

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

GESTION DES ADVENTICES EN SEMIS-DIRECT : EFFET DES COUVERTS ET DE LEUR CONDUITE

S. CORDEAU (1), L. GRALL (1), A. LACHMANN (1), J. MARTIN (2), A. MATEJICEK (1), H. BUSSET (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

RÉSUMÉ

Un essai pluriannuel en semis-direct a testé l'effet de couverts (quatre mélanges comparés à du sol nu) sous divers niveaux de ressources (en azote et en eau) sur la flore adventice et sur les cultures suivantes de la succession (orge de printemps puis lin d'hiver) conduites sans fertilisation et sans désherbage. Une augmentation du nombre d'espèces cultivées dans un mélange ne permet pas de mieux concurrencer les adventices. Un apport d'azote au semis permet au couvert de produire plus de biomasse de couvert mais ne réduit pas le salissement dans le couvert. Comparé à l'action du gel ou au roulage des couverts sur le gel, la destruction chimique du couvert (glyphosate) a réduit l'infestation par les adventices dans la culture suivante. Les couverts ne peuvent pas à eux seuls assurer une régulation complète des adventices ; ils doivent donc être associés à d'autres pratiques à l'échelle de la succession pour permettre de limiter l'utilisation d'intrants de synthèse.

Mots-clé : Couvert, semis-direct; compétition; biomasse; effet précédent; glyphosate; diversité spécifique

ABSTRACT

Weed management in conservation agriculture: effect of cover crop mixture and management

A 2-year experiment was conducted in conservation agriculture to test the effect of cover crop mixtures (4 mixes compared to bare soil) under contrasted level of soil resources (nitrogen and water) on weeds during the cover crop phase and their succeeding crops (i.e. spring barley and winter linseed) both being unfertilized and unsprayed with herbicide. Cover crop biomass was higher when the mix was composed of the lowest number of species. Nitrogen fertilization increase cover crop biomass of certain mixture but do not reduce the relative proportion of weed biomass. The chemical termination of cover crop (i.e. glyphosate) led to the lowest weed infestation in the spring barley, whereas frost and rolling were comparable. Cover crop cannot regulate weeds by itself, and cannot be consider as a substitute of weed management in crop. They are biological levers of weed management at the crop rotation scale.

1 INTRODUCTION

Les systèmes de culture agroécologiques proposent de valoriser les services rendus par les interactions entre organismes (Petit *et al.*, 2018) pour réguler les bioagresseurs, réduire leur dépendance aux intrants (fertilisants, pesticides, irrigation) et améliorer leur durabilité. L'utilisation de plantes cultivées pour réguler des adventices ne fait pas partie des mesures de biocontrôle *sensu stricto* (Cordeau *et al.*, 2016), même s'il est établi depuis plusieurs décennies que les plantes cultivées jouent un rôle dans la régulation des adventices (Robinson et Dunham, 1954). La régulation des adventices par les couverts repose principalement sur la compétition pour les ressources. La littérature considère généralement la compétition aérienne comme prépondérante sur la compétition racinaire (Wilson, 1988). Certains auteurs mettent en avant que la lumière est le principal facteur qui détermine la capacité des adventices à être compétitrices (Perry *et al.*, 2003). Néanmoins, il existe d'autres études contradictoires indiquant que la compétition pour l'azote est prédominante sur la compétition pour la lumière (Satorre et Snaydon, 1992). La phénologie joue un rôle important en déterminant à quelle période de leur cycle les plantes coexistent et sont en compétition. On attend donc des couverts d'être capable de préempter les ressources du milieu, d'où l'utilisation de crucifères nitrophiles comme piège à nitrates ou de graminées à forte production de biomasse pour créer de l'ombrage. En revanche, la réduction de la biomasse adventice par les couverts varie beaucoup selon les espèces adventices et de couvert ainsi que du niveau de ressources (Teasdale *et al.*, 2007). En effet, dans la majorité des situations, un couvert est implanté en interculture d'été, donc en saison sèche et avec un reliquat azoté post-récolte faible (en particulier si la fertilisation du précédent a été bien pilotée). Or la majorité des adventices sont plus efficaces que les cultures ou les couverts pour des niveaux de ressources en eau et nutriments faibles (Moreau *et al.*, 2013). Il est donc nécessaire d'étudier les capacités de compétition des espèces de couverts dans des niveaux réduits de ressources.

