



HAL
open science

Restitutions de carbone et d'azote par les résidus d'une culture de luzerne

P. Thiébeau, D. Larbre, R. Carpentier, O. Delfosse, G. Alavoine, H. Clivot

► To cite this version:

P. Thiébeau, D. Larbre, R. Carpentier, O. Delfosse, G. Alavoine, et al.. Restitutions de carbone et d'azote par les résidus d'une culture de luzerne. 16èmes Rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse, COMIFER; GEMAS, Nov 2023, Tours, France. hal-04749338

HAL Id: hal-04749338

<https://hal.science/hal-04749338v1>

Submitted on 28 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

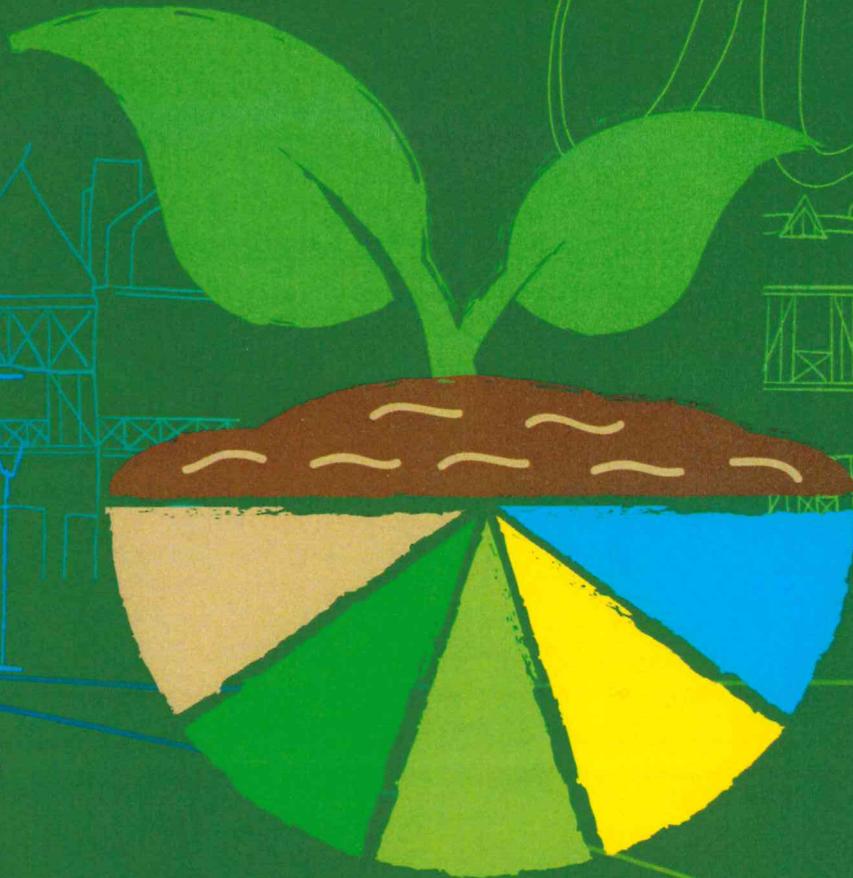
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

16^e Rencontres

DE LA FERTILISATION RAISONNÉE
ET DE L'ANALYSE

30 ans



21, 22 et 23
novembre
2023

Centre
des congrès
de Tours

Le rendez-vous biennal des professionnels de la fertilisation raisonnée

Avec le soutien


MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE
*Liberté
Égalité
Fraternité*

comifer
Comité Français d'Étude et de Développement
de la Fertilisation Raisonnée


Gemmas
Groupement d'études méthodologiques pour l'Analyse des sols

<https://comifer.asso.fr>



RESTITUTIONS DE CARBONE ET D'AZOTE PAR LES RESIDUS D'UNE CULTURE DE LUZERNE

Pascal THIEBEAU¹, Damien LARBRE², Romain CARPENTIER³, Olivier DELFOSSE¹,
Gonzague ALAVOINE¹ et Hugues CLIVOT¹

¹ UMR A 614 INRAE-URCA Fractionnement des AgroRessources et Environnement (FARE), 2 Esplanade R. Garros, F-51100 Reims, pascal.thiebeau@inrae.fr

² Chambre d'Agriculture de la Marne, Maison des agriculteurs, 2 rue Léon Patoux, F-51100 Reims

