

**Végéphy – 24e CONFÉRENCE DU COLUMA**  
**JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES**  
**ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019**

**ET SI UNE IMPASSE DE DESHERBAGE EN AGRICULTURE DE CONSERVATION DES SOLS VOUS POUSSAIT À RE-TRAVAILLER LE SOL ? QUELLE INTERVENTION CHOISIRIEZ-VOUS ?**

S. CORDEAU (1), A. BAUDRON (1), P. FARCY (2), B. POUILLY (2), B. MOSA (2), P. CHAMOY (2), G. ADEUX (1)

(1) Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA, Univ. Bourgogne, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France

(2) UE115 Domaine Expérimental d'Epoisses, INRA, F-21000 Dijon, France

**Correspondance :** [stephane.cordeau@inra.fr](mailto:stephane.cordeau@inra.fr)

## **RESUME**

En Agriculture de Conservation des Sols (ACS), la perturbation minimale du sol est l'un des trois principes. Si l'impasse se fait sentir mieux vaut repenser le système que de laisser le mur se rapprocher à grands pas. Trois types de gestion d'interculture (Labour, travail superficiel (TCS) et semis direct avec glyphosate (SD)) ont été comparés sur des parcelles conduites sans labour depuis 17 ans dont les 7 dernières années en ACS sur le domaine de l'INRA de Dijon avant implantation d'un blé, sur un dispositif en bandes répétées sur quatre parcelles. Des relevés de flore adventice, rendement et composante de rendement ont été faite. Les densités moyennes sont faibles pour le Labour et SD (environ 25 individus/m<sup>2</sup>). De forte hétérogénéité de densité adventice sont observées en TCS, avec des zones allant de quelques individus de vulpins des champs à plus 300 par m<sup>2</sup>. L'ensemble des modalités présentent du vulpin et du gaillet. Leurs densités sont très faibles en Labour comparées au SD et TCS. On observe six fois moins de vulpin en Labour (4 plantes/m<sup>2</sup> en moyenne) qu'en SD (21,4/m<sup>2</sup>) ou en TCS (24,5/m<sup>2</sup>). On observe 2 fois moins de gaillet en labour (2,5/m<sup>2</sup>) qu'en SD (4,7/m<sup>2</sup>) ou en TCS (4,9/m<sup>2</sup>). Le type de travail du sol mis en œuvre a été à l'origine de changement drastique de flore (richesse, composition), malgré une conduite homogène durant 17 ans. Statistiquement, il n'y a pas eu de différences de rendement entre les modalités, même si la modalité SD produit 5 q/ha de moins que les modalités TCS et Labour. Aucune différence en termes de composantes de rendement n'est observée. Mots-clé : Semis-direct, adventices, travail du sol, glyphosate, rendement, composante de rendement, vulpin des champs, gaillet grateron.

## **ABSTRACT: Can tillage overcome a weed management deadend in conservation agriculture? A comparison of tillage options**

Minimal soil disturbance is one of the fundamental pillars of conservation agriculture (CA). In case of weed management difficulties, reintegrating tillage in the system might be the most viable option. Three types of fallow management (ploughing (CT), superficial tillage (RT), no-till with glyphosate (NT)) were compared on four fields after 10 years of no-plough and 7 years of no-till at the INRA experimental farm in Epoisses. Weed density, crop productivity and yield components were assessed in the following winter wheat. Blackgrass and cleavers were the two most problematic species of the experiment. Weed density was low in CT and NT (~25 pl/m<sup>2</sup>) while highly variable weed densities were observed in RT, with densities of blackgrass varying from a few to 300 plants/m<sup>2</sup>. Blackgrass density was six times lower in CT (4 pl/m<sup>2</sup>) than in NT or RT (21-25 pl/m<sup>2</sup>). Cleavers density was half as important in CT (2.5 pl/m<sup>2</sup>) than in NT or RT (~5 pl/m<sup>2</sup>). The reintegration of tillage after 17 years of CA proved be a major driver of weed communities (density and richness). No significant differences were observed in terms of yield or yield components, even if grain yield was 0.5 T/ha lower in NT than CT or RT.

Key-words: no-till, weeds, tillage, glyphosate, yield, yield components, blackgrass, cleavers

## 1 INTRODUCTION

L'agriculture de conservation des sols (ACS) repose sur trois piliers : une rotation diversifiée, une couverture permanente des sols et une perturbation mécanique minimale du sol (Hobbs, 2007). Ce dernier a des conséquences fortes sur les communautés adventices et la gestion du désherbage (Chauvel *et al.*, 2018). Les espèces vivaces et les graminées annuelles augmentent en fréquence et en densité et ce, rapidement après l'arrêt complet du travail du sol. Les semences d'adventices se concentrent à la surface du sol, milieu où certaines espèces adventices annuelles ont des difficultés à germer (Cordeau *et al.*, 2015). Et quand elles y arrivent dans les conditions asséchantes de l'été, elles subissent la concurrence d'un couvert vivant ou d'un mulch (Cordeau *et al.*, 2018).