Les couverts sont très fréquemment composés de plusieurs espèces semées car les agriculteurs sont à la recherche de couverts multiservices (d'où l'appellation CIMS : cultures intermédiaires multi-services (Justes et Richard, 2017)). Ce n'est pas l'espèce mais le mélange d'espèce qui permet d'atteindre le multi-service. C'est souvent là que le bât blesse quand il s'agit de gestion des adventices. Certaines études récentes montrent que le fait d'augmenter le nombre d'espèces du couvert n'est pas nécessairement un atout pour maximiser la biomasse du couvert et donc la concurrence (Bybee-Finley *et al.*, 2017; Florence *et al.*, 2019; MacLaren *et al.*, 2019).

Il faut donc optimiser le pilotage du couvert (choix espèces, densité de semis, répartition de semis, irrigation potentielle, date de destruction, mode de destruction, etc...) pour maximiser son installation et concurrencer les adventices, cette concurrence étant largement influencée par le niveau de ressources. L'objectif de cette étude était de quantifier l'effet de différents types de couverts et de leur mode de destruction sur les adventices sous différents niveaux de ressources en eau et en azote, en interculture durant la croissance du couvert puis dans les cultures d'hiver et de printemps suivantes.

2 MATERIELS ET METHODES

Sur la période 2016-2019, quatre modalités de couvert d'interculture (Tableau 1, 2 espèces dont 1 légumineuse, 2 espèces sans légumineuse, 8 espèces dont légumineuses, 8 espèces sans légumineuse) mobilisant une grande diversité d'espèces (moutarde brune, avoine rude, phacélie, nyger, seigle forestier, millet des oiseaux, sorgho fourrager, navette, sarrasin, lin, vesce commune, crotalaire, trèfle d'Alexandrie, féverole de printemps) sont comparées à un témoin sol nu. Chaque espèce est semée à sa densité en pure (Tableau 1) divisée par 2 ou 8 selon le nombre d'espèces dans le mélange, et majorée de 15%. Les couverts sont implantés sous deux niveaux de ressources en eau (Sec : pluviométrie naturelle ; Irrigué : 40 mm d'irrigation au semis du couvert), et en azote (N0 : sans fertilisation, reliquat post récolte nul lié à une impasse au stade tallage sur le précédent blé ; N1 : 30 kg N/ha au semis du couvert), puis détruits selon trois modalités (gel, gel + roulage sur le gel (Figure 1A), glyphosate). L'ensemble des facteurs sont croisés et répliqués trois fois. L'essai comprend donc 180 micro-parcelles (10 m² chacune) soit 5 modalités de couvert * 2 modalités de fertilisation azotée

* 2 modalités d'irrigation * 3 modalités de destruction du couvert avec trois répétitions par traitement (Figure 1B).

L'orge de printemps (OP) puis le lin d'hiver (LH) semé dans la continuité des couverts (CC) sont conduits en semis-direct, sans fertilisation azotée et sans désherbage. Cette séquence CC/OP/LH est répliquée sur deux années successives (Tableau 1) dans deux parcelles de la plateforme CA-SYS (www.inra.fr/plateforme-casys) du domaine d'Epoisses (INRA Dijon).

Tableau 1 : Liste des espèces de couvert semées dans le mélange en 2016 et 2017 avec indication de leur densité de semis en culture pure (leg = légumineuses).
(Cover crop species list of the mixtures tested in 2016 and 2017 with their seeding rate in pure stand)

Famille	Espèce	Densité semis en pure (kg/ha)	Mélange semé en 2016				Mélange semé en 2017			
			2 leg -	2leg +	8 leg -	8 leg +	2 leg -	2leg +	8 leg -	8 leg +
Graminées	Avoine rude	20		X	X					
	Seigle forestier	80	X		X	X				
	Sorgho	15					X		X	
	Millet des oiseaux	25						X	X	X
Légumineuses	Vesce commune	40		X		X		X		X
	Trèfle d'Alexandrie	25				X				X
	Féverole printemps	100				X				X
	Crotalaire	35				X				X
Crucifères	Moutarde brune	5			X	X			X	X
	Navette	10			X	X			X	X
Autres	Phacélie	10	X		X		X		X	
	Nyger	10			X	X			X	X
	Sarrasin	30			X				X	
	Lin	20			X				X	

