

Utilisation des mulchs vivants pour la maîtrise des flores adventices

S. de Tourdonnet¹, I. Shili¹, E. Scopel²

¹: AgroParisTech, Département SIAFEE, UMR d'Agronomie INRA/AgroParisTech, BP 01, 78 850 Thiverval-Grignon

²: CIRAD, UMR System, CIRAD PERSYST / EMBRAPA-Cerrados, Km 18, BR 020 - Rodovia Brasília/Fortaleza, CP 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF, BRASIL

Correspondance : tourdonn@grignon.inra.fr

Résumé

Les mulchs vivants sont des plantes de couverture cultivées en association avec une culture commerciale de manière à fournir des services écologiques et agronomiques comme la protection contre l'érosion, l'accroissement de la fertilité des sols et de la biodiversité ou l'étouffement des adventices. Utiliser des mulchs vivants en association avec une culture commerciale peut permettre de diminuer les infestations d'adventices grâce à des processus de compétition sur les ressources. La principale difficulté dans l'utilisation des mulchs vivants est leur manque de sélectivité : une plante de couverture assez compétitive pour maîtriser les adventices a souvent un impact négatif sur la croissance et le rendement de la culture commerciale. Il est nécessaire de concevoir des modalités de conduites innovantes pour réduire la compétition entre le mulch vivant et la culture commerciale sans perdre les bénéfices en termes de contrôle des adventices.

Abstract

Living mulches are cover crops grown with a cash crop to provide ecological and agronomical benefits including protecting soils from erosion, improving soil fertility and biodiversity and suppressing weeds. Intercropping living mulches into cropping systems is a possible way to suppress weeds because weed and living mulch plants compete for the same resources. The major hurdle to the adoption and use of living mulches is lack of selectivity: a living mulch that is competitive enough to suppress weeds will often suppress crop growth and yield. Creative management approaches are required to reduce competition between the living mulch and cash crop species without eliminating the benefits to weed management.

Introduction

Le développement et la nuisibilité des flores adventices résultent d'interactions complexes entre peuplement cultivé et adventices sous l'effet des techniques culturales et des conditions du milieu. Un des moyens de maîtriser la flore adventice est de jouer sur ces interactions entre plantes pour qu'elles se fassent au bénéfice de la culture commerciale. On peut par exemple jouer sur la couverture du sol (utilisation de mulchs) ou l'architecture du peuplement pour rendre les conditions du milieu plus défavorables à la levée et la croissance de la flore adventice. Un moyen d'accroître ces possibilités d'utilisation des régulations biologiques est d'introduire des plantes de couverture dans la rotation qui vont jouer à la fois le rôle de mulch vivant et modifier l'architecture du peuplement. Ces plantes, qui ne sont généralement pas récoltées, sont susceptibles d'assurer certains services écologiques et

agronomiques : étouffement des adventices, protection du sol, création et maintien de la porosité, accroissement de la teneur en matière organique et de la biodiversité, fixation symbiotique d'azote etc. (Hartwig et Ammon, 2002). Les plantes de couverture, qui sont soit des cultures pures (phacélie, vesce, radis etc.) soit des mélanges d'espèces pour accroître leur plurifonctionnalité, sont généralement cultivées pendant la période d'interculture uniquement (Thomas, 2005). Toutefois, dans des systèmes sans travail du sol, on peut également semer directement la culture commerciale à travers ces mulchs laissés vivant conduisant ainsi à un système de cultures associées (Hartwig et Ammon, 2002). On se place alors dans le cadre de l'agriculture de conservation, fondée sur un travail minimum du sol et le maintien d'un couvert végétal permanent (Triomphe *et al.*, 2007).

