

**COMPARAISON DE MODES DE GESTION D'UN COUVERT PERMANENT ET DE LA FLORE ADVENTICE
LORS DE L'IMPLANTATION D'UN BLE TENDRE D'HIVER**

J LABREUCHE, A CAZABAN, D GAUDILLAT, R LEGERE, N MUNIER, V NAUDET, C VACHER

ARVALIS-Institut du végétal Station expérimentale 91720 BOIGNEVILLE – FRANCE

j.labreuche@arvalis.fr

RÉSUMÉ

Cinq essais ont suivi un enchainement de cultures colza-blé. Un couvert pérenne (trèfle blanc, luzerne ou lotier) avait été implanté en même temps que le colza. Plusieurs modalités ont différencié la gestion de l'interculture colza-blé (sol déchaumé, chaume nu, couvert broyé ou pas) et les opérations avant le semis du blé (travail superficiel réalisé une ou deux fois, glyphosate à 430 g/ha, broyage). Les couverts ont eu un développement limité ou hétérogène dans certains essais avant le semis du blé. Leur action de limitation de la flore pendant l'interculture a alors pu être insuffisante en comparaison à un entretien mécanique ou chimique de l'interculture. Cela a impacté négativement le salissement du blé suivant sur deux essais (repousses de colza mal détruites lors du semis du blé suivant ; grenaison de renouées liseron pendant l'interculture qui ont relevé dans le blé au printemps). Les couverts permanents n'ont jamais montré ici d'impact bénéfique de limitation de l'abondance d'adventices dans la culture suivante. Les couverts permanents peuvent limiter les possibilités de désherbage des cultures et cela doit être pris en compte dans la gestion du salissement ou de la durée de vie du couvert. Le travail du sol superficiel réalisé pendant l'interculture ou juste avant le semis du blé a eu un impact sur l'abondance d'adventices dans les blés assez limités. Ces essais nous ont aussi appris que ces couverts dits permanents ont une certaine capacité à repousser dans le blé, même après un travail superficiel réalisé juste avant le semis du blé. Ce travail ouvre la perspective de détruire certaines adventices avant le semis de blé, tout en régulant la croissance du couvert permanent.

Mots-clés : Semis direct, Rotavator, Trèfle blanc, Adventices, Blé tendre d'hiver

**ABSTRACT : COMPARISON OF DIFFERENT LIVING MULCH AND WEEDS MANAGEMENT STRATEGIES
BEFORE WINTER WHEAT ESTABLISHMENT**

Five field trials studied a winter oilseed rape-winter wheat rotation. A living mulch (white clover mainly, lucerne or birdfoot trefoil) has been established at the same time as the oilseed rape. Several treatments followed the intercropping period management (stubble cultivator, bare stubble, living mulch chopped or not) and the weed management just before wheat drilling (shallow cultivator in one or two passes, glyphosate at approximately 430 g/ha, chopping). Living mulches had in several trials a small or uneven development before wheat establishment. Their impact on weeds populations during the intercropping period was then poor, as compared with mechanical or chemical intercropping period management. It had a negative impact on weeds populations in the following wheat in two trials : oilseed rape volunteers not totally destroyed at wheat establishment, seeds production by wild buckwheat during the intercropping period and emergence of this weed in the following wheat. In the other trials, these living mulches had no positive impact on weeds population in wheat crop. Living mulches may limit the weeding solutions available in oilseed rape or wheat crop. Weed control may be then be more accurate or it can be sometimes necessary to kill the living mulch as well as weeds. Soil superficial tillage realized during the intercropping period or just before wheat establishment had limited consequences on weeds population in wheat. These trials also showed that living mulches have a real ability to grow again in wheat crop even after one superficial tillage before wheat establishment. It opens the possibility to destroy mechanically weeds before wheat sowing as well as the suppression of living mulches growth.