Figure 1 : **A.** Roulage des couverts sur le gel (Stéphane Cordeau © 2016). **B.** Vue drone de l'Essai CIMS 2017 (Guillaume Poussou et Rodolphe Hugard © 2017)

(**A.** Rolling/crimping of cover crop during frost ; **B.** Drone view of the trial in 2017)



Des prélèvements de biomasse des parties aériennes sont faits dans le couvert (90 jours après semis avant le gel), espèce par espèce pour les adventices, et toutes espèces confondues pour le couvert. La biomasse est évaluée après séchage 72 h à 80°C. Des dosages d'azote des parties aériennes sont réalisés au doseur CHN (carbone, hydrogène et azote).

Des prélèvements de biomasse aérienne de la culture et des adventices (espèce par espèce) sont effectués dans l'orge de printemps puis dans le lin d'hiver, à floraison de la culture, la biomasse étant pesée après séchage 72 h à 80°C.

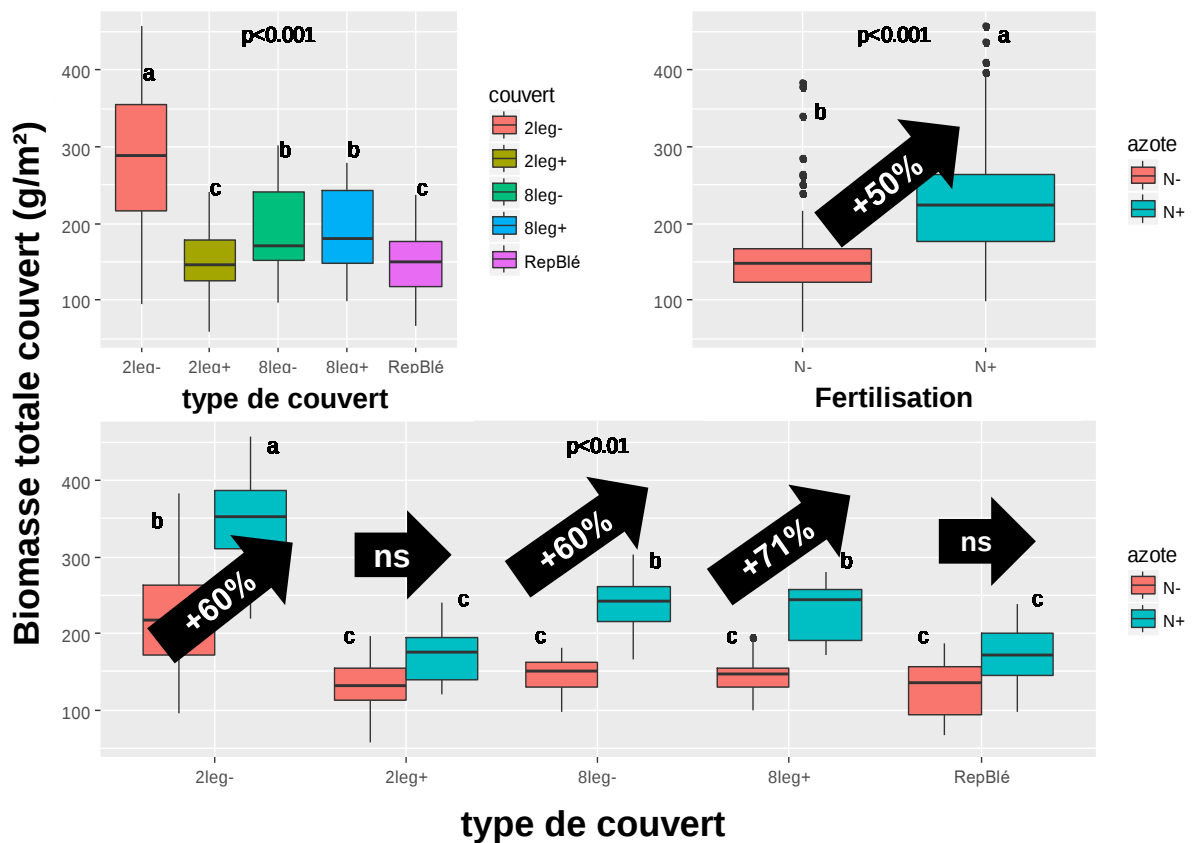
Les données sont analysées par un modèle linéaire suivi d'une analyse de variance avec le logiciel R.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les couverts qui produisent le plus de biomasse ne comprennent pas de légumineuses mais sont composés principalement de graminées, de crucifères ou d'espèces appartenant à d'autres familles (Figure 2). Une augmentation du nombre d'espèces dans un mélange ne permet pas de produire plus de biomasse comme cela a déjà été montré dans des études récentes (Bybee-Finley *et al.*, 2017; Florence *et al.*, 2019; MacLaren *et al.*, 2019). Un apport d'azote au semis permet de produire 50% de biomasse en plus, tout couvert confondu, même si cet effet n'est pas visible dans tous les couverts (Figure 2), et notamment quand des légumineuses sont présentes. Ces dernières ne sont pas des espèces aussi efficaces que les autres du mélange à prélever l'azote minéral du sol, et la biomasse d'un couvert à base de légumineuse ne profite pas de la fertilisation (Tonitto *et al.*, 2006).

