

10. Perspectives

1	Impact de la gestion des résidus de cultures sur la fertilité des sols et la production agricole.....	2
1.1	Contexte & Objectifs.....	2
1.2	Parcelle expérimentale	2
1.3	Des résidus de cultures au carbone organique du sol	3
1.4	Et qu'en est-il des nitrates ?	5
1.5	Après un départ parfois difficile, peu d'impact sur les cultures au final.....	7
1.6	Conclusions	9
2	Le travail superficiel du sol, plutôt qu'un labour conventionnel, permet-il de réduire les émissions de N ₂ O vers l'atmosphère ? Campagne sur un essai en froment d'hiver.....	11
2.7	Introduction	11
2.8	Dispositif expérimental.....	12
2.9	Résultats.....	13
2.10	Conclusion et perspectives	15
3	Portrait et durabilité de différentes voies de valorisations des ressources céréalières wallonnes. Résultats extraits du projet ALT-4-CER	17
3.1	Introduction	17
3.2	Etat des lieux des flux céréaliers wallons.....	18
3.3	Scénarios d'évolutions possibles des productions céréalières wallonnes	22
3.4	Impacts environnementaux des productions céréalières wallonnes.....	23
3.5	Utilisation des céréales wallonnes pour la production d'énergie	25
4	Le projet BELCAM	26
4.6	Cadre et démarche générale du projet.....	26
4.7	Le conseil de fumure azotée dans BELCAM	28
4.8	Perspectives de développement du module azote	30

2 Le travail superficiel du sol, plutôt qu'un labour conventionnel, permet-il de réduire les émissions de N₂O vers l'atmosphère ? Campagne sur un essai en froment d'hiver.

F. Broux⁶, M. Lognoul⁶, N. Theodorakopoulos⁷, M-P. Hiel⁸, B. Bodson⁹, B. Heinesch⁶ et M. Aubinet⁶

2.7 Introduction

Le protoxyde d'azote (N₂O) est un des principaux gaz à effet de serre. En termes de contribution au réchauffement climatique, il se classe en troisième position derrière le dioxyde de carbone (CO₂) et le méthane (CH₄). Il est également un des responsables de l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique. Sa concentration atmosphérique a augmenté de 20 % durant l'ère industrielle et cette évolution a été particulièrement rapide durant les dernières décennies.

Le N₂O est produit par des phénomènes d'origines naturelles ou anthropiques. Le secteur agricole étant de loin le plus gros contributeur à cette production de N₂O anthropogénique, notamment à travers la fertilisation azotée des cultures.

Dans les parcelles agricoles, la majorité des émissions proviennent du sol où le N₂O est produit par différents mécanismes. Ces mécanismes peuvent avoir lieu à différentes étapes du relativement complexe cycle de l'azote. Sans entrer dans le détail des différents mécanismes, il faut néanmoins en citer les deux principaux. La nitrification est le processus par lequel l'azote sous forme ammoniacale est oxydé en azote nitrique. La dénitrification quant à elle est la réduction consécutive du nitrate vers le diazote (composant majoritaire de l'air ambiant). Dans les deux cas, le N₂O est un sous-produit de la réaction.

La littérature scientifique renseigne différentes variables environnementales (climatiques, pédologiques, etc.) qui peuvent individuellement influencer ces mécanismes. Toutefois, les auteurs ne sont toujours pas d'accord quant à l'influence de certaines pratiques agricoles sur les émissions d'un système complexe comme une parcelle agricole.

Il est donc important d'acquérir une meilleure connaissance des émissions par les cultures. Tout d'abord, afin d'en affiner l'inventaire. Ensuite, cela permettrait d'identifier des pistes de réductions de ces émissions en optimisant les pratiques actuelles ou en promouvant de

⁶ ULg – Gx-ABT – BIOSE –Echanges Ecosystèmes-Atmosphère

⁷ ULg – Gx-ABT – AgroBioChem – Microbiologie et génomique

⁸ ULg – Gx-ABT – TERRA research center – AgricultureIsLife

⁹ ULg – Gx-ABT – AgroBioChem – Phytotechnie tempérée

nouvelles pratiques comme une fertilisation plus sophistiquée (application à taux variable, engrais à diffusion lente) à titre d'exemple.