³ DéshyOuest, 11 rue Louis Raison, F-35113 Domagné

Contexte et objectifs

La luzerne cultivée en culture pure est très présente en région Grand-Est, notamment dans sa partie Champagne-Ardenne. Cette présence est due à des conditions de sols très favorables à sa croissance, ainsi qu'à la présence d'une filière industrielle de déshydratation qui prend en charge les récoltes et la conservation du fourrage. Cette culture est également présente dans d'autres régions de France comme la Bretagne ou la Bourgogne-Franche Comté. Le terme d'exploitation de cette culture pérenne oscille entre 2 et 5 ans (3 ans en moyenne), selon les assolements des exploitations. C'est principalement au moment de la destruction de la luzerne (automne) que des quantités de résidus, importantes et riches en azote (N), sont restituées au sol. Les dynamiques de restitution des éléments qu'ils contiennent se répartissent sur plusieurs années (Muller et al., 1993 ; Triboï et Triboï, 2014), mais les quantités restituées lors de cette étape sont mal connues. Or, il est important de les estimer correctement i) pour ajuster au mieux la fertilisation à la parcelle des cultures suivantes, et ii) pour permettre un meilleur paramétrage des modèles de stockage de carbone (C) des sols lorsque cette culture est présente dans les assolements. L'objectif de ce travail est de caractériser les quantités de biomasses, de C et N qui peuvent être restituées à différents âges de destruction de la luzerne. Les résultats présentés concernent les deux premières années d'une étude en cours.

Matériels et Méthodes

Cette étude a débuté à l'automne 2021, en région Grand-Est, puis s'est étendue à la Bretagne à l'automne 2022. Elle est conduite sur des parcelles d'agriculteurs. En 2021, 5 champs ont été suivis par âge de luzerne de 1 à 4 ans. En 2022, le travail a été étendu à des mesures sur des luzernes âgées de 5 ans. En Bretagne, des mesures ont été réalisées en 2022 sur des luzernes âgées de 2 et 3 ans à raison de 4 champs par âge. L'estimation de la biomasse des résidus de luzerne est réalisée dans la semaine qui suit la dernière récolte des usines de déshydratation. Cette estimation est faite à partir de prélèvements de collets et pivots racinaires sur l'horizon de sol 0-20 cm sur des placettes composées de 2 lignes contiguës de 0,75 m de longueur. Pour les champs d'une surface inférieure à 4 ha : 6 placettes sont collectées à la bêche de manière à recueillir une surface de prélèvement totale supérieure à 1 m²/champ. Pour les champs plus grands, 1 placette/ha supplémentaire est prélevée. Au laboratoire, après lavage, chaque échantillon est compartimenté en 4 classes : 2 classes de biomasses vivantes correspondant aux collets (partie aérienne de la plante comprise entre 0 et 6 cm de hauteur de coupe) et pivots racinaires de 0 à 20 cm de profondeur ; 2 classes de biomasses sénescents correspondant aux pivots nécrosés (pivots morts ou en train de mourir) et résidus au sol (tiges de collets sénescents essentiellement). Après passage en étuve ventilée 48h à 70°C, les échantillons sont pesés et la somme de ces 4 compartiments compose la Matière Sèche Totale (MST). La détermination des teneurs en C total et N total est réalisée à l'aide d'un analyseur élémentaire (méthode Dumas).

Résultats et Conclusions

Les conditions climatiques rencontrées au cours de ces deux années de mesures sont très différentes : 2021 est classée comme année pluvieuse : l'index d'aridité (AI = Pluies/Evapotranspiration potentielle) calculé sur la période végétative est de 0,65, tandis qu'il est de 0,41 en 2022, année considérée comme « sèche ». Les premiers résultats montrent que la biomasse vivante représente 85 à 90% de la MST, et qu'au sein de cette biomasse vivante, collets et pivots se répartissent respectivement dans un rapport de 40/60.

Les dynamiques de la MST, du C et de N par année de mesure et zone géographique sont présentées par la figure 1. Nous constatons que la MST évolue en moyenne d'environ 600 g.m⁻² (en première année A1 pour 2021) à 1200 g.m⁻² (en cinquième année A5 pour 2022). Cette évolution est significative, notamment entre A1 et les autres âges des luzernières. Par ailleurs, en fin de première année de production (A1), la moyenne des biomasses mesurées en 2022 est 21% supérieure à celles de 2021, et de 26% supérieure pour les luzernes en fin de seconde année de production (A2) en Champagne. Ces mesures tendent à confirmer un comportement bien connu des plantes : en situation de stress la plante modifie l'allocation de ses assimilats en favorisant ses organes de réserves (collets et pivots) plutôt que les parties aériennes exportées (Thiébeau et al., 2011). Le calcul du ratio entre la biomasse des organes de réserve et la biomasse totale produite au cours de l'année confirme en partie ce constat : pour A1 à A4, ce ratio varie entre 0,37 (A1, 2021) et 0,60 (A4, 2022) et il est en moyenne 4,1% plus élevé en 2022 vs 2021 pour les sites étudiés en Champagne. Les quantités de C suivent les dynamiques observées pour les MST, oscillant de 300 à 500 g C.m⁻² ; tandis que les quantités d'azote oscillent de 15 à 25 g N.m⁻². Les mesures réalisées en Bretagne ne diffèrent pas, en 2022, significativement de celles observées en Champagne. Une dernière année de mesure est en cours et des mesures de biomasses racinaires en profondeur (jusqu'à 2 m) compléteront également ce travail.