Keywords : Direct drilling, Rotavator, White clover, Weed, Winter wheat

INTRODUCTION

Par couvert permanent, on entend une plante de couverture qui est présente dans une première culture (tout ou partie de son cycle), l'interculture suivante et une partie du cycle de la culture suivante (Labreuche *et al.*, 2017a). Ce type de couvert est plus souvent pratiqué en techniques culturales simplifiées ou en semis direct. Il s'agit souvent de légumineuses pérennes comme la luzerne ou le trèfle blanc qui sont présentes principalement dans des enchainements de cultures colza d'hiver-blé d'hiver (Labreuche *et al.*, 2017a). Le couvert a alors le plus souvent une durée de vie comprise entre 18 et 30 mois. Les objectifs assignés aux couverts permanents varient selon les situations ou les agriculteurs mais restent les mêmes que ceux attendus des cultures intermédiaires (fourniture d'azote aux cultures, structure du sol, compétition sur les adventices, production de fourrage...). Leur implantation avant la récolte d'une culture laisse cependant espérer une implantation sécurisée (moins de risques de conditions sèches au semis) et des services rendus plus élevés grâce à leur cycle plus long.

La gestion des adventices est la clé du succès des systèmes sans labour (Soane *et al.*, 2012). Le couvert permanent peut être un levier pour inhiber leur développement (Hiltbrunner, 2004). Un couvert est efficace pour contrôler la densité et la diversité des adventices (Amossé *et al.*, 2013) que ce soit au cours du cycle de la culture ou postérieurement. En effet, il réduit les ressources disponibles pour les adventices (lumière, minéraux et eau) (Hauggaard-Nielsen *et al.*, 2001) et peut aussi avoir des propriétés allélopathiques (Ayub *et al.*, 2012). La compétition pour la lumière semble être le principal facteur explicatif de la réduction de l'abondance d'adventices en présence d'un couvert permanent. La couverture du sol par ce dernier a un impact positif sur le salissement (Enache et Ilnicki, 1990 ; De Tourdonnet *et al.*, 2008 ; Scholberg, 2010). Cet effet de compétition sur les adventices peut aussi toucher les cultures (De Tourdonnet *et al.*, 2008 ; Labreuche *et al.*, 2018). Il est donc nécessaire de réguler la croissance du couvert dans la culture. A ce jour, cela passe principalement par l'usage d'herbicides. Le glyphosate est aussi très fréquemment utilisé pour détruire les adventices et réguler le couvert avant de semer la culture. La quantité d'herbicides utilisée (IFT) n'est cependant pas forcément augmentée en présence de couverts permanents (Bodilis *et al.*, 2017) dans la mesure où les herbicides utilisés habituellement sur les cultures ne sont pas tous sélectifs des légumineuses pérennes utilisées comme couvert (Cadoux et Sauzet, 2016 ; Labreuche *et al.*, 2017b).

Les essais dont les résultats sont présentés dans cet article avaient les objectifs suivants : 1/ mesurer l'impact des couverts permanents sur la flore pendant l'interculture et dans la culture suivante et 2/tester en alternative au glyphosate des modes de régulation mécanique du couvert permanent et de la flore adventice avant le semis de la culture suivante.

MATERIELS ET METHODES

Un réseau de six essais a été mis en place par Arvalis-Institut du végétal. Cinq d'entre eux ont été mis en place avec un enchainement colza d'hiver-blé d'hiver (tableau I). Les couverts permanents ont été semés en même temps que le colza, avec une des trois espèces suivantes selon l'essai : luzerne (*Medicago sativa* L.), trèfle blanc (*Trifolium repens* L.), lotier corniculé (*Lotus corniculatus* L.). Un essai a été semé l'été 2016 (colza et blé récoltés respectivement en 2017 et 2018). Quatre autres ont été semés et récoltés un an plus tard. Ces essais comprenaient trois blocs sauf SH-19 qui intégrait deux blocs mais aussi deux couverts différents (SH-19-TB et SH-19-LOT).

Un sixième essai a été mis en place à Loireauxence (44). Le blé était précédé d'une luzernière et comparait quelques modalités de gestion de la luzerne et des adventices pendant l'interculture, sur deux blocs. Cet essai n'a pu être intégré à cette synthèse car il est trop différent des cinq autres.

Tableau I : Description de cinq essais comparant des modalités de gestion de l'interculture.