Cependant, des précédentes études (Trichard *et al.*, 2013) ainsi que les retours de terrain en ACS nous indiquent que les parcelles en ACS sont aussi fréquemment infestées de géraniums, ray-grass, vulpin, vulpie ; autant d'espèces annuelles qui se maintiennent à fortes densités. Ceci suggère que des perturbations physiques (semis, d'autant plus si c'est un semoir à dents), biologiques (ex. carabes, vers de terre) ou des mouvements naturels du sol (pluie, gonflement/retrait du sol) les enterrent suffisamment pour leur permettre de germer et s'installer et que le stock semencier joue encore un rôle non négligeable dans ces systèmes malgré la suppression du travail du sol (Nichols *et al.*, 2015). Cet arrêt représente donc une perturbation écologique forte pour certaines espèces adventices, modifiant profondément leur habitat, labouré et biné depuis 10 000 ans d'agriculture (Chauhan *et al.*, 2012). Cependant, il faut admettre que tout changement de stratégie surprend mais exerce ensuite une action de sélection. Ainsi, le non travail du sol permanent n'est plus une perturbation pour les adventices s'il est maintenu sur une très longue période. Les adventices s'habituent à ce « nouvel » habitat.

Quand le système entre dans une impasse de désherbage chimique (ex. adventice résistante, trop forte abondance d'espèces nuisibles), ou pour la gestion d'autres bioagresseurs (ex. campagnols, limaces...), le recours au travail du sol peut être envisagé, quitte à rompre un principe de l'ACS. Le travail du sol peut être superficiel comme les systèmes de type travail superficiel (TCS) light, agriculture de pseudo-conservation (Holland, 2004), ou par un labour comme dans les systèmes dit de semis direct en rotation (Mirsky *et al.*, 2012), appelé « rotational no-till » en anglais et développé en Amérique du Nord. Certains émettent l'hypothèse qu'un travail du sol superficiel va engendrer des levées d'adventices très importantes en remettant en germination l'ensemble du stock semencier. D'autres préconisent le labour très occasionnel avec rasette afin d'enfouir en profondeur le stock semencier de surface et ainsi limiter les infestations dans la culture suivante tout en remontant un sol normalement appauvri en semences d'adventices, lié à la décroissance du stock semencier durant les années de semis-direct. L'effet d'un travail du sol ponctuel dans des parcelles conduites en ACS a été analysé sur le développement et la croissance de la culture, et le rendement (Van den Putte *et al.*, 2010) mais, à ce jour jamais sur les adventices. De nombreuses études ont comparées différents types de travail du sol (superficiel, profond, avec ou sans retournement) au semis-direct sur la flore adventice (Buhler, 1995; O'Donovan and McAndrew, 2000; Swanton *et al.*, 2000; Bàrberi and Lo Cascio, 2001; Blackshaw *et al.*, 2001). Mais toutes ont en commun de tester ces effets sur des parcelles qui étaient précédemment conduites avec du travail du sol. Il n'existe pas, à notre connaissance, d'étude menée sur des parcelles en ACS depuis de nombreuses années, sur lesquels l'effet du travail du sol est testé. Cette étude a donc testé l'effet de trois types de travail du sol et d'implantation d'un blé d'hiver, sur des parcelles conduites sans labour durant 17 ans, dont les 7 dernières années en ACS, et observé les conséquences sur la flore adventice, avant et après désherbage, et sur la culture en terme de rendement et composantes de rendement.

## 2 MATERIELS ET METHODES

Une expérimentation système a été menée de 2000 à 2017 à l'INRA de Dijon (essai PIC-adventices) sur l'Unité Expérimentale Domaine d'Epoisses pour évaluer l'efficacité de gestion de la flore adventice dans cinq systèmes visant à réduire l'usage d'herbicides, dont un en ACS (Adeux *et al.*, 2019). De 2000 à 2010, ce système a d'abord été conduit en TCS puis en semis direct sous couvert (SDSCV) de 2010 à 2017, avec une rotation diversifiée de six ans (dont une culture de printemps et d'été).

## 2.1 TYPES DE TRAVAIL DU SOL TESTES

Après 17 ans sans labour, dont 7 ans sans aucun travail du sol (ACS), différents types de travail du sol avant implantation d'un blé tendre d'hiver ont été comparés (Labour, travail superficiel (TCS) et semis direct avec glyphosate (SD)) sur la campagne 2018, sur un dispositif en bandes répétées (Figure 1). Sur chacune des quatre parcelles, une bande a été conservée en SD, désherbée avec une application de Barbarian XL à 3l/ha (glyphosate, 360g/L) et comparée à une bande conduite en TCS (outils à dents Terrano, 8 cm) et une bande labourée (Labour) avec rasette (25 cm). Ces deux dernières modalités ont été reprises à la herse rotative (8 cm). Le semis a eu lieu une semaine après avec un semoir Amazone en solo pour les modalités TCS et Labour. La bande semis direct a été semée le même jour, mi-octobre avec un semoir de semis direct JD 750A.