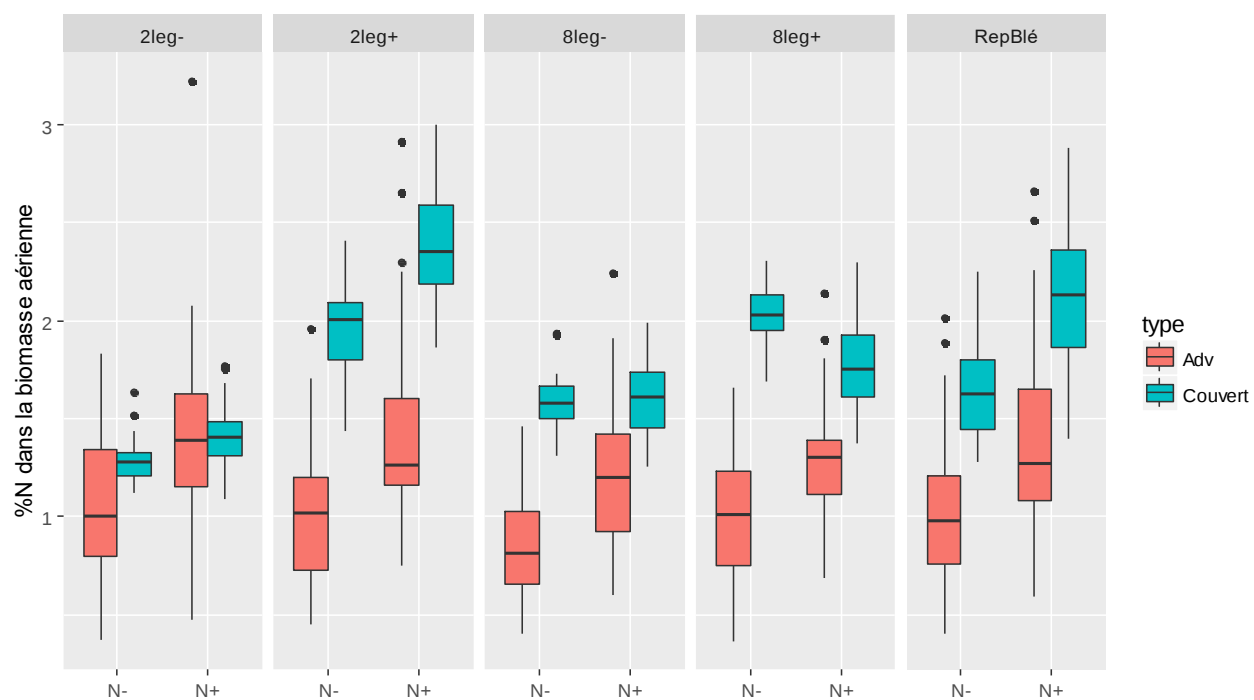
Figure 2 : Effet du type de couvert (2 ou 8 espèces, avec (leg+) ou sans (leg-) légumineuses, RepBlé = sol nu composé de repousse de blé) et des modalités de gestion (N- = 0 kg/ha d'N et N+ = 30 kg N/ha au semis du couvert) sur la biomasse sèche du couvert. (Stéphane Cordeau © 2018). Les modalités comportant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil indiqué que le graphique.