Cela permettrait un meilleur inventaire des émissions de N_2O par l'agriculture, et, plus précisément, selon les différents itinéraires techniques. D'autre part, une meilleure estimation des pertes d'azote est bénéfique tant du point de vue de l'étude de l'impact des pratiques que de l'ajustement de la fertilisation.

Les études concernant l'impact du labour sur les émissions ont fourni des résultats divergents. Certains travaux indiquent une augmentation des émissions avec le non-labour ou le travail du sol réduit, d'autres le contraire, ou encore un effet non significatif. Sans être exhaustif, le travail du sol peut influencer les émissions au travers des modifications de l'humidité du sol, des conditions aérobies/anaérobies, de la matière organique ou encore des populations microbiennes. Ces facteurs pouvant également se trouver en interactions les uns avec les autres. Il y a donc un manque de connaissance pour identifier plus clairement l'influence du labour sur ces propriétés et donc sur les émissions.

Dans le but d'apporter des éléments de réponses à ces questions, nous avons instrumenté des parcelles d'essai de froment pour le suivi des échanges de N_2O sous deux régimes de travail du sol, un labour conventionnel et un travail superficiel. Les deux questions de recherches soulevées sont :

- Quel est l'impact du labour sur les flux de N_2O ?
- Quelle est l'influence de la fertilisation azotée, du climat et du développement de la culture sur la dynamique des émissions de N_2O ?

Cette étude s'inscrit dans le contexte plus large du projet AgriGES qui a pour objectif d'étudier la réponse du CH_4 et du N_2O aux techniques de gestion dans les pâturages et les cultures.

2.8 Dispositif expérimental

2.8.1 Site d'étude

L'étude présentée ici a été réalisée sur l'essai SOLRESIDUS sur deux parcelles avec restitutions des résidus (IN), une parcelle étant travaillée en labour conventionnel (L) l'autre en travail du sol réduit (NL). La description détaillée du site et des itinéraires techniques est donnée dans l'article « 1.

Impact de la gestion des résidus de cultures sur la fertilité des sols et la production agricole » (du chapitre « Perspectives »).

2.8.2 Dispositif de mesures des flux de gaz (N₂O et CO₂)

Les flux de N₂O et de CO₂ sur chacune des deux parcelles ont été mesurés à l'aide d'un système de chambres de sol automatisées. Une chambre de sol est un volume cylindrique posé sur la surface du sol qui se ferme durant une durée déterminée (ici 22,5 min) à l'aide d'un couvercle commandé de façon automatique. L'air dans la chambre est pompé vers les analyseurs (N₂O et CO₂) qui mesurent la concentration en gaz qui s'accumule dans le volume clos. Le flux de gaz sortant du sol est calculé à partir de l'évolution de la concentration au cours du temps de fermeture de la chambre. Sur chaque parcelle, 8 chambres sont disposées afin de couvrir une plus grande variabilité spatiale. Les 8 chambres se ferment consécutivement, fournissant une valeur moyenne de flux toutes les quatre heures pour chaque modalité. Seuls les flux de N₂O sont présentés ici.



Figure 10.6 : Dispositif expérimental : ensemble de 8 chambres de sol sur la parcelle de froment d'hiver en labour réduit.

Ce système automatisé a pour avantage de fournir des mesures en continu avec une bonne résolution temporelle (une mesure toutes les quatre heures). C'est un atout conséquent car les émissions de N₂O sont généralement caractérisées par une dynamique de faibles flux de fond entrecoupés de pics d'émissions aussi intenses que brefs.