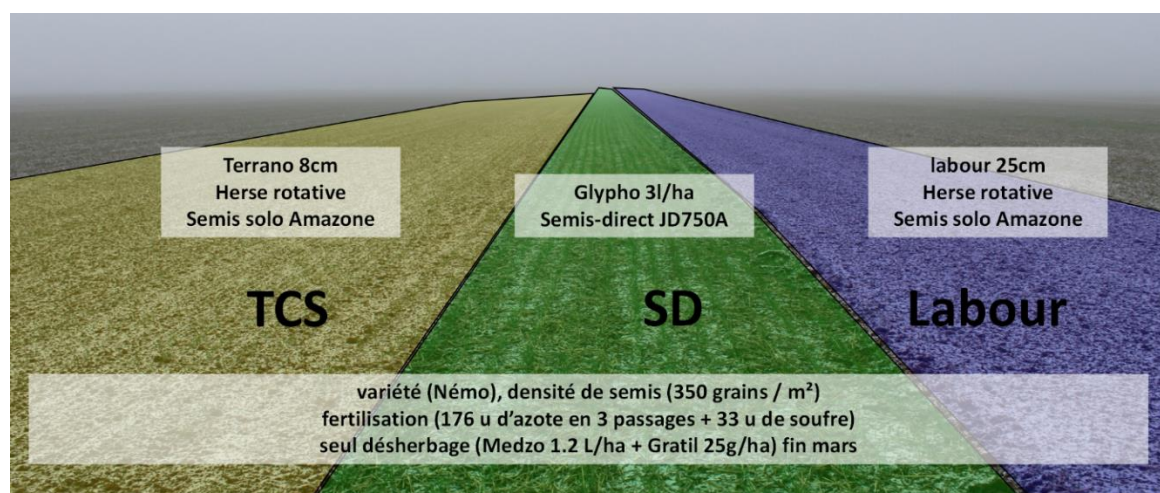


Figure 1 : Dispositif expérimental mis en œuvre en 2018 sur le domaine expérimental de l'Inra de Dijon pour comparer trois modes d'implantations (TCS : technique culturale simplifiée ; SD : semis-direct ; Labour) d'un blé tendre d'hiver dans des parcelles conduites sans labour durant 17 ans dont les 7 dernières années en ACS.

(Experimental design to compare 3 tillage systems (TCS: superficial tillage, SD: direct-drilling, Labour: plowing) implemented prior to sow winter wheat in field conducted in no-till during the last 17 years).

## 2.2 ITINERAIRE TECHNIQUE

Exceptées toutes les pratiques ayant conduit à l'implantation du blé, toutes les autres pratiques sont identiques sur l'ensemble des bandes : variété (Némo), densité de semis (350 grains/m<sup>2</sup>), fertilisation (176 kg d'azote par ha en trois passages + 33 kg/ha de soufre), protection phytosanitaire (au stade gonflement (8 mai) contre septoriose et à épiaison (16 mai 2018) contre rouille jaune). Le seul désherbage (Medzo 1.2 L/ha [diflufenicanil, mesosulfuron-méthyl, iodosulfuron-méthyl-sodium] + Gratil 25g/ha [amidosulfuron]) a été fait fin mars pour permettre à la flore de s'exprimer avant désherbage (adventices automnales et printanières) et améliorer l'évaluation floristique.

## 2.3 MESURES REALISEES

La flore adventice émergée dans la culture a été évaluée sur (i) quatre zones (16 m<sup>2</sup>)/bande, à deux dates, i.e. avant désherbage (en février) et après désherbage (en mai), et sur (ii) quatre quadrats (0,36 m<sup>2</sup>) fixes/bande, pour les trois traitements (TCS, SD et Labour), et au même date (avant et après désherbage). Les quadrats permettent des comptages précis de densités par espèce sur des zones fixes entre les comptages avant et après désherbage. Les zones élargies de 16 m<sup>2</sup> permettent une meilleure appréciation de la richesse spécifique (nombre moyen d'espèces adventices différentes observées).

dans nos zones de relevés) et les densités sont estimées visuellement selon l'échelle de Barralis (Barralis, 1976).

Les composantes de rendement du blé tendre d'hiver (nombre de pieds/m<sup>2</sup> en sortie hiver, nombre d'épis/m<sup>2</sup> avant récolte, et poids de milles graines (PMG) après récolte et battage) sont quantifiées sur les quadrats fixes de comptage de la flore adventice (soit 4 x 0,36 m<sup>2</sup>/bande). Le rendement et qualité de la récolte sont évalués sur quatre zones de 15 m<sup>2</sup> (1,5 m x 10 m) récoltées à la moissonneuse batteuse expérimentale, centrées sur les zones élargies de suivi de la flore de 16 m<sup>2</sup>. Des échantillons de cette récolte permettent la mesure de l'humidité, des impuretés, du poids spécifique (PS) et du taux de protéines (4 échantillons/bande).

## **2.4 ANALYSES STATISTIQUES**

L'ensemble des analyses de variance a été réalisé avec le logiciel R, sauf les analyses canoniques de correspondances (ACC) faites avec le logiciel CANOCO. La variable réponse est modélisée par un modèle linéaire mixte avec les modalités de travail du sol comme effet fixe et les zones nichées dans parcelle comme effet aléatoire. L'analyse de l'effet des modalités de travail du sol sur la composition floristique a été menée par des ACC, qui permet d'obtenir une représentation simultanée des sites (parcelles), des espèces et des variables environnementales (modalités), optimale pour un critère de variance. Ceci permet de visualiser quelles espèces sont inféodées à chaque système. Une ACC travaille sur les abondances relatives d'une espèce parmi la communauté, et non sur les abondances brutes.

## **3 RESULTATS ET DISCUSSION**

### **3.1 UNE DENSITE D'ADVENTICES PLUS ELEVEE EN TCS**

Les densités totales d'adventices diffèrent entre les trois types de travail du sol (Figure 2). Les densités moyennes totales sont faibles pour le Labour et le SD (environ 25 individus/m<sup>2</sup>). Il existe une très forte hétérogénéité de densité d'adventices entre les bandes TCS, avec des zones allant de quelques vulpins des champs/m<sup>2</sup> à plus de 300/m<sup>2</sup>. Le vulpin des champs a été plutôt bien contrôlé dans les bandes Labour ce qui concorde avec la littérature (Chauvel *et al.*, 2001). Excepté un quadrat à très forte densité (275 individus/m<sup>2</sup>), la modalité SD présente des densités très faibles. La modalité TCS est donc la moins recommandable en termes de densité d'adventices avec en moyenne, quatre fois plus d'individus que les autres modalités. Cela n'a rien de très étonnant car en 2010, après 10 ans de TCS, le stock semencier avait été évalué à près de 110 000 semences/m<sup>2</sup> dont 85% dans l'horizon 0-10 cm ; seul horizon qui a été travaillé par le passage de Terrano et de herse rotative.

