

SEFerSol¹ Maraîchage Biologique

Enjeux et état des connaissances au démarrage d'une deuxième phase du projet 2018-2023

Le grand défi de la gestion conjointe de l'enherbement et de la fertilité du sol en maraîchage biologique et la réponse adaptée de l'expérimentation systèmes pour produire des solutions innovantes

L'agriculture biologique mobilise une panoplie de leviers pour maîtriser l'enherbement dans les cultures, allant des leviers préventifs (rotation diversifiée des cultures et des intercultures, labour, faux-semis) aux leviers curatifs. Ces derniers s'attaquent aux adventices qui émergent et se développent pendant le cycle des cultures : désherbage thermique, désherbage mécanique, paillage organique ou plastique. Si d'autres techniques plus récentes de désherbage sont à l'étude (électrique, par abrasion, par spray d'eau chaude, par pulvérisation d'extraits de plante), en France les techniques curatives recourant à des formes de travail du sol restent majoritaires en maraîchage biologique (ITAB 2005, Schaub 2010, CA Bretagne 2014). Leur efficacité repose notamment sur la qualité de préparation (travail) du sol avant mise en culture, l'absence de résidus organiques pendant la culture et l'intervention à des stades jeunes des adventices. Ces conditions sont celles de systèmes recourant à du travail du sol intensif et répété, qui peut générer des impacts négatifs sur la qualité du sol et sa fertilité, autre point majeur d'attention des agriculteurs biologiques.

Ainsi, comme le soulignent Schonbeck et al. (2017), la gestion de l'enherbement est peut-être le plus grand défi à relever dans le domaine de l'entretien de la santé des sols, en particulier en cultures annuelles. Le travail du sol et le désherbage mécanique doivent être raisonnés prudemment car ils peuvent perturber la vie du sol, dégrader la matière organique et la structure du sol et accélérer l'érosion. Les producteurs en AB doivent adopter des stratégies de gestion de l'enherbement qui ne contrecarrent pas leurs efforts pour optimiser la santé et la fertilité du sol. Aux USA, quatre points clés sont évoqués pour améliorer la santé des sols en agriculture, et rejoignent les grands principes de l'agriculture de conservation des sols (définie par la FAO en 2001) : couvrir le sol, maximiser les racines vivantes dans le profil de sol, minimiser les perturbations du sol, stimuler le système par une plus grande biodiversité. Néanmoins, les systèmes qui respectent ces quatre points clés ne permettent pas toujours de contrôler convenablement l'enherbement et d'atteindre des rendements satisfaisants (Schonbeck et al. 2017). D'autres pratiques peuvent permettre d'allier préservation du sol et gestion de l'enherbement et le défi consiste à développer des stratégies de gestion de l'enherbement respectueuses du sol (*soil-friendly integrated weed management*) en combinant les pratiques entre elles : rotation des cultures, couverts végétaux, mulchs organiques, optimisation de la nutrition des cultures mais aussi mobilisation du désherbage mécanique et/ou thermique.

En France, des travaux menés pour l'essentiel depuis le début des années 2000 en maraîchage ont permis de tester individuellement des leviers techniques intéressants pour la fertilité du sol en renseignant leurs effets sur le sol et l'enherbement.

L'optimisation et la simplification du travail du sol en maraîchage biologique a fait l'objet d'un travail en réseau coordonné par l'ITAB (2005-2007), qui a porté sur le travail en planches permanentes comparé à un travail classique (labour). Si les résultats ont été hétérogènes entre sites, sur le seul site où l'expérimentation a duré 10 ans et avec des outils spécifiquement conçus pour optimiser cette technique (ADABio 2012), ses effets positifs ont pu être démontrés sur le sol (Kerdranvat A. 2011). Des comptages d'adventices réalisés en 2011 suggéraient cependant que la pratique du travail du sol

¹ SEFerSol Maraîchage Biologique : mise au point de Stratégies innovantes d'Entretien de la Fertilité du Sol en Maraîchage Biologique.

en planches permanentes pouvait accentuer la pression d'adventices, notamment en concentrant le stock de graines résiduelles en surface, phénomène courant dans les systèmes de travail du sol superficiel ou non travail du sol (Nichols et al. 2015).