Nous illustrerons l'usage des mulchs vivants pour maîtriser les adventices à travers l'exemple des techniques culturales sans labour (TSL) et de l'agriculture de conservation et ceci pour plusieurs raisons :

- Ces techniques sans labour se développent rapidement à travers le monde (on compte plus de 25 millions d'hectares sans travail du sol au Brésil ou aux Etats-Unis) et en France où la dernière enquête de SCEES sur les pratiques agricoles montre qu'un tiers de la sole française est semée sans labour (Labreuche *et al.*, 2007 ; Agreste, 2008).
- Les TSL conduisent souvent à un accroissement de la biodiversité et de l'activité biologique au sein des parcelles agricoles (Holland, 2004 ; de Tourdonnet *et al.*, 2007 ; de Tourdonnet, 2008a) ce qui élargit les possibilités d'usage de ces régulations biologiques pour conduire les systèmes de culture.
- L'accroissement de la biodiversité s'accompagne d'une pression accrue de certains bioagresseurs et notamment des adventices qui ne sont plus enfouies par le labour (Debaeke et Orlando, 1994). Cela peut conduire les agriculteurs à accroître l'usage des herbicides, comme le montre l'enquête du SCEES (Agreste, 2008). Ceci pose un réel problème dans le contexte actuel. Réduire l'utilisation d'herbicide par une valorisation des régulations biologiques devient donc un enjeu majeur pour la durabilité de ces systèmes.
- Le développement de l'agriculture de conservation s'accompagne souvent de l'usage de plantes de couverture. Ceci accroît les possibilités de maîtriser la flore adventice par des mulchs vivants (Carof *et al.*, 2007a, b).

Les TSL représentent donc une innovation importante pour laquelle la valorisation de régulations biologiques, notamment via l'usage de plantes de couverture, est un enjeu majeur pour maîtriser la pression accrue des adventices tout en diminuant l'usage des herbicides. L'objectif de cet article est de faire un point sur l'utilisation des mulchs vivant pour maîtriser la flore adventice à partir de l'analyse des processus écologiques en cause et des modalités d'usage de ces processus.

Mulchs vivants, compétition et facilitation

L'introduction d'un mulch vivant associé à la culture commerciale modifie les conditions du milieu. Ceci peut conduire à deux types d'interactions entre espèces végétales : compétition et facilitation. Une interaction compétitive apparaît lorsque l'une des deux espèces a un effet sur l'environnement néfaste pour l'autre espèce (Callaway et Walker, 1997). A l'inverse, une interaction facilitée existe lorsque l'une des deux espèces a un effet sur l'environnement favorable pour l'autre espèce (Bruno *et al.*, 2003). Généralement, l'effet global d'une population végétale sur une autre résulte de la combinaison d'interactions compétitives et facilitées. L'enjeu est donc de déplacer cet équilibre dans le sens de la compétition pour les adventices et de la facilitation pour la culture commerciale, à travers le choix et la conduite des couverts vivants.

L'usage de couverts vivants peut permettre d'accroître la compétition exercée sur les populations d'adventices. Si la plante de couverture se développe avant la période d'émergence des adventices, la présence d'un couvert végétal interceptant la lumière crée des conditions défavorables à la germination, l'émergence et la croissance des adventices. Plusieurs facteurs importants pour la germination des adventices (lumière, proportion d'infra-rouge, amplitude thermique) seront moins favorables sous un couvert vivant (Teasdale et Daughtry, 1993). La germination des adventices peut également être inhibée par la sécrétion de substances allélopathiques par le mulch vivant (White *et al.*, 1989 ; Inderjit et Keating, 1999 ; Hoagland *et al.*, 2008). Toutefois, ce phénomène, difficile à différencier de la compétition en conditions naturelles, est très sensible à de nombreux facteurs qui peuvent en limiter les effets : âge des plantes, caractéristiques du sol, conditions du milieu, activité biologique, etc. (Teasdale, 1993). Ce mulch vivant exerce également une compétition sur les ressources du milieu (lumière, eau, nutriments) qui peut se faire au détriment de la croissance des adventices (Hollander *et al.*, 2007b). Toutefois, les adventices peuvent s'adapter à cet environnement plus compétitif si la couverture du sol n'est pas totale et permanente ou par des adaptations morphologiques et physiologiques (Teasdale, 1993). Il est donc essentiel que les plantes de couverture occupent les mêmes niches écologiques que les adventices que l'on veut maîtriser, dans le temps et dans l'espace, pour que cet effet de compétition soit efficace. Cependant, la niche écologique occupée par les adventices est généralement la même que celle occupée par la culture commerciale (c'est bien pour cela qu'elles sont nuisibles). On voit donc se dessiner un problème épineux : comment faire pour que les plantes de couverture soient compétitives pour les adventices sans être compétitives pour la culture commerciale, ce qui affecterait le rendement ?