L'ensemble des modalités présentent du vulpin et du gaillet (Figure 3). Leurs densités respectives sont très faibles en Labour comparées aux SD et TCS. On observe six fois moins de vulpin en Labour (4 plantes/m<sup>2</sup> en moyenne) qu'en SD (21,4/m<sup>2</sup>) ou en TCS (24,5/m<sup>2</sup>). On observe deux fois moins de gaillet en Labour (2,5/m<sup>2</sup>) qu'en SD (4,7/m<sup>2</sup>) ou en TCS (4,9/m<sup>2</sup>).

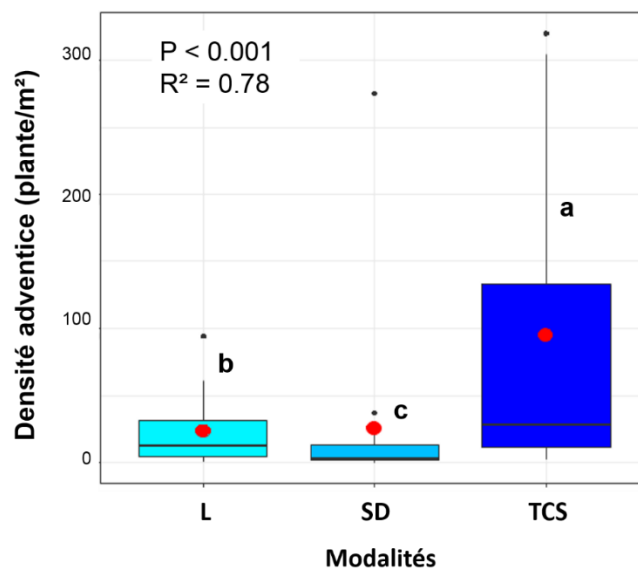


Figure 2 : Densité totale adventices en sortie d'hiver avant désherbage selon les modalités d'implantation. Point rouge : moyenne. TCS : technique culturale simplifiée ; SD : semis-direct ; L : Labour  
(Total weed density after winter but before weeding according to the tillage system. Red dot: mean. TCS: superficial tillage, SD: direct-drilling, L: plowing.)

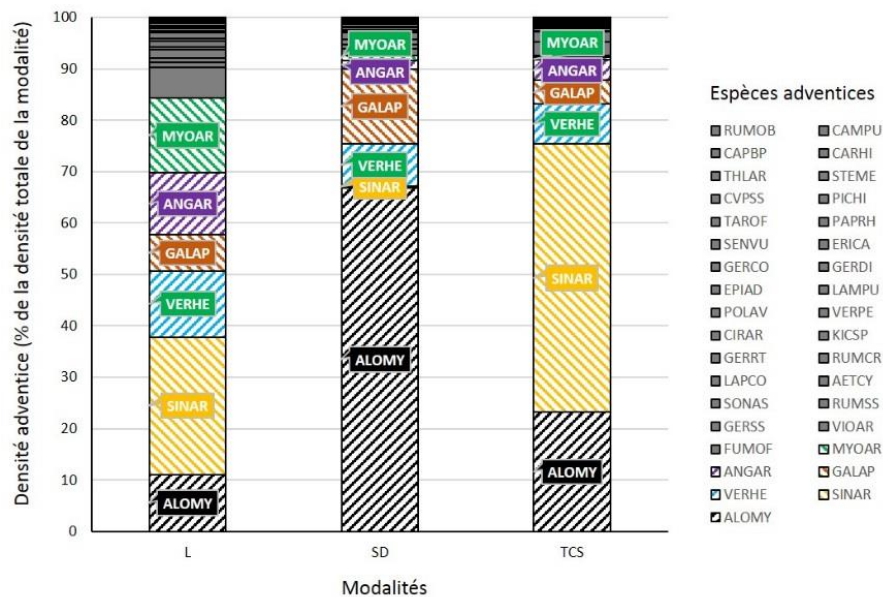


Figure 3 : Répartition de la densité totale observée par modalité en fonction des espèces adventices codées par leur code EPPO (<https://gd.eppo.int/>). TCS : technique culturale simplifiée ; SD : semis-direct ; L : Labour. ALOMY : vulpin des champs, SINAR : moutarde des champs, VERHE : véronique a feuilles de lierre, GALAP : gaillet grateron, ANGAR : mouron des champs, MYOAR : myosotis des champs.  
(Proportion of each weed species in the total density according to the tillage system. TCS: superficial tillage, SD: direct-drilling, L: plowing.)

