

Dynamique de dégradation des résidus de culture dans le sol en fonction de la profondeur d'enfouissement et de la quantité enfouie. Impacts sur le développement des cultures en place

VANCUTSEM Françoise⁽¹⁾, PIERREUX Jérôme⁽²⁾ et BODSON Bernard⁽¹⁾

¹: Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique - francoise.vancutsem@ulg.ac.be, b.bodson@ulg.ac.be

²: Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées, Projet SOLRESIDUS, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique - j.pierreux@ulg.ac.be

Introduction

L'étude porte sur la dynamique de dégradation des résidus de culture dans le sol en fonction de deux facteurs croisés :

- Le positionnement des résidus de culture qui sont soit incorporés dans la couche superficielle (10 cm) dans le cas du travail du sol simplifié soit mélangés et enfouis en profondeur dans le cas du labour (max 30 cm) ;
- Les quantités différentes de résidus enfouis obtenues soit par l'exportation des pailles soit par leurs restitutions après hachage

Objectifs

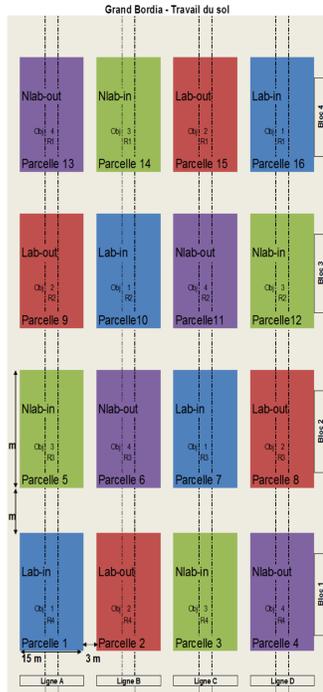
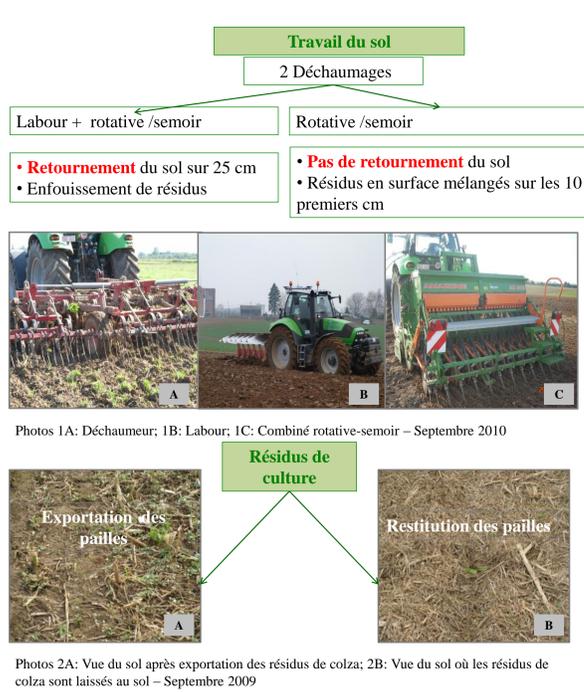
Cette thématique fait partie d'un projet intitulé « Impact de la gestion du travail du sol et des résidus de culture sur le bilan carbone et les émissions de CO₂ » (Projet SOLRESIDUS). Ce projet réunit sur un seul site d'essai des équipes de recherches du Centre wallon de recherches agronomiques (CRA-W) et de l'Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech qui traitent de multiples aspects tels que les échanges de CO₂, le suivi de la croissance aérienne et racinaire de la culture ainsi que son développement et ses rendements (paille et grain), les compactations de sols, la macro-faune du sol, une approche de la génomique du sol, les mesures d'humidité du sol, la composition du sol et son pH, les teneurs en N,P,K et autres éléments solubles, l'énergie nécessaire au travail du sol, les efforts de traction du tracteur. L'objectif est, grâce à une mise en commun des données et une confrontation des résultats, de mettre en évidence l'ensemble des relations et interactions entre les nombreux facteurs étudiés. Les résultats devraient permettre l'élaboration de scénarii adaptés aux besoins actuels de notre agriculture, confrontée à de nouveaux défis de production mais également à de nouvelles contraintes liées à la réduction de son empreinte environnementale