Un moyen de résoudre cette difficulté est de jouer sur les décalages de cycles entre adventices, culture commerciale et plante de couverture. Par exemple, Enache et Ilnicki (1990) ont proposé un système où le trèfle souterrain, *Trifolium subterraneum* L., semé en automne produit un couvert dense puis entre en sénescence au printemps, quelques semaines après le semis direct du maïs à travers ce mulch vivant. Les résidus de *T. subterraneum* desséchés continuent à exercer une action dépressive sur la germination des adventices pendant la culture de maïs puis, à l'automne suivant, les repousses de trèfle issues des semences permettent de recréer un couvert végétal pendant l'interculture. Dans ce système, les biomasses d'adventices étaient réduites de 53 à 94% par le mulch vivant pendant l'interculture, et de 11 à 76% dans le mulch mort pendant la culture de maïs, en comparaison avec un système sans plante de couverture. Des résultats analogues ont été obtenus sur d'autres systèmes, avec plus ou moins de décalage entre le semis de la plante de couverture et la culture commerciale, aussi bien en conditions tempérées (Teasdale et Daughtry, 1993 ; Ateh et Doll, 1996 ; Brandsaeter *et al.*, 1998 ; Hollander *et al.*, 2007a, b) que tropicales (Chikoye *et al.*, 2001 ; Akobundu *et al.*, 2000 ; Caamal-Maldonado, 2001 ; Buckles et Triomphe, 1999). Liebman et Dyck (1993) ont montré à partir d'une analyse bibliographique que l'usage d'un couvert vivant avait permis de diminuer la biomasse d'adventices dans 47 publications, n'avait eu aucun effet dans 3 cas et avait eu un effet contraire dans 4 cas.

L'usage de cette stratégie de décalage des cycles est conditionnée par :

- **la phénologie des espèces** : il faut choisir des plantes de couverture qui s'établissent plus rapidement que les adventices et dont le pic de croissance coïncide avec la période d'émergence des adventices mais pas avec la période de croissance de la culture commerciale (Buhler *et al.*, 2001).
- **les conditions pédoclimatiques et la stabilité des conditions climatiques** : tout retard dans la sénescence de la plante de couverture peut provoquer une compétition forte aux stades précoces de la culture commerciale et affecter son rendement. A l'inverse, si le ressemis et la croissance de la plante de couverture à l'automne sont affectés par les conditions climatiques, l'effet sur les adventices sera beaucoup moins net.