Un essai mené par l'ADABIO en Rhône-Alpes entre 2007 et 2011 a montré que l'utilisation de paillis naturels (paille, Bois Raméal Fragmenté - BRF, compost de déchet vert) nécessite de raisonner différemment les interventions culturales (fertilisation, maîtrise de l'enherbement, maîtrise des ravageurs) (Clerc et al. 2012) et le seul levier de la couverture du sol peut aboutir à des résultats positifs ou négatifs en matière de gestion de l'enherbement (quantité, nature, qualité du mulch, moment d'application, autres pratiques combinées). Comme d'autres mulchs, l'usage répété du BRF enrichit le sol en matières organiques et en nutriments, ce qui stimule l'activité biologique, notamment fongique ; cette stimulation améliore ensuite la disponibilité des nutriments pour les plantes (Barthès et al. 2010). Leur lessivage, en particulier des nitrates, est diminué (Noël 2006). En maraîchage, des travaux sur l'usage du BRF ont été menés dans différentes régions françaises (SEHBS 2007-2017, ADABIO/SERAIL 2007-2011, Chambre d'Agriculture du Gard 2009-2011, EPLEFPA Les Sillons de Haute Alsace 2011-2014). Si les résultats sont assez constants sur certains aspects bénéfiques pour la fertilité du sol, ils divergent sur la maîtrise de l'enherbement (meilleure ou moins bonne maîtrise selon les situations, les itinéraires techniques et les catégories d'adventices, effet positif sur les espèces annuelles qui s'estompe après plusieurs années en cas d'apport unique par exemple) et pointent d'autres problèmes comme l'apparition de faim d'azote et de réchauffement retardé du sol, l'apparition de certains ravageurs au moins les premières années (gastéropodes, campagnols).

L'usage des engrais verts en maraîchage est bien documenté : leurs effets bénéfiques sur la fertilité du sol (Védie 2011, Ghesquière et al. 2012, Berner et al. 2013) et la nutrition des cultures (M.E.R.C.I. de la chambre d'agriculture de Poitou Charentes, Sullivan et Andrews 2012) sont largement admis, et de nombreuses publications fournissent des repères sur leurs modalités de mise en œuvre (Aubert 1974, Monfort 1987, Agridea 2011, Védie 2011, Thomas et Archambault 2012, Cadillon 2013). Ils ont fait l'objet de nombreux essais dans différentes régions françaises, en contexte de maraîchage. Cependant, en maraîchage, leur généralisation entre deux cultures successives ou en position intercalaire dans les cultures se heurte à des difficultés de mise en œuvre en raison notamment des successions rapides des cultures et de la complexité des systèmes maraichers diversifiés. Les engrais verts ou cultures intermédiaires peuvent être utilisés précisément dans la lutte contre les adventices à condition que leur positionnement soit bien réfléchi par rapport au cycle biologique des adventices et que le travail du sol accompagnant ces couverts soit bien raisonné (Charles et al. 2012). L'usage des engrais verts en maraîchage pour lutter contre les adventices reste délicat et nécessite d'être mieux guidé et étudié.

Ces dernières années, dans la continuité des travaux menés depuis plus longtemps en Amérique du Nord (Schonbeck et Morse 2007, Feeser et al. 2014, Schonbeck et al. 2017), de nouvelles voies ont été explorées en France et en Europe (Canali et al. 2013), combinant l'utilisation des couverts végétaux détruits mais non enfouis avant l'implantation des cultures, à la réduction forte du travail du sol : projet SoilVeg impliquant le GRAB entre 2015 et 2017, projet Buzuk en Bretagne à la même période, essais de l'ACPEL en 2016 et 2017, projet SEFerSol en Alsace (2015-2017). En Allemagne, plusieurs initiatives explorent également cette voie (Cropp J.-H. 2013, Storch J. 2015). Ces systèmes de culture sur couverts végétaux transposent au maraîchage les principes de l'agriculture de conservation, en s'intéressant au double objectif de préservation du sol et de maîtrise de l'enherbement. En principe, le couvert végétal protège le sol, améliore sa structure (le travail des racines remplace le travail mécanique), l'enrichit en matières organiques (biomasse aérienne et racines) et réduit l'enherbement en limitant la germination des graines d'adventices. La limitation du travail du sol (souvent réduit à un travail sur la ligne d'implantation des cultures en maraîchage) limite les levées d'adventices pendant la culture qui suit le couvert végétal. Les résidus organiques laissés en surface et l'absence de travail du sol favorisent la présence d'espèces animales granivores,

réduisant, avec les effets climatiques, la viabilité des graines d'adventices tombées au sol (Ward et al. 2011, Blubaugh et Kaplan 2016).

Ces stratégies peuvent se heurter à plusieurs difficultés : le ralentissement du cycle de l'azote dans le sol – en particulier au début de la transition vers ce type de systèmes (Bodiou, 2009), nécessitant alors des apports d'azote organique –, des difficultés de maîtrise de l'enherbement – qui peuvent être réglées par des techniques d'occultation à l'aide de bâches à certaines périodes de l'année (Treuvey et al. 2013, Archambault 2013), l'irrigation et la fertilisation localisées ; la prédominance de certains ravageurs, notamment à faible mobilité (limaces par exemple) est favorisée par des conditions de sol fraîches et humides dans un sol couvert et non perturbé. Mais Mohler et Johnson (2009) observent que des prédateurs de ces ravageurs sont aussi favorisés par ces mêmes conditions : il semblerait donc qu'un équilibre et une régulation naturelle se mettent progressivement en place après l'adoption de ces techniques.