(Description of five field trials comparing different intercropping period management)

Lieux	Boigneville (91)	Boigneville (91)	Vieilleville (31)	St Hilaire en Woëvre (55)
Essais	BG-18	BG-19	VV-19	L'essai a été divisé en deux selon le couvert : SH-19-TB (trèfle blanc) et SH-19-LOT (lotier)
Type de sol	Limon argileux	Argilo-calcaire	Argile profonde	Limon argileux battant humide
Campagne en blé tendre d'hiver	2017/2018 Précédent colza d'hiver	2018/2019 Précédent colza d'hiver	2018/2019 Précédent colza d'hiver	2018/2019 Précédent colza d'hiver
Couvert permanent	Luzerne semée en même temps que le colza (détruite pendant l'interculture suivante avec du glyphosate et du 2,4-D)	Trèfle blanc semé en même temps que le colza (détruit pendant l'interculture suivante avec du glyphosate et du 2,4-D)	Trèfle blanc semé en même temps que le colza (témoins sans trèfle)	Trèfle blanc et lotier corniculé semés en même temps que le colza (détruits dans le colza avec de la mésotrione dans les témoins)
Date de récolte du précédent	06/07/17	06/07/18	03/07/18	08/07/18
Semis du blé (date, semoir)	23/10/17 Sky Easydrill	14/12/18 Semeato TDNG	29/10/18 Aurensan GC	24/10/18 John Deere 750A
Herbicides appliqués sur blé	ARDEUR 15 g/ha le 15/02/18 STARANE GOLD 0,6 l/ha le 09/05/18	BOFIX 2,5 l/ha le 07/05/19 STARANE GOLD 0,9 l/ha le 14/05/19	TRAXOS 1,2 l/ha + PICOTOP 1 l/ha le 20/12/19	FOSBURI 0,5 + DAIKO 2,25 l/ha le 16/11/19 ATLANTIS PRO 1,5 l/ha le 22/02/19
Remarque		Trèfle détruit en mai 2019	Trèfle détruit en février 2019	Trèfle détruit en février 2019

Les modalités étudiées comparent différents modes de gestion de l'interculture entre colza et blé (tableau II) : couverture du sol (sol nu travaillé superficiellement ; sol nu non travaillé ; couvert permanent broyé ou pas) ; gestion de l'enherbement et du couvert avant le semis du blé (glyphosate à dose modérée ; travail superficiel ; broyage). Les sols nus, travaillés ou non, ont été gérés différemment selon les essais : pas de semis de couvert dans VV-19 ; semis des couverts avec le colza dans les autres essais (destruction dans SH-19 dans le colza avec de la mésotrione ; destruction pendant l'interculture entre colza-blé dans BG-18 et BG-19 avec du glyphosate et du 2,4-D).

Différents types de mesures ont été réalisés :

- Biomasse des couverts d'une part et des adventices et repousses d'autre part (mesure avant le travail superficiel précédant le semis du blé)
- Couverture du sol par le couvert (mesures après récolte du colza, avant le travail superficiel précédant le semis du blé, dans le blé avant le désherbage et en fin de cycle)
- Abondance des adventices en utilisant la méthode Barralis (mesures après récolte du colza, avant le travail superficiel précédant le semis du blé, dans le blé avant le désherbage et en fin de cycle). La méthode Barralis a permis d'identifier les espèces présentes dans des zones d'environ 100 m², et pour chacune leur densité et leur stade (Barralis, 1976). Des classes sont utilisées pour définir les densités et stades. Pour traiter les densités, nous avons utilisé la densité moyenne de la classe retenue pour chaque adventice.

Tableau II : Modalités mises en œuvre dans 5 essais comparant les modalités de gestion de l'interculture
(Description of the crop husbandry techniques carried out in four field trials)