### 3.2A LUI SEUL, LE TRAVAIL DU SOL CHANGE LES COMMUNAUTES ADVENTICES

#### 3.2.1 Effet sur la richesse spécifique

La richesse spécifique est plus élevée en TCS, avec deux fois plus d'espèces que dans la modalité SD (Figure 4). Le labour remonte un stock semencier enfoui depuis 17 ans, et malgré cela, on observe en moyenne, 7,5 espèces adventices. Deux hypothèses sont émises : le labour n'a pas enfoui complètement le stock semencier (Colbach *et al.*, 2000) et/ou, plus probable, le labour a remonté des semences enfouies qui avaient conservé leur faculté germinative (Thompson *et al.*, 1993) et ce, d'une flore diversifiée (7-8 espèces). En revanche, la richesse spécifique la plus faible (5 espèces en moyenne) a été observée quand le SD a été maintenu. Il n'est pas inutile de rappeler que travailler le sol, sans considération de la profondeur de travail, stimule des germinations d'espèces adventices (Cordeau *et al.*, 2017). Le semis-direct serait moins favorable à certaines espèces car cette pratique ne stimule pas leur germination ou très peu, seulement sur la ligne de semis.

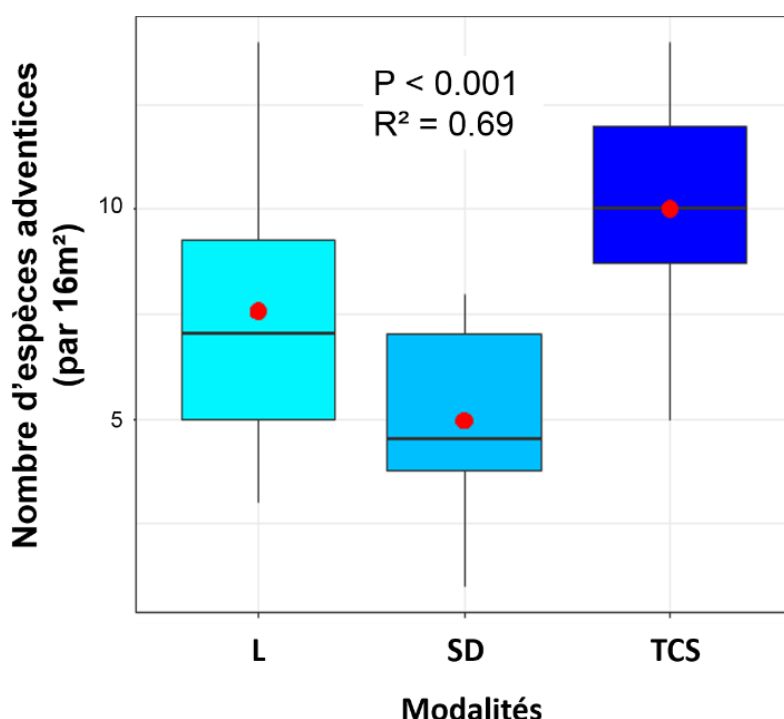


Figure 4 : Richesse spécifique en sortie d'hiver avant désherbage selon les modalités d'implantation. Point rouge = moyenne. TCS : technique culturale simplifiée ; SD : semis-direct ; L : Labour (Species richness according to the tillage system. Red dot: mean. TCS: superficial tillage, SD: direct-drilling, L: plowing.)

#### 3.2.2 Effet sur la composition des communautés adventices

Les compositions floristiques diffèrent d'une modalité à l'autre (Figure 5) et certaines espèces sont plus abondantes en Labour ou en TCS en comparaisons du semis direct (Tableau 2). Au total 29 espèces ont été observées sur l'ensemble du dispositif.

Le travail du sol n'influence pas certaines espèces (Figure 5). Le vulpin des champs (97% des zones en contient), la moutarde des champs (81%), le gaillet gratteron (66%) et la lamsane commune (58%) sont les espèces qui ont été les plus observées. Ces espèces ne sont donc pas spécifiquement affiliées à un type de travail du sol. Ces quatre espèces n'ont pas de points communs dans leur biologie. Elles sont fréquentes dans les systèmes SDSCV (Trichard *et al.*, 2013) comme dans les systèmes de culture avec travail du sol. Ainsi, le travail du sol a pu modifier leurs abondances sans les faire disparaître.

Un travail du sol peut aussi modifier la communauté adventice de manière drastique. En effet, des espèces ont été observées majoritairement sur certaines modalités (Tableau I). Ainsi, la fumeterre officinale et le myosotis des champs sont plus fréquents en Labour que dans les autres modalités. La pensée des champs, le tabouret des champs et la capselle bourse à Pasteur sont quant à elles plus fréquentes en TCS. La vergerette du Canada n'apparaît que dans les modalités SD. Les espèces présentes dans le Labour sont des espèces ayant des TAD (Taux Annuel de Décroissance du stock semencier) faibles (Mulugeta and Stoltenberg, 1997) comme le mouron rouge, le myosotis des champs, la moutarde des champs... Il faut rappeler que durant les 17 ans ayant précédé cet essai, les semences d'adventices ont été placées dans l'horizon du sol le plus instable (variation d'humidité, de température) à une profondeur où les adventices sont aptes à germer. Cet horizon 0-5 cm est considéré comme l'horizon de faible conservation. Ainsi, les adventices qui y persistent ont un stock moyennement à très persistant.