(Effect of cover crop mixture and management on cover crop dry biomass)



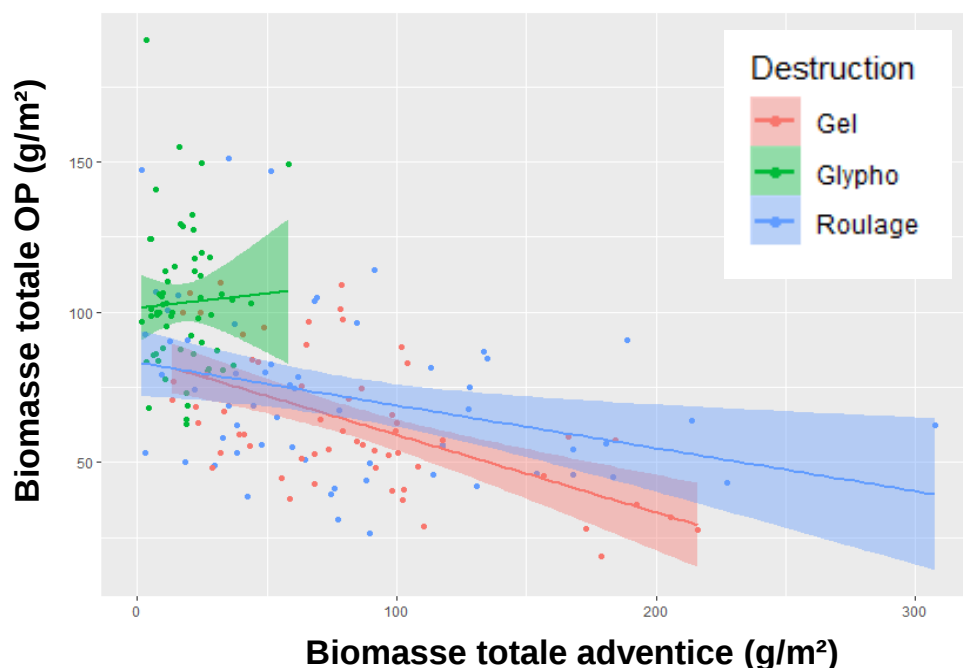
Un apport d'azote au semis ne permet globalement pas au couvert d'accumuler plus d'azote dans ses parties aériennes (Figure 3). Aucune différence n'est observée dans l'azote préempté par les adventices. Même si l'irrigation peut s'avérer utile certaines années pour l'installation du couvert, elle s'est avérée lors des deux années d'essais sans effet sur la production de biomasse du couvert et d'adventices, lié à des pluies moins d'une semaine après le semis de l'essai qui a annihilé l'effet de cette modalité.

Figure 3 : Effet de la fertilisation azotée (N- = 0 kg/ha d’N et N+ = 30 kg N/ha au semis du couvert) sur le pourcentage d’azote dans la biomasse aérienne du couvert et des adventices (2 ou 8 espèces, avec (leg+) ou sans (leg-) légumineuses, RepBlé = sol nu composé de repousse de blé) (Stéphane Cordeau © 2018)
(Effect of nitrogen fertilization on the nitrogen rate in aerial biomass of cover crop and weeds)