Essai	BG-18	BG-19	VV-19	SH-19-TB et SH-19-LOT
T1 « Déchaumage-Glypho » Déchaumage pendant l'interculture-Glyphosate avant semis	Broyage le 27/7/17 Rotavator 7 cm le 21/8 Köckerling All Rounder 5 cm le 25/9/17 Glyphosate 430 g/ha le 18/10/17		Broyage le 13/7/18 Treffler TGA 5 cm le 14/8/18 Treffler TGA 4 cm le 12/9/18 Pas d'intervention avant le semis le 29/10/18 mais propre	
T1bis « Déchaumage-Méca » Déchaumage pendant l'interculture-Mécanique avant semis		Broyage le 11/7/18 Rotavator 3-4 cm les 1/8, 8/11 et 5/12/18		Broyage le 11/7/18 Kuhn Optimier 4 cm le 11/7 et 17/7/18 Herse rotative 5 cm les 26/9 et 15/10/18
T2 « Sol nu-Glypho » Sol nu pendant l'interculture-Glyphosate avant semis	Broyage le 27/7/17 Glyphosate début 08/17 Glyphosate 1080 g/ha + 2,4-D 600 g/ha le 22/9/17 Glyphosate 430 g/ha le 18/10/17	Broyage le 11/7/18 Glyphosate 1080 g/ha + 2,4-D 600 g/ha les 1/8 et 14/8/18 Glyphosate 540 g/ha le 8/11/18 puis 430 g/ha le 5/12/18	Broyage le 13/7/18 Glyphosate 1080 g/ha + 2,4-D 600 g/ha le 31/7/18 Glyphosate 1080 g/ha le 23/10/18	Broyage le 11/7/18 Glyphosate 1150 g/ha + 2,4-D 600 g/ha les 19/7 et 21/8/18 Glyphosate 1150 g/ha le 28/9/18
T3 « Sol nu-Méca » Sol nu pendant l'interculture-Mécanique avant semis	Broyage le 27/7/17 Glyphosate début 08/17 Glyphosate 1080 g/ha + 2,4-D 600 g/ha le 22/9/17 Rotavator 7 cm le 23/10/17			Broyage le 11/7/18 Glyphosate 1150 g/ha + 2,4-D 600 g/ha les 19/7 et 21/8/18 Glyphosate 1150 g/ha le 28/9/18 Herse rotative 5 cm le 15/10/18
T4 « Couvert broyé-Glypho » Couvert broyé pendant l'interculture-Glyphosate avant semis	Broyage les 27/7/17 et 22/9/17 Glyphosate 430 g/ha le 18/10/17			
T4bis « Couvert broyé-Méca » Couvert broyé pendant l'interculture-Mécanique avant semis				Broyage les 11/7, 21/8 et 11/10/18 Herse rotative 5 cm le 15/10/18
T5 « Couvert-Glypho » Couvert pendant l'interculture-Glyphosate avant semis	Broyage le 27/7/17 Glyphosate 430 g/ha le 18/10/17	Broyage le 11/7/18 Glyphosate 540 g/ha le 8/11/18 puis Glyphosate 430 g/ha le 5/12/18	Broyage le 13/7/18 Glyphosate 430 g/ha le 25/10/18	Broyage le 11/7/18 Glyphosate 430 g/ha le 11/10/18
T6 « Couvert-Méca » Couvert pendant l'interculture-Mécanique avant semis	Broyage le 27/7/17 Rotavator 7 cm le 23/10/17	Broyage le 11/7/18 Rotavator 3-4 cm les 8/11 et 5/12/18	Broyage le 13/7 et le 3/10/18 Treffler TGA 1 cm le 4/10/18	Broyage les 11/7, et 11/10/18 Herse rotative 5 cm le 15/10/18
T6bis « Couvert-Méca*2 » Couvert pendant l'interculture-Mécanique anticipé avant semis		Broyage le 11/7/18 Rotavator 3-4 cm les 9/10, 8/11 et 5/12/18		Broyage les 11/7 et 26/9/18 Herse rotative 5 cm les 26/9 et 15/10/18
T7 « Couvert-Broyage » Couvert pendant l'interculture-Broyage avant semis	Broyage les 27/7 et 20/10/17		Broyage le 13/7 et le 5/9/18 Pas d'intervention avant le semis le 29/10/18	