Une voie intermédiaire consiste à maximiser l'usage des engrais verts dans les successions de cultures, à réduire le travail du sol tout en maintenant les possibilités de désherbage mécanique à certaines périodes. Dans tous les cas, une gestion fine de l'enherbement est nécessaire car le degré de nuisibilité des adventices dépend de nombreux paramètres (Caussanel, 1989). En maraîchage en particulier, le nombre d'espèces cultivées est élevé : leur degré de sensibilité aux adventices n'est pas le même et dépend aussi de leur stade de développement (Schaub 2010, FiBL 2002).

La stratégie de gestion de la fertilité du sol choisie influence la pression exercée par les adventices en parcelles maraîchères. De même, les interventions pour maîtriser les adventices ont un effet sur la fertilité du sol. Ces pratiques sont intimement liées et leurs effets sont difficilement dissociables. C'est pourquoi l'expérimentation dite « système », c'est-à-dire l'étude de nouvelles combinaisons de pratiques (Meynard J.M. 2012), est un outil adapté à cette thématique. Pour pouvoir faire les meilleurs compromis, les agriculteurs ont besoin de références de ce type, qui sont encore peu nombreuses en maraîchage biologique. C'est l'objet du projet SEFerSol de comparer ces approches qui combinent différemment des leviers techniques à la fois favorables à une bonne maîtrise de l'enherbement et à la fertilité des sols, au sein d'une expérimentation systèmes de longue durée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agridea, 2011. Engrais Verts, choix des espèces. Ed. Agridea, 2 p.
- Archambault M., 2013. Agriculture de conservation en Alsace : innovations tous azimuts. TCS N°71, janvier/février 2013, 15-18.
- Aubert C., 1974. Favoriser la vie du sol. Couvrir le sol. Encyclopédie permanente d'agriculture biologique, éd. Debard de 1974 et 1976.
- Barthès et al., 2010. Effets de l'apport de bois raméal sur la plante et le sol : une revue des résultats expérimentaux. Cahiers de l'Agriculture, vol. 19, N°4, juillet-août 2010, 280-287.
- Berner et al., 2013. Les principes de la fertilité des sols. Construire sa relation avec le sol. FiBL/Biosuisse (éditeurs), 32 p.
- Berry D., 2009. Références technico-économiques légumes biologiques, synthèse de données 2009. Réseau Bio Légumes Rhône-Alpes, Chambre d'agriculture Rhône-Alpes.
- Blubaugh, C., & Kaplan, I., 2016. Invertebrate Seed Predators Reduce Weed Emergence Following Seed Rain. Weed Science, 64(1), 80-86.
- Bodiou D., 2009. Steve Groff : une stratégie de couverture permanente des sols. Techniques Culturelles Simplifiées N°52, mars/avril/mai 2009, 34-36.
- Cadillon A., 2013. Couvert végétal pendant l'interculture en AB : caractéristiques des espèces. ITAB, janvier 2013.
- Canali et al., 2013. Conservation tillage strategy based on the roller crimper technology for weed control in Mediterranean vegetable organic cropping systems. European Journal of Agronomy, 50 (2013) 11-18.
- Caussanel J.P., 1989. Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. Agronomie, EDP Sciences, 1989, 9 (3), pp.219-240 <hal-00885190>
- Chambre d'Agriculture de Bretagne, 2014. La maîtrise des plantes adventices en agriculture biologique. Fiche technique. 4p.
- Chambre d'Agriculture du Gard, 2012. Augmenter la capacité de rétention en eau des sols, en culture légumières, par l'utilisation des Bois Raméaux Fragmentés. Synthèse de trois années d'expérimentation 2009-2011. CA du Gard, 133 pages.
- Charles et al. 2012. Effets biotiques des cultures intermédiaires sur les adventices, la microflore et la faune. Dans *Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires, conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques*, chapitre 6, pp. 193-261.
- Clerc F., Kerdranvat A., 2012. Essai mulchs naturels : paille, BRF, compost de déchets verts, témoin. Synthèse des résultats (2007-2011). Adabio. 26 p.
- Cropp J-H., 2013. Mulch- und Direktplanzung im ökologischen Gemüseanbau. Pionierarbeit Im Westerwald. LOP, 9/10 2013, 43-47.
- Deytieux et al., 2012. Expérimentation de systèmes de culture innovants : avancées méthodologiques et mise en réseau opérationnelle. Innovations agronomiques n°20 p. 49-78, Colloque RMT Systèmes de culture innovants du 21 octobre 2011.
- Feeser, J., Zinati, G., Moyer, J., 2014. Beyond Black Plastic : cover crops and organic no-till for vegetable production. Rodale Institute Ed. 2014. http://rodaleinstitute.org/assets/SARE_BeyondBlackPlastic_20140401.pdf
- FiBL, 2002. Biogemüsebau : unkrautregulierung – termigerecht und schlakräftig. Publication FiBL/FAW, 2ème édition, 12p.
- Ghesquière J., Cadillon A., 2012. Choisir et réussir son couvert végétal pendant l'interculture en AB. ITAB. 1^{ère} édition Juillet 2012. 16 p.
- Havard et al., 2017. Guide de l'expérimentateur systèmes. A paraître.
- ITAB 2005. Maîtriser les adventices en grandes cultures biologiques. Institut Technique de l'Agriculture Biologique 112 p.
- Kerdranvat A. 2011. Essai comparatif entre le travail du sol en planches permanentes et le travail du sol classique par labour. Synthèse des résultats (2001-2011). ADABio, 18 p.

