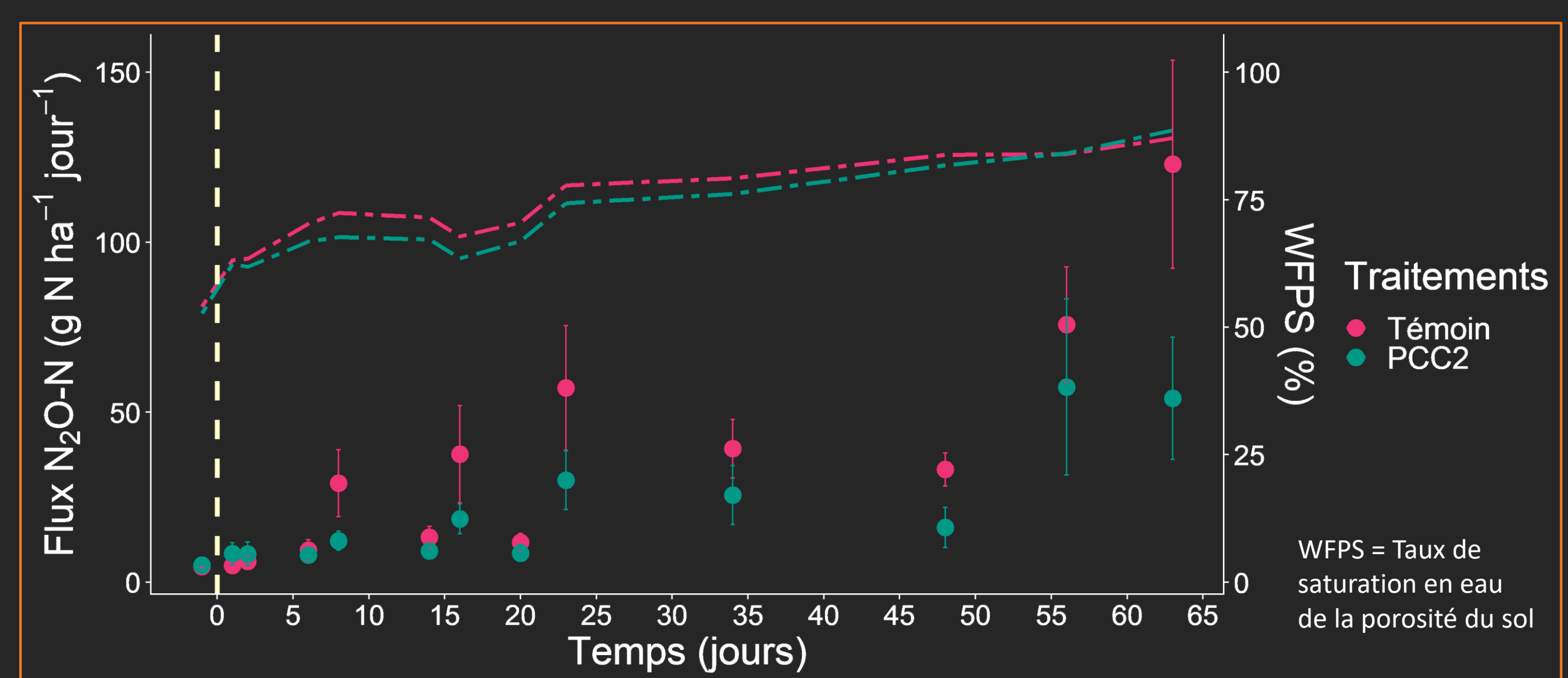


Figure 3 : Evolution au cours du temps des flux moyens de N₂O (point) et du WFPS (lignes) pour 2 traitements (Témoin et PCC2) sur sol non-déstructuré. La ligne verticale représente le jour d'apport des traitements. Barres d'erreurs = s.e.m, n=8.

- Augmentation des émissions de N₂O avec le taux de saturation en eau du sol.
- Réduction significative (p<0.05) des émissions de N₂O avec apport de PCC2.