Mulchs vivants et sélectivité

Cependant, la principale difficulté dans l'usage de mulchs vivants pour maîtriser les adventices est leur manque de sélectivité. Plusieurs travaux montrent qu'un bon contrôle des adventices par des couverts vivants induit souvent des pertes de rendement de la culture commerciale, même si ce n'est pas toujours le cas (Ilnicki et Enache, 1992 ; Teasdale, 1993). Il est donc difficile d'exercer une compétition sur les adventices en évitant une compétition sur la culture commerciale. Des résultats obtenus en France illustrent ce phénomène (de Tourdonnet *et al.*, 2003 ; Carof *et al.* 2007a ; de Tourdonnet, 2008b). Ces auteurs ont testé l'usage de six plantes de couverture : la fétuque ovine (*Festuca ovina* L.), la fétuque rouge gazonnante (*Festuca rubra* L.), le lotier corniculé (*Lotus corniculatus* L.), la minette (*Medicago lupulina* L.), la luzerne (*Medicago sativa* L.) et le trèfle blanc (*Trifolium repens* L.). Le blé était semé directement à travers ce couvert préalablement broyé, mais maintenu vivant pendant plusieurs années. Le maintien de ce couvert vivant permanent a permis de diminuer les biomasses d'adventices avec une efficacité variable selon les espèces et la biomasse produite (Figure 1). Cependant, en l'absence d'utilisation d'herbicides, ces plantes de couverture ont affecté le rendement (Figure 2) en raison d'une compétition exercée sur le blé ou d'un manque de compétition exercée sur les adventices qui se sont alors révélés nuisibles pour le blé (Carof *et al.*, 2007a).

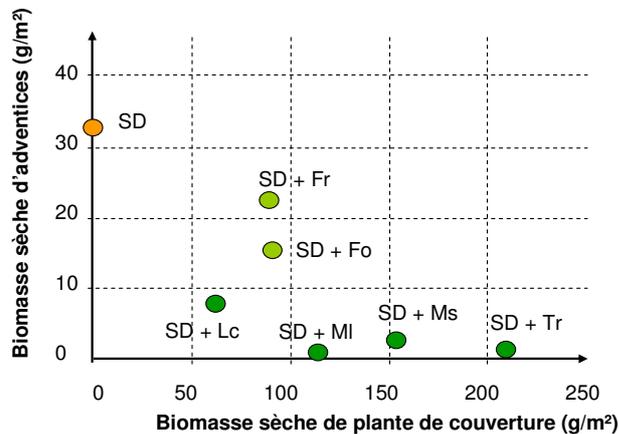


Figure 1 : Effet de la biomasse de plantes de couverture sur la biomasse d'adventices au stade floraison du blé en semis direct, sans application d'herbicide.

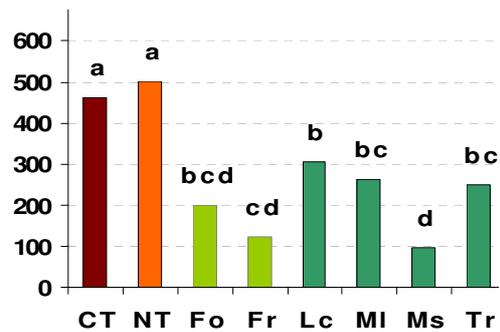


Figure 2 : Impact de l'usage d'une plante de couverture sur le rendement du blé (g/m²), sans utilisation d'herbicide (sauf pour les témoins CT et NT)

CT : labour, SD et NT : semis direct sans couvert, Fr : fétuque rouge, Fo : fétuque ovine, Lc : lotier corniculé, MI : minette, Ms : luzerne, Tr : trèfle blanc.

Ces travaux ont également permis d'identifier les périodes durant lesquelles s'exerçait la compétition entre blé et plante de couverture et de hiérarchiser les facteurs limitants (Carof *et al.*, 2007b) de manière à définir des stratégies de conduite des plantes de couverture permettant d'éviter cette compétition sur le blé. On reste alors dans l'idée de décaler les cycles de croissance entre plante de couverture et culture commerciale pour orienter la compétition vers les adventices, mais en jouant non pas sur le choix de l'espèce de couverture mais sur sa conduite. Les possibilités techniques sont d'effectuer un broyage ou une fauche du couvert (pendant l'interculture) ou d'utiliser des herbicides sélectifs du couvert à faible dose pour ralentir sa croissance à certaines dates clé, sans le tuer. Cela donne un avantage compétitif au blé qui peut être décisif pour lui permettre de dominer la plante de couverture. Ce type de stratégie a permis de diminuer la compétition sur le blé et d'améliorer le rendement obtenu (Carof *et al.*, 2007a) mais il est nécessaire d'accroître les connaissances sur les processus de compétition et de facilitation en cause pour pouvoir optimiser le raisonnement de ces interventions. Devant la complexité des interactions entre plantes de couverture, adventices et cultures