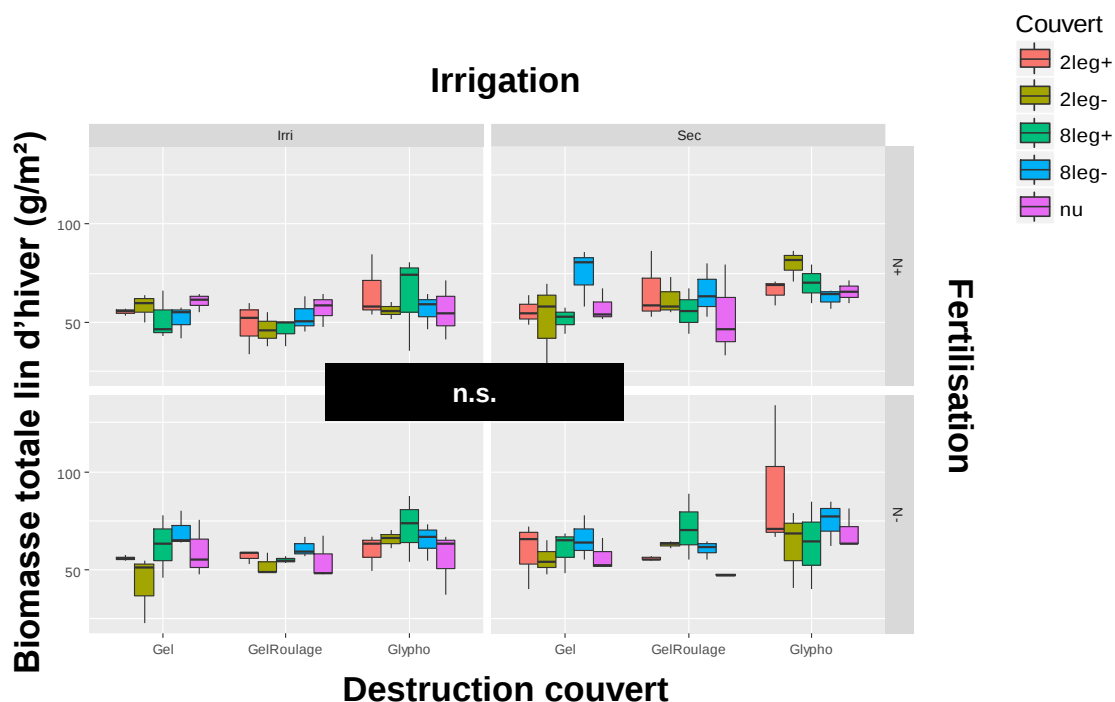
Comparé à l'action du gel ou au roulage des couverts sur le gel, la destruction chimique du couvert (glyphosate) a réduit l'infestation des adventices dans la culture d'orge de printemps suivante (Figure 4), et ce bien que l'orge n'est pas du tout été désherbée. Le roulage seul a une action comparable au gel n'améliorant pas la destruction des adventices.

Figure 4 : Relation entre la biomasse aérienne des adventices (toutes espèces) et de l'orge de printemps (OP) pour les trois modes de destructions de couvert (glypho= glyphosate) (Stéphane Cordeau © 2018)
(Relation between weed biomass and spring barley biomass at crop flowering according to the cover crop termination type)



Aucun effet des modalités de gestion du couvert n'est détectable ni sur la biomasse aérienne de lin d'hiver (Figure 5), ni sur les adventices (résultat non présenté). L'effet des couverts sur les adventices a été visible dans les couverts, très peu dans l'orge d'hiver car les espèces qui ont levé dans cette culture étaient différentes de celles qui ont levé dans le couvert (Cordeau *et al.*, 2017), et n'est pas visible dans le lin. Ces résultats confirment des précédentes observations sur des essais de longue durée ne montrant pas d'effet des couverts sur les adventices dans les cultures suivantes (Cordeau et Adeux, 2018). Pourtant, l'essai était conduit sans désherbage et sans travail du sol, cette dernière pratique étant identifiée comme un des facteurs qui rend indécélable l'effet des couverts sur les cultures suivantes (Métais *et al.*, 2019).