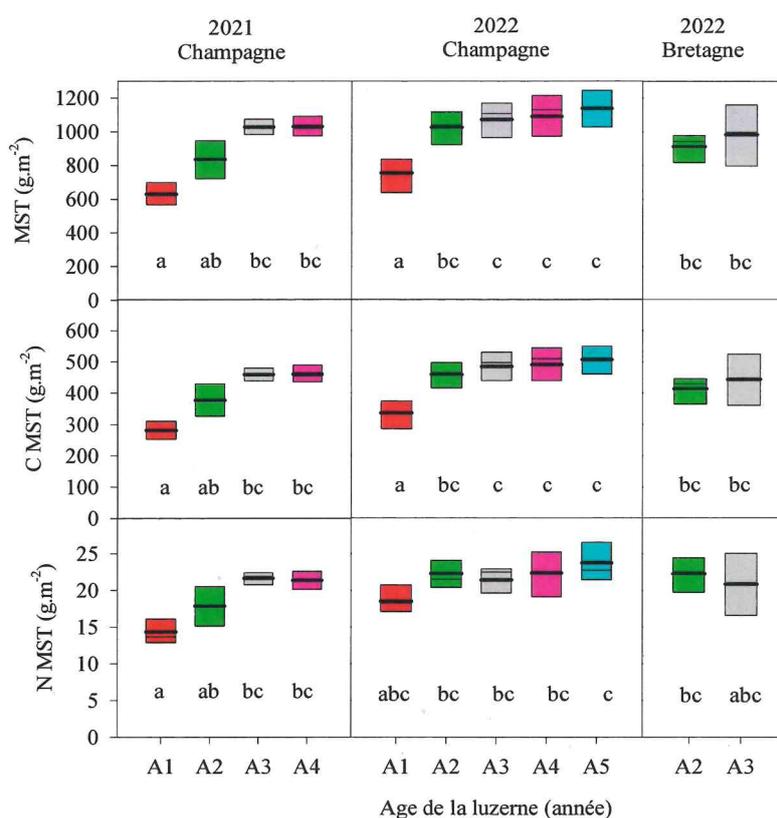


Figure 1 : Quantités de matière sèche totale (MST), de carbone (C MST) et d'azote (N MST) présentes aux champs au moment de la destruction des luzernières selon leur âge (1 à 5 ans = A1 à A5), l'année de mesure (2021 vs 2022) et la région (Champagne vs Bretagne).

Références bibliographiques

Muller et al. (1993). Matières organiques et agricultures, in : Decroux, J., Ignazi, J.C. (Eds) Blois, France. 83-92.
 Thiébeau et al. (2011). *Europ. J. Agron.*, 35, 255-268. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.07.002>.
 Triboi, E., Triboi-Blondel, A.-M., 2014. in: Dent, D. (ed.), *Soil as World Heritage*. Springer, London, United Kingdom, pp. 329-342. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6187-2_32

Remerciements

Les auteurs remercient LCA Luzerne De France et INRAE (Contrat 10984) pour leur soutien financier au projet « Stockage de C par une culture de luzerne ».



**Pascal THIEBEAU¹, Damien LARBRE², Romain CARPENTIER³, Olivier DELFOSSE¹,
Gonzague ALAIVOINE¹ et Hugues CLIVOT¹**

¹ UMR A 614 INRAE-URCA Fractionnement des Agroressources et Environnement (FARE), F-51100 Reims, pascal.thiebeau@inrae.fr
² La Chambre d'Agriculture de la Marne, Maison des agriculteurs, F-51100 Reims
³ DéshyOuest, Rue Louis Raison, F-35113 Domagné

Contexte et objectif

La luzerne cultivée en culture pure est très présente en zone Champagne de la région Grand-Est, mais également dans d'autres régions de France comme la Bretagne ou la Bourgogne-Franche Comté. Le terme d'exploitation de cette culture oscille entre 2 et 5 ans (3 ans en moyenne) selon les assolements des exploitations. C'est principalement au moment de sa destruction que des quantités de résidus importantes, et riches en azote (N), sont restituées au sol. Or, ces quantités sont mal connues. Il est pourtant important de les estimer correctement : i) pour ajuster au mieux la fertilisation à la parcelle des cultures suivantes, et ii) pour permettre un meilleur paramétrage des modèles de stockage de carbone (C) des sols lorsque cette culture est présente dans les assolements.

L'objectif est ainsi de caractériser les quantités de biomasses, C et N qui peuvent être potentiellement restituées à différentes dates de destruction de la luzerne.