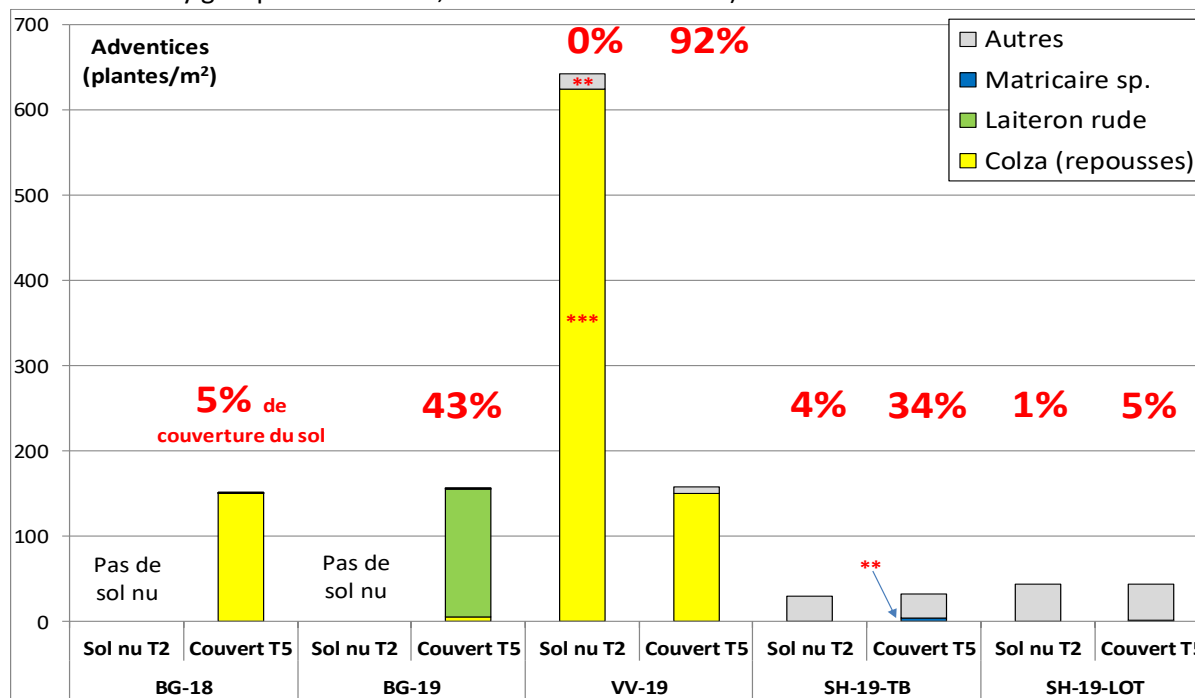
RESULTATS

Mesures après la récolte du colza

La couverture du sol par le couvert mi-juillet a été variable (5 à 92%) selon les sites (Figure 1). La flore a été sur la modalité T5 tout aussi variable en présence d'un couvert, avec 32 à 155 plantes/m². Il s'agissait pour la plupart de très jeunes plantes, au stade cotylédons (en particulier colzas *Brassica napus* L. et laitersons *Sonchus* sp.). Nous disposons de trois comparaisons de flore avec et sans couvert permanent. Sur VV-19, la présence d'un trèfle blanc bien développé (92% de couverture du sol) a permis de réduire significativement le nombre de colzas et d'autres adventices. En revanche, sur SH-19-TB et SH-19-LOT, les repousses de colza n'étaient pas encore levées mi-juillet, en l'absence de pluie. Le nombre de matricaires (*Matricaria* sp.) est nul en l'absence de couvert et plus élevé sous un couvert (effet significatif uniquement sur SH-19-TB). Il n'y a pas d'effet significatif des couverts sur les autres adventices.

Figure 1 : Flore adventice présente et couverture du sol par le couvert et les adventices après la récolte du colza. Les modalités significativement supérieures sont indiquées (* Tukey au seuil de 10%, ** à 5% et *** à 1%).

(Weeds abundance and soil coverage by cover crop and weeds after oilseed rape harvest. Tukey groups are * at 10%, ** at 5% and *** at 1%)



Mesures avant le semis du blé

La couverture du sol par le couvert et les adventices ou repousses est sans surprise la plus élevée sur T5 (Tableau II), le couvert non broyé (Figure 3). Ce taux de couverture varie de 60 à 95% en début d'automne avant le semis de blé. Il est plus faible sur les modalités T4 ou T4bis où le couvert a été broyé un à deux mois avant la mesure de couverture (Figure 2). Sur chaume nu (T2, entretenu chimiquement), le taux de couverture devrait être très faible. Cela n'a pas été le cas sur BG-18 et BG-19, les couverts ayant résisté aux applications de glyphosate seul ou associé à du 2,4D. La couverture du sol est très faible sur sol déchaumé (T1-T1bis), sauf sur SH-19-TB et SH-19-LOT. Comme nous le verrons plus bas, la flore qui y présente était essentiellement composée de jeunes repousses de colza, non encore détruites au moment des mesures.