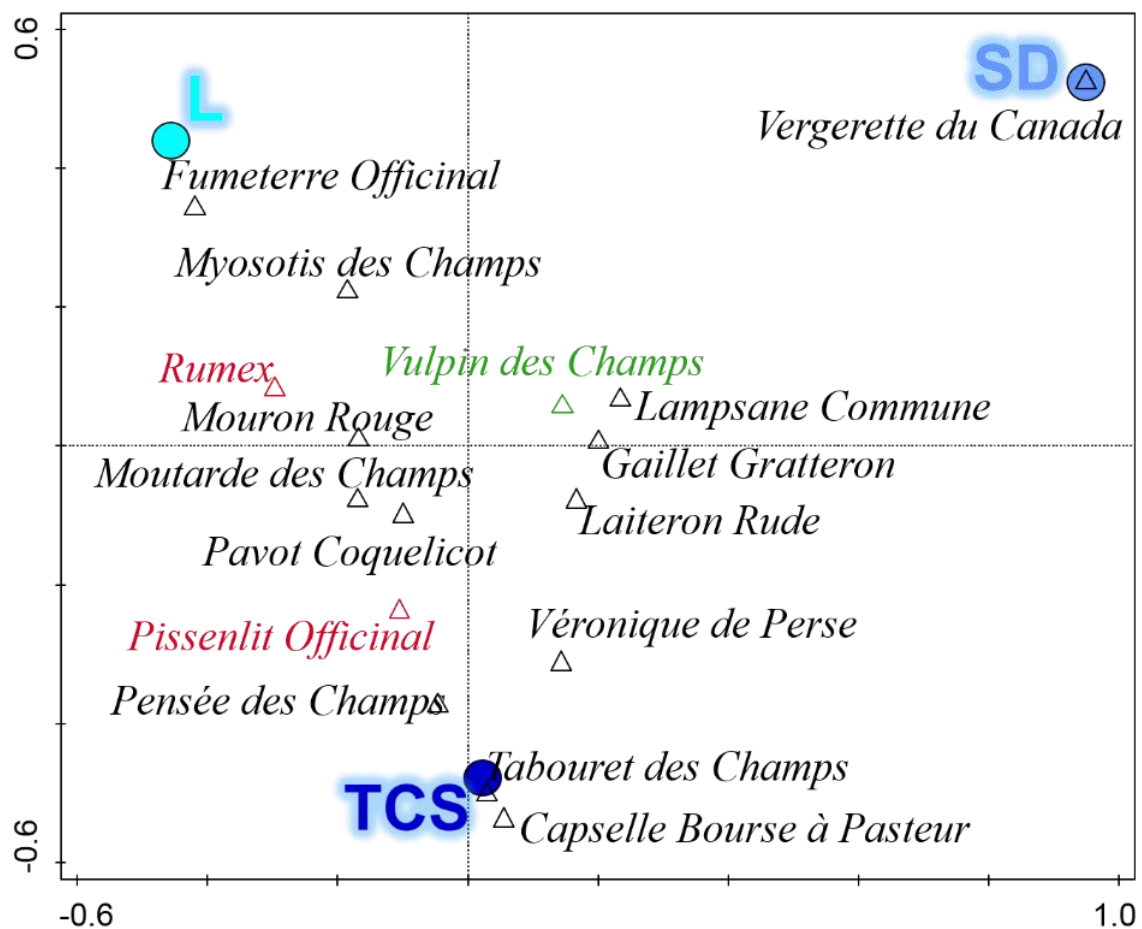


Figure 5 : Analyse Canonique des Correspondances avec les 16 espèces les plus indicatrices des types de travail du sol. Plus une espèce (triangle) est proche du type de travail du sol (rond), plus elles y étaient fréquentes et abondantes que dans les autres types d'implantation. TCS : technique culturale simplifiée ; SD : semis-direct ; L : Labour  
(Canonical correspondance analysis of the weed communities (16 more emblematic species observed) according to the tillage system. TCS: superficial tillage, SD: direct-drilling, L: plowing.)

Tableau I : Pourcentage de cas (sur 16 zones observées) où les espèces adventices ont une abondance supérieure (vert) ou inférieure (rouge) par rapport au semis direct (SD) dans les modalités Labour ou techniques culturales simplifiées (TCS). En vert les espèces qui sont favorisé par le travail du sol, en rouge celle qui sont défavorisées. En noir les indifférentes.  
(Percentage of situation where weed species showed higher (green) or lower (red) abundance in plowing or superficial tillage according to the direct drilling).