Matériels et méthodes

- Travail réalisé en Champagne (2021 et 2022) et en Bretagne (2022).
- Ages des luzernières étudiées en fin de saison végétative :
 - * Champagne : 4 en 2021 (1 à 4 ans : A1 à A4), 5 en 2022 (A1 à A5)
 - * Bretagne : 2 en 2022 (A2 et A3)
- Estimation des biomasses par prélèvements sur des placettes (cf illustration) où collets et pivots racinaires sont collectés à la bêche, sur 20 cm de profondeur.
- 6 à 20 placettes sont prélevées par champ, représentant 1,35 à 4,50 m².
- Matière Sèche Totale (MST) est composée de : MS « vivante » (collet et pivot sur 0-20 cm), et MS « sénescente » (résidus au sol et pivots nécrosés).
- Dosages C et N total réalisés par analyse élémentaire (méthode Dumas).

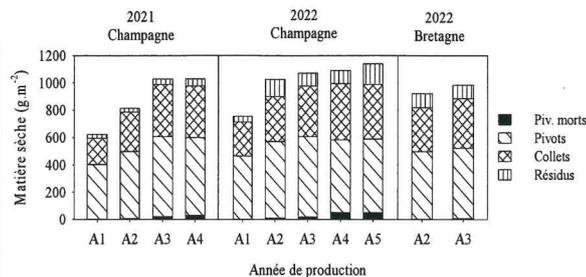


Figure 1 : Répartition par compartiment des biomasses de luzernes selon l'âge, l'année de mesure et la région.

Résultats et conclusion

- Les conditions climatiques sont très différentes entre les 2 années de mesures :
 - 2021 : « année pluvieuse », Index d'aridité (IA = pluies/ETP) = 0,65
 - 2022 : « année sèche », IA = 0,41
- La MS « vivante » représente 85 à 90% de la MST (Figure 1)
- Au sein de la MS « vivante », collets et pivots se répartissent respectivement dans un rapport de 40/60.
- La MST mesurée oscille entre 600 g.m² (A1, 2021) et 1200 g.m² (A5, 2022) en Champagne : évolution significative entre A1 et les autres âges (Figure 2).
- Le ratio : biomasse des organes de réserve (collets + pivots) / biomasse totale produite au cours de l'année :
 - Varie entre 0,37 (A1, 2021) et 0,60 (A4, 2022).
 - Est en moyenne 4,1% plus élevé en 2022 vs 2021 (en Champagne).
- Les quantités de C et de N varient respectivement de 300 à 500 g C.m² et de 15 à 25 g N.m² : elles suivent les dynamiques de la MST (Figure 2).
- Les quantités de MST, C et N mesurées en Bretagne ne diffèrent pas significativement de celles mesurées en Champagne, même si les teneurs en N sont un peu plus élevées en Bretagne (Figure 2).

Les quantités de biomasses, de carbone et d'azote restituées sont importantes : jusqu'à 12 t/ha de matière sèche. Une 3^{ème} année d'acquisition est en cours et permettra de consolider ces résultats. A titre de comparaison, un pois laisse au sol en moyenne 4.1 t/ha de biomasse aérienne et racinaire, tandis qu'un blé dont les pailles sont restituées laisse en moyenne 11.4 t/ha de biomasse*.

*Selon données extraites de « Biomass and chemical quality of crop residues from European areas » <https://doi.org/10.15454/LBI3U7.v2>

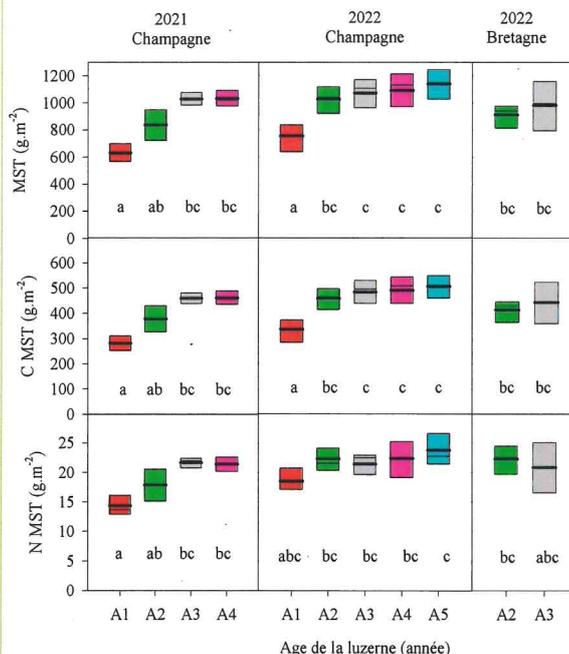


Figure 2 : Quantités de MST, de carbone (C MST) et d'azote (N MST) présentes aux champs selon l'âge des luzernières, l'année de mesure et la région.