Figure 2 : Biomasse du couvert et des adventices et couverture du sol par le couvert et les adventices avant le semis du blé. Les modalités significativement supérieures sont indiquées (* Tukey au seuil de 10%, ** à 5% et *** à 1%).

(Cover crop and weeds biomass and soil coverage by cover crop and weeds before wheat establishment. Tukey groups are * at 10%, ** at 5% and *** at 1%).

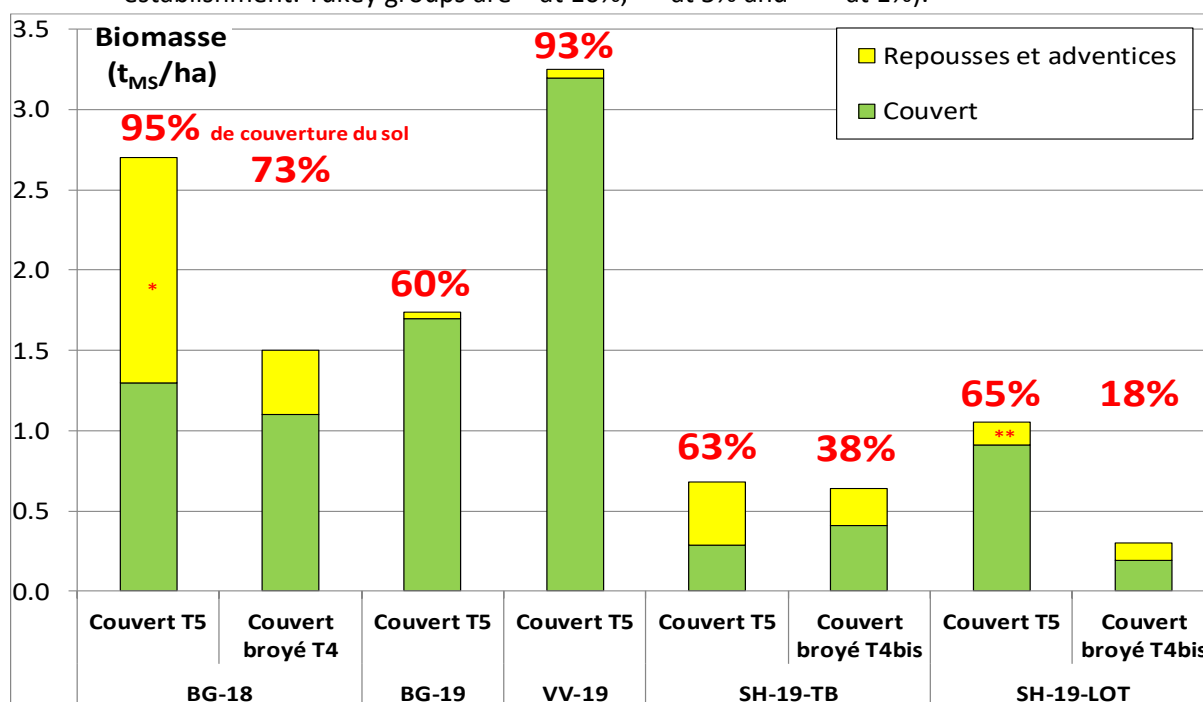
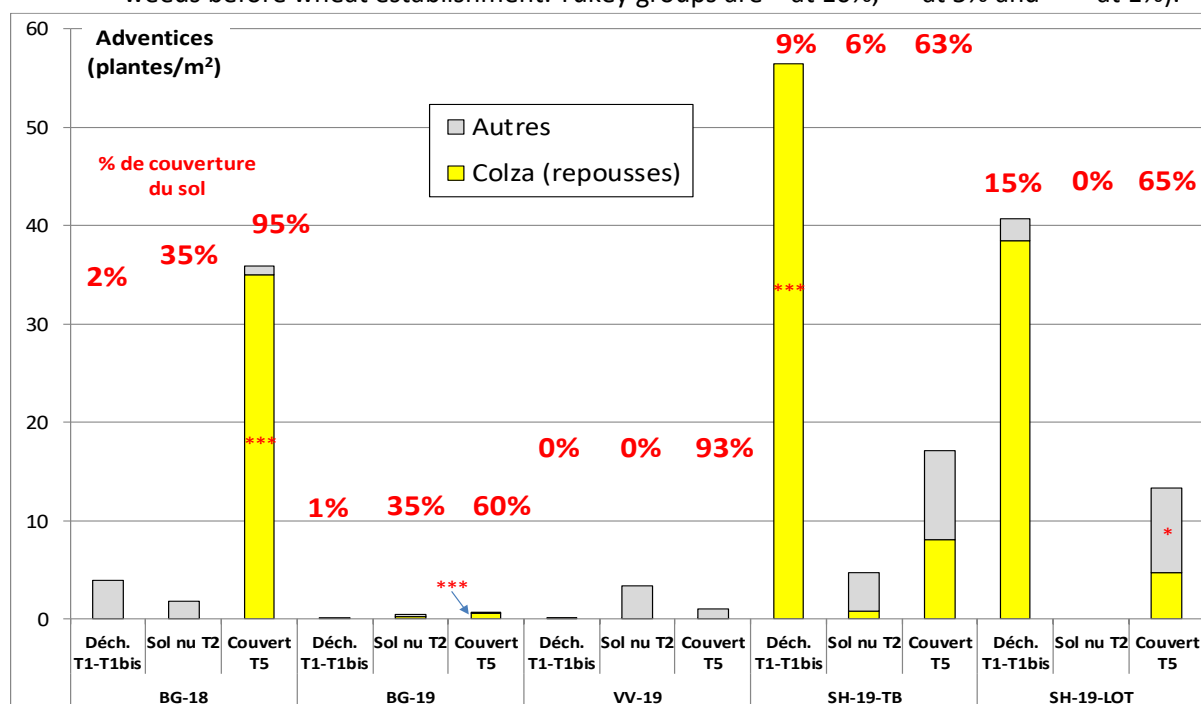