Description de l'essai

L'essai est mené à Gembloux (Belgique) dans la région agricole de Hesbaye. Le sol a une prédominance limoneuse, à horizon B textural tacheté, avec un drainage naturel favorable. Le dispositif expérimental choisi est un carré latin comportant quatre objets : (1) labour et restitution des résidus, (2) labour et exportation des résidus, (3) non labour et restitution des résidus, (4) non labour et exportation des résidus. Succession des cultures: L'expérimentation a débuté en 2008 par l'implantation d'une culture de colza avec ou sans labour mais, dans les deux cas, avec exportation des pailles du blé précédent. En octobre 2009, novembre 2010 et octobre 2011, du blé tendre a été implanté suivant les quatre modalités étudiées.

Description du travail du sol : Les deux modalités de travail du sol se différencient uniquement par la présence ou non du labour. La succession des opérations de travail du sol est la suivante : deux déchaumages lors de l'interculture, labour (dans les modalités concernées), semis avec un chantier comprenant un outil avant de type poussiculteur et un combiné rotative-ensemencement.

Gestion des résidus de culture : Dans la modalité « restitution des résidus », seul le grain est exporté alors que les pailles sont hachées à la sortie de la moissonneuse. Dans la modalité « exportation des résidus » le grain et la paille sont enlevés. L'exportation des pailles est réalisée par pressage et enlèvement des ballots, laissant sur le champ les chaumes et les menues pailles. Pour le colza, l'entièreté des pailles et des siliques a été exportée.



Les dates clés		
	2009-2010	2010-2011
Déchaumages	18 août et 21 septembre	15 et 21 octobre
Labour et semis	30 octobre	22 novembre
Récolte	22 août	20 août

4 Modalités:

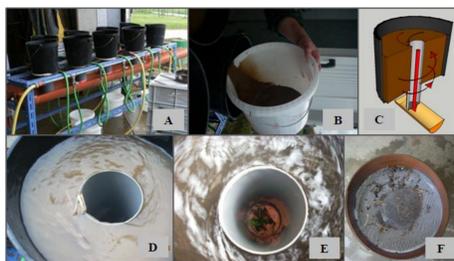
- Labour avec restitution de paille **LAB IN**
- Labour avec exportation de paille **LAB OUT**
- Non labour avec restitution de paille **NLAB IN**
- Non labour avec exportation de paille **NLAB OUT**

Matériel et méthodes

Prélèvements des échantillons de sol : Les échantillons de sol sont prélevés, sous culture de blé tendre, entre 0 et 30 cm de profondeur par couches successives de 10 cm. Ils sont stockés en chambre froide à 4°C afin de stopper la plus grande partie de l'activité biologique du sol. Ces prélèvements sont réalisés au moins quatre fois l'année et sont répartis sur la période de culture.

Extraction des résidus : Après la mise en solution et le trempage des prélèvements de sol pendant 48 heures dans de l'eau salée (1 kg de terre + 4 l d'eau + 200 gr de sel de cuisine), l'extraction des résidus se fait grâce à un courant d'eau qui entraîne l'échantillon mis en solution vers un filtre (Figure 1). Les résidus sont retenus par le filtre alors que la terre est entraînée sous forme d'eau boueuse au travers de ce filtre. Outre les résidus de cultures, des racines de la culture en place, des petits cailloux, des vers de terre et des petits agglomérats de terre se retrouvent sur le filtre. Les échantillons doivent donc être triés de façon manuelle et séchés avant d'être pesés (séchage en étuve à 40°C jusqu'à obtention d'un poids constant).

Développement de la culture, rendements grain et paille : le développement de la culture est suivi au travers de l'observation des stades de développement de la plante, de la quantification de l'évolution de la biomasse aérienne en poids (matière sèche), des rendements grain et paille (matière sèche à l'hectare).