2.8.3 Mesures annexes

Les mesures de flux sont complétées par des mesures permettant de caractériser la parcelle.

La température et l'humidité du sol sont ainsi mesurées en continu, à faible profondeur (5 cm). Approximativement tous les quinze jours, un prélèvement de sol a aussi été effectué afin de mesurer les contenus en azote et carbone organique total dans la parcelle ainsi que certains paramètres microbiologiques. Afin d'avoir un aperçu plus fin des réservoirs d'azote, les contenus en azote ammoniacal et nitrique ont également été quantifiés.

En fin de campagne, après retrait des chambres, des prélèvements ont été effectués en dessous de chaque chambre de sol. Ceux-ci ont été utilisés pour caractériser la variabilité entre les chambres sur différents plans : contenus en azote, structure du sol et expression de gènes.

2.9 Résultats

La campagne sur la culture de froment d'hiver a montré en 2016 des émissions près de deux fois plus importantes pour la parcelle en travail du sol réduit que pour celle en labour conventionnel (Figure 10.7). Cette différence peut être reliée aux différences de contenus en carbone et en azote (total et nitrique) du sol (Figure 10.8), ces contenus étant systématiquement plus importants en non-labour. La conséquence probable est une activité microbienne plus importante.

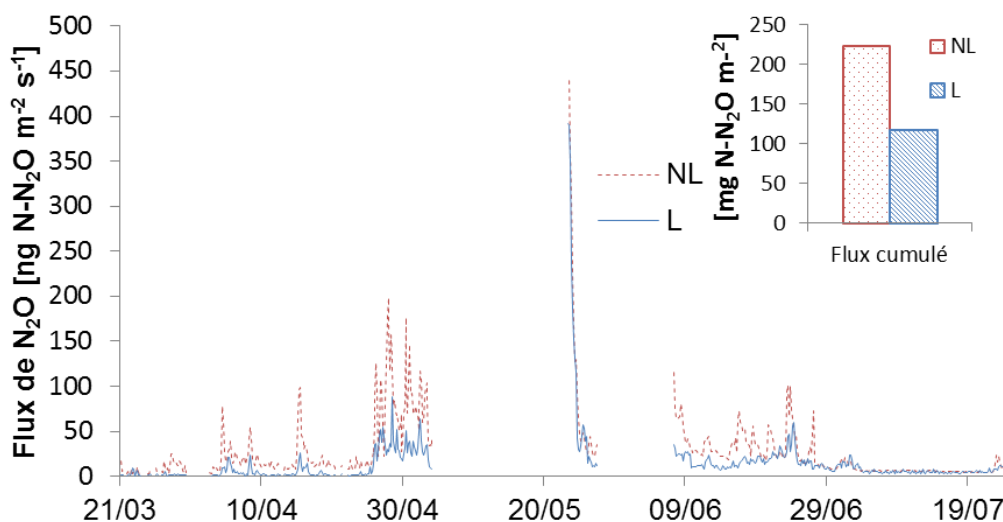
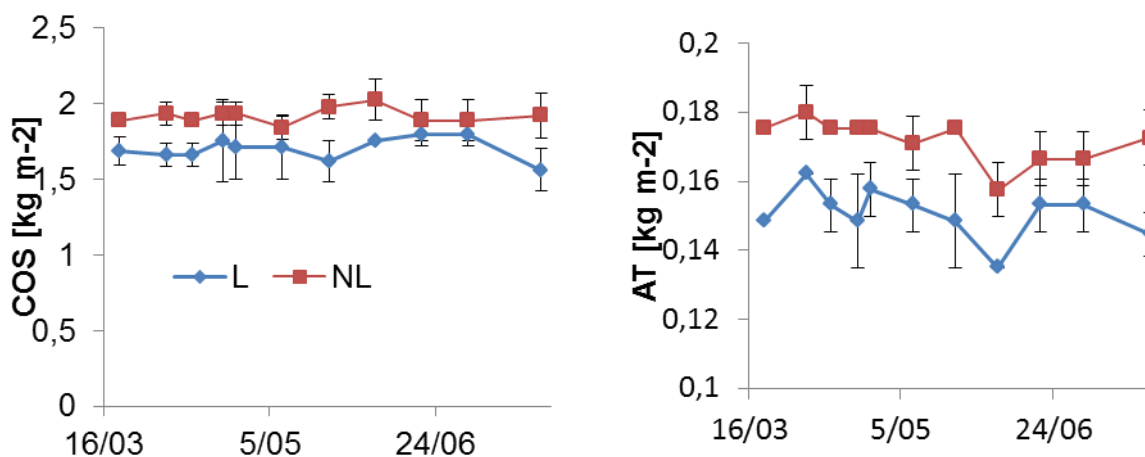