| Espèces adventices           | Par rapport au semis direct (SD), |            |          |            |
|------------------------------|-----------------------------------|------------|----------|------------|
|                              | Labour                            |            | TCS      |            |
|                              | Favorise                          | Défavorise | Favorise | Défavorise |
| Capselle bourse à Pasteur    | 0%                                | 0%         | 19%      | 0%         |
| Cardamine hirsute            | 0%                                | 0%         | 6%       | 0%         |
| Chardon des champs           | 6%                                | 6%         | 13%      | 0%         |
| Coquelicot                   | 25%                               | 0%         | 38%      | 6%         |
| Crepis sp.                   | 0%                                | 6%         | 6%       | 6%         |
| Epilobe à quatre angles      | 6%                                | 6%         | 13%      | 6%         |
| Ethuse cigüe                 | 31%                               | 13%        | 25%      | 13%        |
| Fumeterre officinal          | 44%                               | 0%         | 13%      | 0%         |
| Gaillet grateron             | 31%                               | 25%        | 69%      | 13%        |
| Géranium à feuilles rondes   | 13%                               | 6%         | 6%       | 6%         |
| Géranium colombin            | 6%                                | 0%         | 6%       | 0%         |
| Géranium disséqué            | 6%                                | 6%         | 6%       | 6%         |
| Géranium sp.                 | 6%                                | 0%         | 6%       | 0%         |
| Helminthie fausse-épervière  | 0%                                | 6%         | 6%       | 6%         |
| Laiteron rude                | 31%                               | 31%        | 75%      | 13%        |
| Lamier pourpre               | 6%                                | 6%         | 6%       | 6%         |
| Lampane commune              | 25%                               | 50%        | 31%      | 31%        |
| Linaire bâtarde              | 0%                                | 6%         | 6%       | 6%         |
| Mouron rouge                 | 50%                               | 6%         | 50%      | 6%         |
| Moutarde des champs          | 100%                              | 0%         | 100%     | 0%         |
| Myosotis des champs          | 31%                               | 13%        | 25%      | 25%        |
| Pensée des champs            | 25%                               | 0%         | 44%      | 0%         |
| Pissenlit                    | 13%                               | 0%         | 25%      | 0%         |
| Renouée des oiseaux          | 13%                               | 0%         | 0%       | 0%         |
| Rumex à feuilles obtuses     | 0%                                | 0%         | 6%       | 0%         |
| Rumex crépu                  | 13%                               | 0%         | 19%      | 0%         |
| Rumex sp.                    | 13%                               | 0%         | 19%      | 0%         |
| Seneçon commun               | 0%                                | 6%         | 19%      | 0%         |
| Stellaire intermédiaire      | 13%                               | 0%         | 6%       | 0%         |
| Tabouret des champs          | 0%                                | 0%         | 19%      | 0%         |
| Vergerette du Canada         | 0%                                | 19%        | 0%       | 19%        |
| Véronique de Perse           | 13%                               | 13%        | 63%      | 13%        |
| Véronique feuilles de lierre | 44%                               | 0%         | 69%      | 0%         |
| Vulpin des champs            | 25%                               | 44%        | 63%      | 6%         |

### 3.2.3 Rendement et composantes de rendement

Statistiquement, il n'y a pas eu de différences de rendement entre les modalités (Tableau II), même si la modalité SD produit 5 q/ha de moins que les modalités TCS et Labour. On s'attendait à un rendement plus élevé en labour lié à une bonne gestion de la flore adventice et une minéralisation de la matière organique probablement plus importante (Alvarez *et al.*, 1998), à un rendement inférieur en TCS par rapport au SD à cause d'une forte infestation en adventices, et enfin à une meilleure implantation du blé en SD en conditions séchantes. Cependant un échec de désherbage (notamment sur vulpin et gaillet) réalisé tardivement a créé une compétition de fin de cycle dans les modalités où ces adventices dominaient (TCS et SD). Nous avons observé six fois plus de biomasse d'adventices à la récolte en SD et TCS (50-60 g/m<sup>2</sup>) qu'en labour (10 g/m<sup>2</sup>). Nous n'avons également pas constaté de différence en termes de nombre d'épis, de PMG ou de taux de protéines. En revanche, le PS est légèrement supérieur en labour et inférieur en SD.

Tableau II : Rendement et composantes de rendement du blé tendre d'hiver (moyenne +/- écarts types) en fonction de trois modalités de travail du sol. Les modalités qui partagent la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.  
Wheat yield, quality criteria and yield component according to the tillage systems.

| Modalités                       | Labour         | TCS             | Semis Direct   |
|---------------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| Rendement (q/ha) à 15% humidité | 69,3 ± 4,3 (a) | 70,7 ± 9,8 (a)  | 65,1 ± 6,2 (a) |
| Nombre d'épis / m <sup>2</sup>  | 479 ± 36 (a)   | 514 ± 83 (a)    | 520 ± 47 (a)   |
| PMG (g)                         | 44,3 ± 4,6 (a) | 42,4 ± 5,8 (a)  | 42,1 ± 8,1 (a) |
| Poids Spécifique                | 75,6 ± 1,1 (a) | 75,1 ± 1,5 (ab) | 74,5 ± 2,7 (b) |
| Taux de protéines (%)           | 12,5 ± 0,2 (a) | 12,6 ± 0,6 (a)  | 12,6 ± 0,4 (a) |

#### 4 CONCLUSION

Du point de vue de la gestion des adventices, le labour s'est avéré être très efficace sur le vulpin divisant ses densités par six. Cependant, nous avons observé sur certaines zones que les deux modalités avec travail du sol (Labour et TCS) ont remis en germination de nombreuses espèces comme la moutarde des champs et le mouron rouge alors que la bande SD en était complètement indemne. Il est donc important de bien connaître la flore présente dans la parcelle et surtout son stock semencier, afin de ne pas avoir de mauvaises surprises. Ainsi, un travail du sol sur une parcelle en semis direct durant des dizaines d'années et considérée comme peu infestée par des adventices pourrait stimuler de manière très abondante un stock semencier ancien, attendant depuis longtemps, une opportunité de s'exprimer. En revanche, si un travail du sol est envisagé tous les 10 ou 15 ans, le labour paraît une bonne alternative pour gérer les espèces nuisibles alors qu'une reprise de surface est plutôt le moyen d'accentuer les soucis.

D'un point de vue économique, remplacer l'application du glyphosate (réalisé en SD) par deux passages d'outils (labour ou Terrano + herse rotative) a augmenté les charges. Or le rendement n'est pas significativement différent, même si le blé a produit entre 4 et 5 q/ha de moins en SD.