commerciales, et la sensibilité de ces processus au contexte pédoclimatique, la modélisation de ces cultures associées est un outil précieux pour comprendre les processus et leur sensibilité et pour tester différentes modalités de conduite technique (Shili *et al.*, 2008).

Conclusion

L'utilisation de mulchs vivants pour la maîtrise de la flore adventice passe donc par le pilotage délicat d'un équilibre entre processus écologiques. Cela nécessite d'approfondir les connaissances sur ces régulations biologiques de compétition, facilitation et allélopathie au sein de l'agrosystème. Cela nécessite également de mieux connaître l'impact des techniques culturales sur cet équilibre entre processus de manière à l'orienter en fonction de finalités à la fois agronomiques et écologiques. Le développement de l'utilisation de mulchs vivants nécessite des connaissances spécifiques, adaptées au contexte local des conditions du milieu (du fait de la sensibilité des régulations biologiques à ces conditions) et des acteurs de la production agricole. Cela ne pourra se faire que dans le cadre d'un processus d'innovation où apprentissage collectif et co-conception de systèmes de culture innovants entre les agriculteurs, les organismes de développement et la recherche joueront sans doute un rôle prépondérant.

Références bibliographiques

- Agreste, 2008. Dans le sillon du non labour. Agreste primeur n°207.
- Akobundu I.O., Udensi U.E., Chikoye D., 2000. Velvetbean (*Mucuna* spp.) suppresses speargrass (*Imperata cylindrical* (L.) Raeuschel) and increases maize yield. *Int. J. Pest Management* 46, 103-108.
- Ateh C.M., Doll J.D., 1996. Spring-planted winter rye (*Secale cereale*) as a living mulch to control weeds in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 10, 347-353.
- Brandsaeter L.O., Netland J., Meadow R. 1998. Yields, weeds, pests and soil nitrogen in a white cabbage living mulch system. *Biological Agriculture & Horticulture* 16, 291-309.
- Bruno J.F., Stachowicz J.J., Bertness, M.D., 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends in Ecology & Evolution* 18, 119-125.
- Buckles D., Triomphe B., 1999. Adoption of mucuna in the farming systems of northern Honduras. *Agroforestry Systems* 47, 67-91.
- Buhler D.D., Kohler K.A., Foster M.S., 2001. Corn, soybean, and weed responses to spring-seeded smother plants. *J. Sustain. Agric.* 18, 63-79.
- Caamal-Maldonado J.A., Jimenez-Osornio J.J., Torres-Barrag A., Anaya A.L., 2001. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. *Agron. J.* 93, 27-36.
- Callaway R.M., Walker L. R., 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78, 1958-1965.
- Carof M., de Tourdonnet S., Saulas P., Le Floch D., Roger-Estrade J. 2007a. Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system (I): yield analysis. *Agronomy for Sustainable Development* 27, 347-356.
- Carof M., de Tourdonnet S., Saulas P., Le Floch D., Roger-Estrade J. 2007b. Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system (II): competition for light and nitrogen. *Agronomy for Sustainable Development* 27, 357-365.
- Chikoye D., Ekeleme F. Udensi U.E. 2001. Cogongrass suppression by intercropping cover crops in corn/cassava systems. *Weed Sci.* 49, 658-667.
- de Tourdonnet S. 2008a. Impacts environnementaux des techniques sans labour: les TSL modifient la qualité des sols et la biodiversité. *Perspectives Agricoles* 344, 36-41.