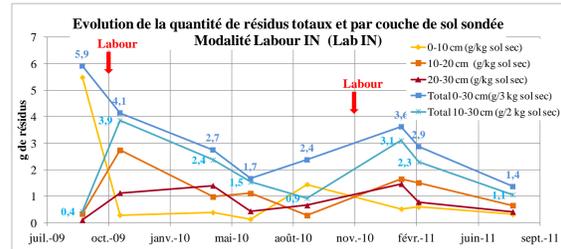


Photos 3 :

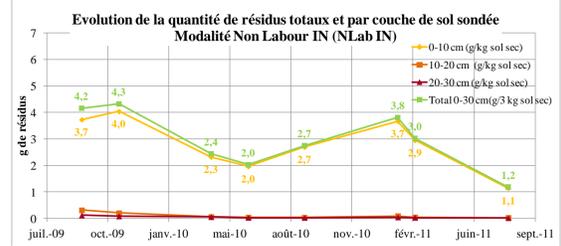
- A: Vue globale de l'installation d'extraction des résidus
- B: Transfert d'un échantillon après 48 heures de trempage
- C: Schéma du système d'extraction ;
- D: Vue de l'entraînement des résidus de culture par le courant d'eau et chute de ces derniers dans le tube central;
- E: Récupération des résidus sur le filtre;
- F: Aperçu de ce qui est récupéré sur le filtre.

Résultats

Positionnement des résidus de culture dans le sol entre septembre 2009 et août 2011



Graphique 1: Evolution des quantités de résidus (g/kg) de culture dans 1 kg de sol sec des couches 0-10, 10-20 et 20-30 cm ainsi que les quantités totales observées dans la couche 10-30 cm et 0-30 cm – Modalité Labour avec restitution des pailles



Graphique 2: Evolution des quantités de résidus (g/kg) de culture dans 1 kg de sol sec des couches 0-10, 10-20 et 20-30 cm ainsi que la quantité totale – Modalité Sans Labour avec restitution des pailles

La comparaison de la répartition des résidus de cultures entre les modalités avec ou sans labour avec restitution des résidus, met en évidence que :

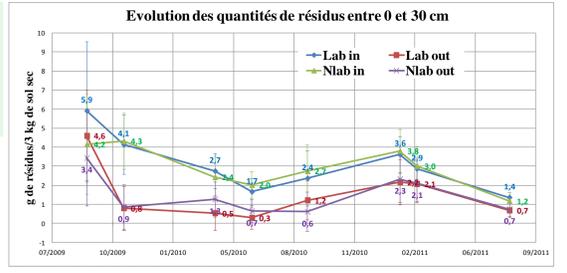
- la redistribution en profondeur des résidus lors du labour (graph. 1) est réalisée dans les couches 10-20 et 20-30 cm de façon aléatoire. Cette répartition des résidus en profondeur en labour nous oblige à travailler sur la couche 10-30 cm afin d'avoir des données quantitatives répétables. Lors de la saison 2009-2010, 86 à 93% des résidus de colza sont retrouvés dans la couche 10-30 cm (courbe bleu clair). Lors de la saison 2010-2011, ces pourcentages varient de 77 à 85 % pour le blé.
- la non redistribution dans la modalité sans labour avec la quasi-totalité des résidus dans la couche superficielle (0-10 cm) (courbe jaune, graph. 2).

Lors de la première année d'observation, nous avons constaté une diminution en poids des résidus de 2,4 g (4,1-1,7 g) dans la couche 10-30 cm pour la modalité Lab IN et de 2,0 g (4,0-2,0 g) pour la modalité NLab IN dans la couche 0-10 cm entre novembre 2009 et juin 2010. Lors de la seconde année, ces valeurs sont de 2,1 g pour la modalité Lab IN et de 2,5 g pour la modalité NLab IN entre février 2011 et août 2011. Ces chiffres nous laissent penser que cette diminution en poids des résidus n'est pas ou peu liée à la profondeur d'enfouissement des résidus.

Evolution en poids de la quantité totale des résidus de culture entre 0 et 30 cm entre septembre 2009 et août 2011

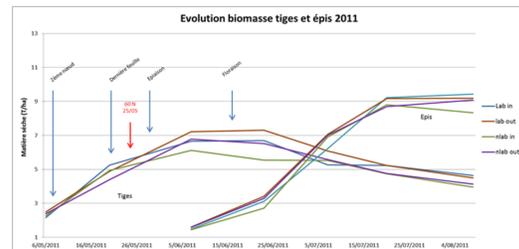
Bien que présentant des écarts-types importants, les courbes de l'évolution du poids des résidus sur les 30 premiers cm du sol se scindent en deux groupes distincts qui sont liés à la quantité de résidus restitués à la parcelle et non à la profondeur d'enfouissement des résidus.