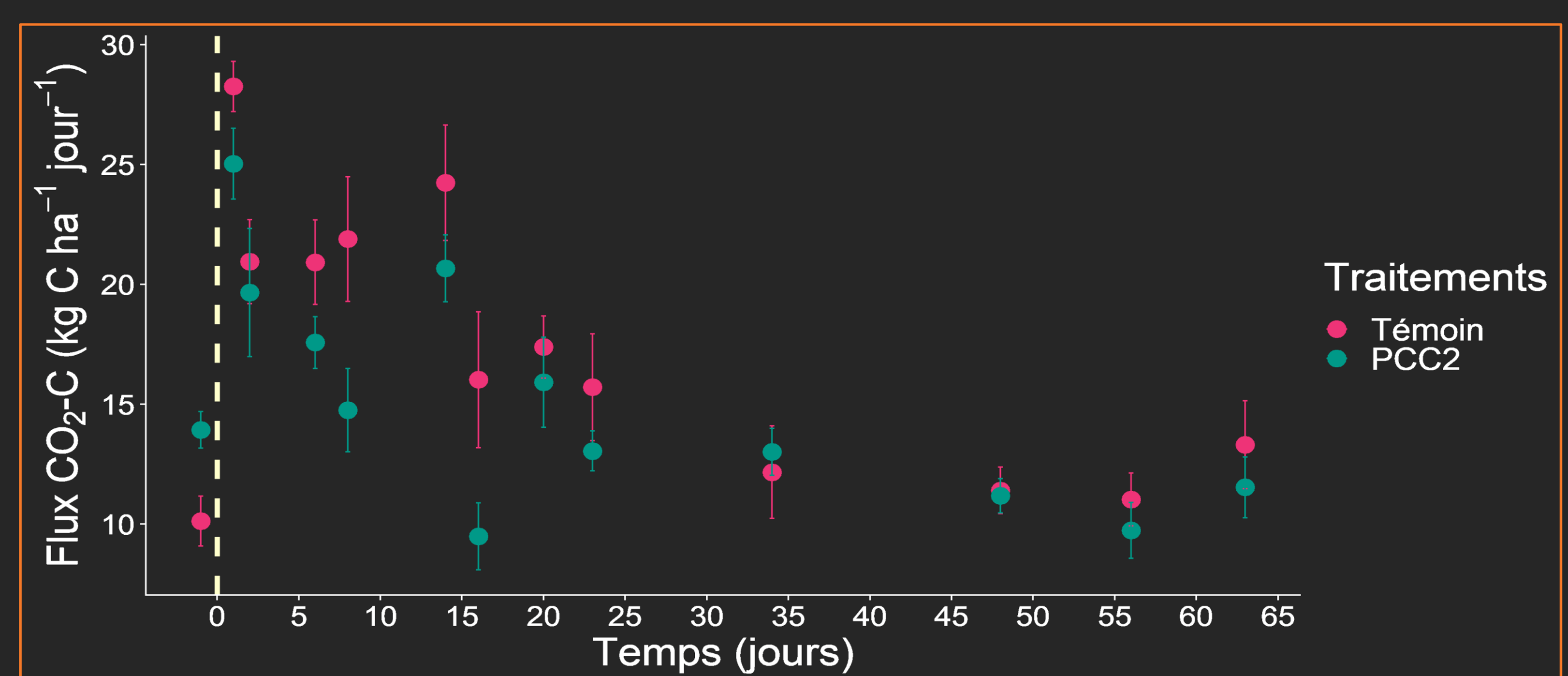


Figure 4 : Evolution au cours du temps des flux moyens de CO₂ (kgC/ha/jour) pour 2 traitements (Témoin et PCC2) sur sol non-déstructuré. La ligne verticale représente le jour d'apport des traitements. Barres d'erreurs = s.e.m, n=8.

- Augmentation rapide des flux de CO₂ après l'apport d'azote.
- Réduction significative (p<0,05) des émissions globales de CO₂ pour le traitement PCC2 (résultat contraire à l'hypothèse initiale).

Tableau 2: Effet du produit chaulant, PCC2, sur les moyennes générales des émissions de GES (CO₂ et N₂O) et l'abattement, obtenues sur sol non-déstructuré. PCC=produit chaulant carbonaté.

| Traitements | GES | |
|-------------|--|------------|
| | Emission | Abattement |
| Unité | kg eq CO ₂ ha ⁻¹ j ⁻¹ | % |
| Témoin | 75.7 | - |
| PCC2 | 63.2 | 16.5 |

- Dans ces conditions expérimentales, d'une durée de 63 jours, l'ajout du produit chaulant carbonaté (PCC2) a induit des abattements de GES à hauteur de 16.5%.

5. Conclusion

- Abaissement des émissions de N₂O par les sols après l'apport des produits chaulant qui modifie le fonctionnement de la N₂O réductase dans la durée, et ce, au-delà de l'impact sur le pH du sol.
- L'expérimentation sur cylindres ne conclut pas à une augmentation des émissions de CO₂ comme attendu.
- Intérêt du chaulage des sols agricoles acides dans l'atténuation des émissions de GES.
- Il faut continuer les travaux pour mieux comprendre le devenir du C apporté par les produits chaulant dans le sol et pour consolider les références de flux *in situ*.