Figure 10.7 : Série temporelle et somme cumulée le long de la période de mesure des émissions de N_2O dans les deux parcelles : labour (L) et non-labour (NL).



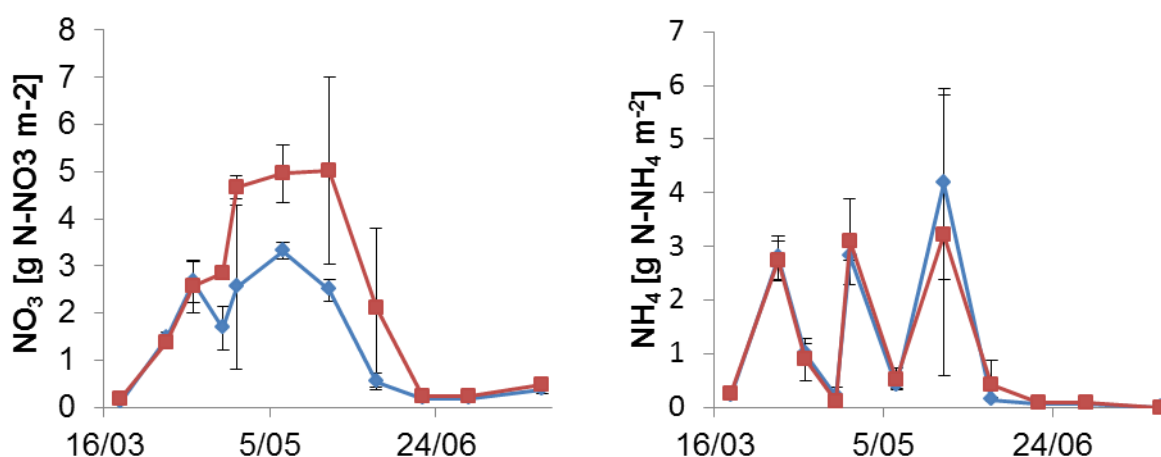


Figure 10.8 : Carbone organique du sol (en haut à gauche), azote total (en haut à droite), nitrate (en bas à gauche) et ammonium (en bas à droite) dans les prélèvements effectués dans les 10 premiers cm sur les deux parcelles : labour (L) et non-labour (NL).

La dynamique temporelle des émissions est rythmée par les événements de fertilisation dans les deux parcelles. La situation est particulièrement marquée dans la parcelle en non-labour (Figure 10.9) où les émissions sont plus importantes. Les fertilisations constituent une entrée d'azote ($\text{NO}_3^- - \text{NH}_4^+ - \text{CO}(\text{NH}_2)_2$) dans le sol, il est donc logique d'observer une augmentation des contenus en azote nitrique et ammoniacal dans le prélèvement qui suit. Ces apports sont également suivis d'une série de pics déclenchés par des augmentations de la teneur en eau du sol. L'évolution des pools d'azote nitrique et ammoniacal suggère ainsi un processus de nitrification après les fertilisations. L'absence d'augmentation de la concentration en nitrate dans les prélèvements successifs à la troisième fertilisation doit être perçue dans le contexte du développement de la culture. En effet, la troisième fertilisation correspondant à une période d'importante acquisition de biomasse par le froment, l'azote est simplement assimilé par le froment.