Avant d'envisager un travail du sol sur des parcelles menées en semis direct, il est important de se questionner en premier lieu sur l'objectif : gérer un problème de bioagresseurs (campagnols, limaces...), réchauffer le sol, implanter une culture particulière (ex. pomme de terre), améliorer la structure du sol, gérer un problème d'adventices, détruire des adventices pour se passer du glyphosate, ... ? Il est bien évident que cette étude ne répond pas à toutes les facettes. En fonction de l'objectif visé, du type de travail du sol, du type de sol et de la flore présente dans la parcelle, les conséquences seront évidemment très différentes.

#### 5 REMERCIEMENTS

Cette étude n'aurait pas pu être possible sans le soutien financier du projet casdar VANCOUVER, de l'ANR Cosac (ANR-15-CE18-0007). Les auteurs remercient les équipes de l'Unité Expérimentale domaine d'Epoisses (INRA Dijon) qui ont mis en œuvre les pratiques agricoles : Pascal Farcy, Philippe Chamoy, Benjamin Pouilly, Loïc Dumont, Brice Mosa et Laurent Falchetto.

#### 6 BIBLIOGRAPHIE

Adeux G., Munier-Jolain N.M., Meunier D., Farcy P., Carlesi S., Barberi P., Cordeau S., 2019 - Diversified grain-based cropping systems provide long term weed control while limiting herbicide use and yield losses. *Agronomy for Sustainable Development*, 39, 42.

Alvarez R., Alvarez C., Daniel P., Richter V., Blotta L., 1998 - Nitrogen distribution in soil density fractions and its relation to nitrogen mineralisation under different tillage systems. *Soil Research*, 36, 247-256.

Bàrberi P., Lo Cascio B., 2001 - Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition. *Weed Research*, 41, 325-340.

Barralis G., 1976 - Methode d'etude des groupements adventices des cultures annuelles : application a la Cote d'Or. In *V<sup>ème</sup> Colloque Int. Ecol. Biol. mauvaises herbes*, Dijon, pp. 59-68.

Blackshaw R.E., Larney F.J., Lindwall C.W., Watson P.R., Derksen D.A., 2001 - Tillage intensity and crop rotation affect weed community dynamics in a winter wheat cropping system. *Canadian Journal of Plant Science*, 81, 805-813.

Buhler D.D., 1995 - Influence of tillage systems on weed population dynamics and management in corn and soybean in the Central USA. *Crop Science*, 35, 1247-1258.

Chauhan B.S., Singh R.G., Mahajan G., 2012 - Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection*, 38, 57-65.

Chauvel B., Derrouch D., Munier-Jolain N.M., Cordeau S., 2018 - Gestion de la flore adventice en semis direct sous couvert. In: Chauvel, B., Darmency, H., Munier-Jolain, N., Rodriguez, A., (coord.) (Eds.), *Gestion durable de la flore adventice des cultures*. Éditions Quæ, Versailles (France), pp. 207-220.

Chauvel B., Guillemain J.P., Colbach N., Gasquez J., 2001 - Evaluation of cropping systems for management of herbicide-resistant populations of blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Crop Protection*, 20, 127-137.

Colbach N., Roger-Estrade J., Chauvel B., Caneill J., 2000 - Modelling vertical and lateral seed bank movements during mouldboard ploughing. *European Journal of Agronomy*, 13, 111-124.

Cordeau S., Guillemain J.P., Reibel C., Chauvel B., 2015 - Weed species differ in their ability to emerge in no-till systems that include cover crops. *Annals of Applied Biology*, 166, 444-455.

Cordeau S., Smith R.G., Gallandt E.R., Brown B., Salon P., DiTommaso A., Ryan M.R., 2017 - How do weeds differ in their response to the timing of tillage? A study of 61 species across the Northeastern United States. *Annals of Applied Biology*, 171, 340-352.

Cordeau S., Wayman S., Reibel C., Strbik F., Chauvel B., Guillemain J.P., 2018 - Effects of drought on weed emergence and growth vary with seed burial depth and presence of a cover crop. *Weed Biology and Management*, 18, 12-25.

Hobbs P.R., 2007 - Conservation agriculture: what is it and why is it important for future sustainable food production? *Journal of Agricultural Science*, 145, 127.

Holland J., 2004 - The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103, 1-25.

Mirsky S.B., Ryan M.R., Curran W.S., Teasdale J.R., Maul J., Spargo J.T., Moyer J., Grantham A.M., Weber D., Way T.R., 2012 - Conservation tillage issues: Cover crop-based organic rotational no-till grain production in the mid-Atlantic region, USA. *Renew Agricultural Food System*, 27, 31-40.

Mulugeta D., Stoltenberg D.E., 1997 - Increased weed emergence and seed bank depletion by soil disturbance in a no-tillage system. *Weed Science*, 45, 234-241.

Nichols V., Verhulst N., Cox R., Govaerts B., 2015 - Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Field Crops Research*, 183, 56-68.

O'Donovan J.T., McAndrew D.W., 2000 - Effect of tillage on weed populations in continuous barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Technology*, 14, 726-733.

Swanton C.J., Shrestha A., Knezevic S.Z., Roy R.C., Ball-Coelho B.R., 2000 - Influence of tillage type on vertical weed seedbank distribution in a sandy soil. *Canadian Journal of Plant Science*, 80, 455-457.

Thompson K., Band S.R., Hodgson J.G., 1993 - Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*, 7, 236-241.

Trichard A., Alignier A., Chauvel B., Petit S., 2013 - Identification of weed community traits response to conservation agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 179, 179-186.

Van den Putte A., Govers G., Diels J., Gillijns K., Demuzere M., 2010 - Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European Journal of Agronomy*, 33, 231-241.