- Lairez J. et al., 2015. Agriculture et développement durable. Guide pour l'évaluation multicritère. Editions Quae et Educagri.
- Le Lan M., 2011. Bois Raméal Fragmenté. Intérêt agronomique, environnemental et économique du BRF en cultures légumières agrobiologiques. Synthèse des résultats d'expérimentation de 2008 à 2010. SEHBS/CA56. 17 p.
- MAAF, 2017. Ecophyto, note de suivi 2016. Ministère de l'agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt, DGAL, 12p.
- Meynard J.M., 2012. La reconception est en marche ! Conclusion du Colloque « Vers des systèmes de culture innovants et performants : De la théorie à la pratique pour concevoir, piloter, évaluer, conseiller et former » (Colloque Ciag, octobre 2011). Innovations agronomiques 20, 153-153.
- Mohler, C.L., Johnson, S.E., 2009. Crop rotation on organic farms : a planning manual. Natural Resource, Agriculture and Engineering Service (NRAES), 154 p.
- Monfort, B., 1987. La technique des engrais verts. Fermes mixtes, fermes de polyculture, exploitations maraîchères. CRABE (éditeur), 55 p.
- Nichols V. et al., 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. Field Crops Research 183 (2015) 56–68.
- Noël B., 2006. Rapport final du projet : mise en œuvre de la technique du bois raméal fragmenté (BRF) en agriculture wallonne. Centre des technologies agronomiques – Strée, Belgique 38 p.
- Rose F., 2017. Utiliser le BRF en paillage, des effets à retardement. Biofil n°114 nov/déc 2017, pp47-49.
- Schaub C., 2010. Mieux connaître les mauvaises herbes pour mieux maîtriser le désherbage. Chambre d'agriculture du Bas-Rhin, 32p.
- Schonbeck, M. et Morse, R., 2007. Reduced tillage and cover cropping systems for organic vegetable production. Virginia Association for Biological Farming Information Sheet, N° 9-07, 7 p.
- Schonbeck M., Jerkins D., Ory J., 2017. Soil Health and Organic Farming. Weed management : an ecological approach. Organic Farming Research Foundation, 38p.
- Sebillotte M., 1990. Système de culture : un concept opératoire pour les agronomes. In : Combe L. et Picard D. (Eds.), Les systèmes de culture, éditions INRA.
- Storch J. 2015. Mulch im Gemüsebau, Dickendorf Feldtag 28.07.2015. Présentation lors de la journée annuelle de visite. 68p.
- Sullivan D.M., Andrews N.D., 2012. Estimating plant-available nitrogen release from cover crops. A Pacific Northwest Extension Publication (Oregon State University, Washington State University, University of Idaho), 23 p.
- Thomas F. et Archambault M., 2012. Couverts végétaux : espèces repérées, testées et mélangées. 7 p. Publié sur www.agriculture-de-conservation.com.
- Treuvey N. et Pierre S-P., 2013. Désherbage par occultation en maraîchage : synthèse de six années d'essais à la SERAIL. Actes des journées techniques fruits et légumes biologiques ITAB/GRAB des 11-12 décembre 2013, 104-108.
- Védie H., 2011. Les engrais verts en maraîchage biologique : des intérêts agronomiques et sanitaires. AlterAgri N°112, mars-avril 2012, 19-21.
- Ward, M. et al., 2011. Cover Crops and Disturbance Influence Activity-Density of Weed Seed Predators *Amara aenea* and *Harpalus pensylvanicus* (Coleoptera: Carabidae). Weed Science, 59(1), 76-81.