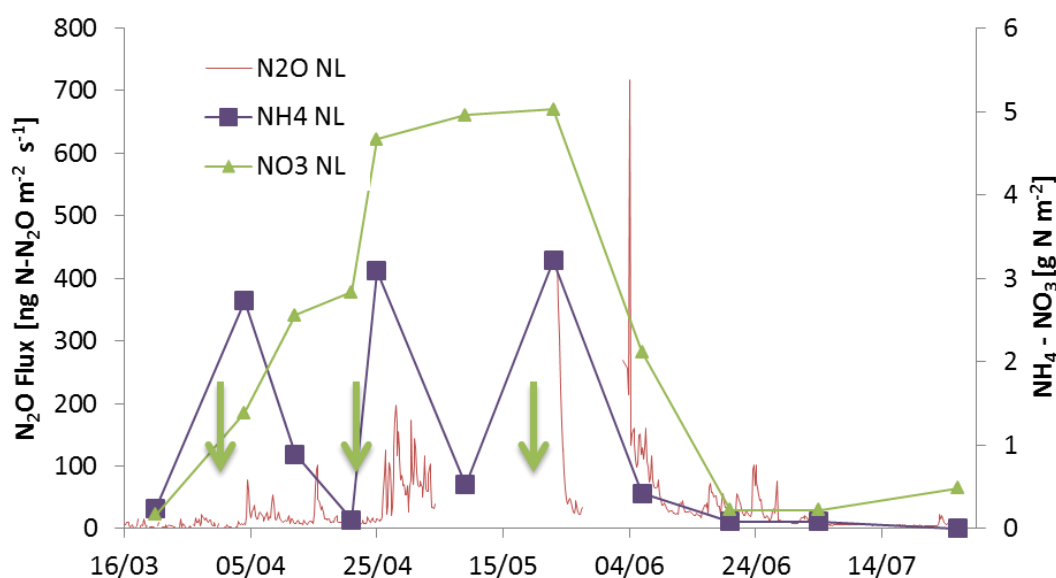


Figure 10.9 : Séries temporelles des flux de N_2O et des contenus en NO_3^- et NH_4^+ du sol dans la parcelle NL

(non labour). Les flèches indiquent les trois fertilisations (dans l'ordre : 60, 60 et 75 unités d'azote sous forme de solution UAN).

2.10 Conclusion et perspectives

Les résultats présentés montrent des émissions de N_2O plus importantes dans la parcelle soumise à une pratique de non-labour en comparaison avec la parcelle en labour conventionnel. Ce constat souligne l'importance de considérer les pratiques agricoles sous différents angles. Les bénéfices en matière de conservation des sols d'un non-labour pourraient par exemple être nuancés par le bilan N_2O qui semble défavorable. Néanmoins, il s'agit d'une étude ponctuelle et il reste à mettre en évidence les mécanismes à l'origine de ces différences afin de pouvoir transposer ces résultats dans d'autres contextes.

Les résultats mettent également en évidence le lien entre les événements de fertilisation et les pics d'émissions. Dans le cas présent, il semble que ceux-ci soient liés à un processus de nitrification.

Les résultats de cette étude sont toujours en cours de traitements. Il s'agit notamment d'établir des relations entre les émissions et les autres variables mesurées ou d'identifier de façon plus fine la dynamique des pics qui constituent la plus grande partie des émissions.

Cette étude doit également être complétée par d'autres campagnes. Dans le cadre du projet AgriGES, une campagne de mesure sur une culture de maïs a déjà été effectuée en 2015. Il est également prévu d'effectuer une campagne de mesure sur une culture de betterave ainsi qu'une manipulation visant à identifier l'impact d'un facteur en particulier sur les émissions comme le type de fertilisation azotée ou son fractionnement.