- de Tourdonnet S. 2008b. Utilisation de cultures associées en semis direct. *Techniques Culturelles Simplifiées*, 46, 21-23.
- de Tourdonnet S., Carof M., Saulas P. 2003. A contribution to the development of cropping systems with permanent cover crop in open fields in France. In "Proceedings of the second World Congress on Conservation Agriculture", Iguassu Falls (Brazil), p. 262-265
- de Tourdonnet S., Chenu C., Straczek A., Cortet J., Felix I., Gontier L., Heddadj D., Labreuche J., Laval K., Longueval C., Richard G., Tessier D., 2007. Impacts des techniques culturales sans labour sur la qualité des sols et la biodiversité. Rapport projet ADEME 'Impacts environnementaux des TCSL'.
- Debaeke P., Orlando D., 1994. Simplification du travail du sol et évolution de la flore adventice: conséquences pour le désherbage à l'échelle de la rotation. In : G. Monnier, G. Thévenet, B. Lesaffre (Eds.), *Simplification du travail du sol*, INRA éditions, Paris (France), p. 35-62.
- Enache A.J., Ilnicki R.D., 1990. Weed control by subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) used as a living mulch. *Weed Tech.* 4, 534-538.
- Hartwig N.L., Ammon H.U., 2002. Cover crops and living mulches. *Weed Sci.* 50, 688-699.
- Hoagland L., Carpenter-Boggs L., Reganold J.P., Mazzola M., 2008. Role of native soil biology in Brassicaceous seed meal-induced weed suppression. *Soil Biology and Biochemistry* 40, 1689-1697.
- Holland J.M., 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture Ecosystems & Environment* 103, 1-25.
- Hollander N.G.d., Bastiaans L., Kropff M.J., 2007a. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design: I. Characteristics of several clover species. *European Journal of Agronomy* 26, 92-103.
- Hollander N.G.d., Bastiaans L., Kropff M.J., 2007b. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design: II. Competitive ability of several clover species. *European Journal of Agronomy* 26, 104-112.
- Inderjit S., Keating K.I., 1999. Allelopathy: Principles, procedures, processes, and promises for biological control. *Adv. Agron.* 67, 141-231.
- Labreuche J., Viloingt T., Caboulet D., Daouze J.P., Duval R., Ganteil A., Jouy L., Quere L., Boizard H., Roger-Estrade J. 2007. La pratique des techniques culturales sans labour en France. Rapport projet ADEME 'Impacts environnementaux des TCSL'
- Liebman M., Dyck E., 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecologic. Applic.* 3, 92-122.
- Shili I., de Tourdonnet S., Launay M., Doré T., 2008. Intercropping winter wheat with a cover crop in no-till: a modelling approach. In : ESA (Ed.), *Proceedings of the tenth ESA Congress*, 15-19 sept, Bologne (Italy), p. 753.
- Teasdale J.R., 1993. Reduced herbicide weed management systems for no tillage corn (*Zea mays*) in a hairy vetch (*Vicia villosa*) cover crop. *Weed Technology* 7, 879-883.
- Teasdale J.R., 1996. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *Journal of Production Agriculture* 9, 475-479.
- Teasdale J.R., Daughtry C.S.T., 1993. Weed suppression by live and desiccated hairy vetch. *Weed Sci.* 41, 207-212.
- Thomas F., 2005 Couverts végétaux. *Techniques Culturelles Simplifiées* 33, 12-25.
- Triomphe B., Goulet F., Dreyfus F., de Tourdonnet S., 2007. Du labour au non-labour: pratiques, innovations et enjeux du Sud au Nord. In : R. Bourrigaud, F. Sigaut (Eds.), *Nous labourons*, Editions du centre d'histoire du travail, Nantes, p. 371-386.
- White J.G., Scott T.W., 1991. Effects of perennial forage-legume living mulches on no-till winter wheat and rye. *Field Crops Research* 28, 135-141