Les dynamiques de dégradations observées dans les modalités Lab Out et NLab out confirment que, même en présence de peu de résidus de culture, la dégradation n'est pas ou peu liée à la profondeur d'enfouissement comme cela a été observé dans les modalités avec restitution des résidus (graph. 1&2).



Graphique 3: Evolution des quantités totales de résidus de culture en g MS dans 3 kg de sol sec – Comparaison des 4 modalités de culture

Evolution de la biomasse aérienne (tiges et épis) de la culture de blé tendre entre juin et août 2011



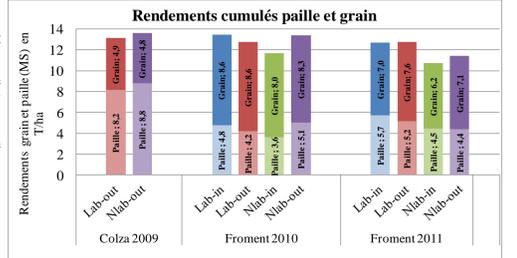
Graphique 4: Evolution des biomasses aériennes (T MS/ha) observées entre juin et août 2011 – Comparaison des 4 modalités de culture

La biomasse aérienne totale qui caractérise le développement du froment, a montré une dynamique similaire d'une modalité expérimentale à l'autre. Cependant, à partir du stade dernière feuille et jusqu'à la floraison, période où le manque d'eau a commencé à être préjudiciable à la culture en 2011, les parcelles en non labour ont présenté un ralentissement de la croissance. Ce frein a été particulièrement visible dans la modalité non labour où les pailles ont été restituées. Cette modalité a présenté une croissance quasiment nulle (courbe verte) durant tout le mois de juin. Le retour des pluies fin juin a permis aux modalités sans labour de reprendre leur croissance. Cette reprise ne sera cependant pas suffisante pour compenser les pertes de production de biomasse par rapport aux modalités labour.

Rendements paille et grain en colza (2009), blé tendre (2010 et 2011)

En ce qui concerne les rendements grain obtenus :

- En colza 2009, aucune différence significative de rendement n'a été mesurée;
- En blé tendre 2010, aucune différence significative de rendement n'a été observée bien que la modalité NLab IN semblait déjà se comporter moins bien;
- En blé tendre 2011, des différences significatives se marquent entre les différentes modalités culturales (tableau 1):
 - Lab OUT présente le rendement grain le plus élevé
 - NLab IN présente le rendement grain le plus faible.
 - Lab IN et Lab OUT sont significativement équivalents;



Graphique 5: Evolution des rendements grain et paille (T MS/ha).

Quant aux rendements paille, aucune différence significative n'a été relevée

	Lab in	Lab out	NLab in	NLab out
Lab in		**	**	**
Lab out			**	**
NLab in				**
NLab out				

Tableau 1: Résultats statistiques des rendements grains 2011
(** = hautement significatif, p < 0,01; * = significatif, p < 0,05).

Premières conclusions

Quelques tendances observées :

- La vitesse de dégradation des résidus est d'autant plus élevée que la quantité de résidus enfouie est importante.
 - La profondeur d'enfouissement des résidus liée au labour semble avoir une influence moindre sur cette vitesse de dégradation.
 - Les rendements, le travail du sol, les quantités de résidus restituées et leur localisation dans le sol interagissent entre eux. Les rendements cumulés paille et grain sont plus élevés en labour qu'en non-labour qu'il y ait ou non incorporation des résidus. Cependant, en non-labour, l'incorporation des résidus a un impact négatif sur les rendements alors qu'elle ne l'est pas dans le cas du labour.
- Ces tendances observées lors des deux premières années d'essai devront être vérifiées dans le temps. Elles devront aussi être confrontées aux résultats des autres équipes du projet

Perspectives

Ces premiers résultats laissent déjà apparaître des tendances qui devront être confirmées. En effet, ces résultats concernent un essai en phase d'installation.

L'extraction des résidus de culture est très consommatrice en main d'œuvre. Une méthode d'approche NIR est en cours de test. Si cette dernière fonctionne, des prélèvements plus réguliers pourront être réalisés et nous permettront d'affiner les dynamiques de dégradation.