Figure 5 : Effet des modalités de gestion du couvert (avec (leg+) ou sans (leg-) légumineuses, et nu = sol nu composé de repousse de blé) sur la biomasse du lin d'hiver implantée à la suite d'une orge de printemps et des couverts. (Stephane Cordeau © 2018)
(Effect of cover crop mixture and management on linseed biomass at flowering, sown after the spring barley)



4 CONCLUSION

Les couverts ne ciblent que les adventices qui sont en capacité de germer, croître et se développer à la même période que les couverts. Or les adventices ont des périodes de germination préférentielle en lien avec leurs préférences écologiques (Cordeau *et al.*, 2017). Ainsi, les couverts gélifs d'interculture d'hiver ne peuvent réguler que les adventices à levée automnale. Aussi, un couvert d'interculture d'hiver n'a pas d'effet sur les adventices qui vont lever dans la culture de printemps suivante. C'est donc à l'échelle pluriannuelle de la succession que l'effet des couverts devrait être visible si aucun travail du sol ne vient annuler cet effet (Métais *et al.*, 2019).

Les couverts ne peuvent pas à eux seul assurer une régulation complète des adventices. En d'autres termes, il s'agit d'utiliser les couverts pour épauler d'autres pratiques permettant de limiter l'utilisation d'intrants de synthèse (Métais *et al.*, 2019).

5 REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ensemble du personnel de l'Unité Expérimentale UE Domaine d'Epoisses pour la conduite de l'essai, dont Laurent Falchetto à l'origine des discussions. Ce travail est soutenu financièrement par la Région Bourgogne par le projet FABER Couv'Herbi, les projets Casdar VANCOUVER et RAID, et le projet ANR COSAC (ANR-14-CE18-0007).

6 BIBLIOGRAPHIE

- Bybee-Finley K.A., Mirsky S.B., Ryan M.R., 2017 - Crop Biomass Not Species Richness Drives Weed Suppression in Warm-Season Annual Grass–Legume Intercrops in the Northeast. *Weed Science*, 65, 669-680.
- Cordeau S., Adeux G., 2018 - Régulation des plantes adventices par la compétition : effet des couverts et de leur conduite sur la gestion des adventices. In: INRA, Nouvelle-Aquitaine, C.r.d.a., ACTA (Eds.), Couverts végétaux : des opportunités à saisir. Rencontres régionales de la recherche, du développement et de la formation. INRA, Angoulême, France.
- Cordeau S., Smith R.G., Gallandt E.R., Brown B., Salon P., DiTommaso A., Ryan M.R., 2017 - Timing of tillage as a driver of weed communities. *Weed Science*, 65, 504-514.
- Florence A., Higley L., Drijber R., Francis C., Lindquist J.L., 2019 - Cover crop mixture diversity, biomass productivity, weed suppression, and stability. *Plos One*, 14, e0206195.
- Justes E., Richard G., 2017 - Contexte, concepts et définition des cultures intermédiaires multi-services. *Innovations Agronomiques*, 62, 1-15.
- MacLaren C., Swanepoel P., Bennett J., Wright J., Dehnen-Schmutz K., 2019 - Cover crop biomass production is more important than diversity for weed suppression. *Crop Science*, 59, 733-748.
- Métais P., Vuillemin F., Cordeau S., 2019 - Travail du sol et couverts : quels effets sur les adventices ? *PHYTOMA - La Défense des Végétaux*, 720, 35-38.
- Moreau D., Milard G., Munier-Jolain N., 2013 - A plant nitrophily index based on plant leaf area response to soil nitrogen availability. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 809-815.
- Perry L.G., Neuhauser C., Galatowitsch S.M., 2003 - Founder control and coexistence in a simple model of asymmetric competition for light. *Journal of Theoretical Biology*, 222, 425-436.
- Petit S., Cordeau S., Chauvel B., Bohan D., Guillemin J.-P., Steinberg C., 2018 - Biodiversity-based options for arable weed management. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 38, 48.
- Robinson R.G., Dunham R.S., 1954 - Companion crops for weed control in soybeans. *Agronomy Journal* 46, 278-281.
- Satorre E.H., Snaydon R.W., 1992 - A comparison of root and shoot competition between spring cereals and *Avena fatua* L. *Weed Research*, 32, 45-55.
- Te Asdale J., Brandsaeter L., Calegari A., Neto F.S., 2007 - Cover crops and weed management. *Non chemical weed management principles. Concepts and Technology*, CABI, Wallingford, UK, 49-64.
- Tonitto C., David M., Drinkwater L., 2006 - Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112, 58-72.
- Wilson J.B., 1988 - Shoot competition and root competition. *Journal of Applied Ecology*, 25, 279-296.