Figure 3 : Abondance de repousses de colza et d'autres adventices et couverture du sol par le couvert et les adventices avant le semis du blé. Les modalités significativement supérieures sont indiquées (* Tukey au seuil de 10%, ** à 5% et *** à 1%).

(Oilseed rape volunteers and other weeds abundance and soil coverage by cover crop and weeds before wheat establishment. Tukey groups are * at 10%, ** at 5% and *** at 1%).



La biomasse des couverts non broyés (T5) varie selon les situations, de 0,3 à 3,2 t_{MS}/ha (Figure 2). La biomasse des adventices était très faible sur BG-19, VV-19 et SH-19-LOT. Elle était conséquente sur BG-18 (repousses de colza principalement, 1,4 t_{MS}/ha) et modérée sur SH-19-TB (renouée liseron *Fallopia convolvulus* L. principalement, 0,4 t_{MS}/ha). Le broyage sur T4 ou T4bis n'a pas eu d'effet significatif sur la biomasse du couvert. Il a cependant réduit la biomasse d'adventices ou repousses de colza sur SH-19-LOT et BG-18.

La flore adventice était très peu présente en début d'automne sur VV-19. Il ne ressort aucun effet des pratiques testées sur ce site. Dans trois autres essais, le couvert non broyé (T5) présente un salissement significativement plus élevé que sur T1 ou T2 : repousses de colza sur BG-18 et BG-19 ; autres adventices (renouée des oiseaux *Polygonum aviculare* L. notamment) sur SH-19-LOT. Dans une autre situation (SH-19-TB), c'est sur la modalité déchaumée T1 que l'on peut observer plus de repousses de colza que sur les autres au moment de la notation du 25/09/2018.

Mesures dans le blé

La couverture du sol par les couverts permanents (ou leur densité pour l'essai BG-18) entre novembre et février est présentée figure 4. En l'absence de travail du sol (T5-T7), la couverture du sol est très élevée (80-90% de couverture ou 15 à 28 plantes/m² pour BG-18). Un travail du sol superficiel avant le semis de blé réduit cette couverture sur T4bis ou T6. Il ne devrait pas y avoir de couverture significative sur T2. Les couverts des deux essais SH-19-TB et SH-19-LOT ont été mal détruits dans le colza puis l'interculture et ont commencé à coloniser le sol en automne après le retour des pluies.

Au printemps, la couverture du sol est plus modeste (Figure 5). Le couvert a été détruit dans VV-19 en décembre. Sur SH-19-TB et SH-19-LOT, une application d'herbicide en février 2019 n'a pas totalement détruit les couverts mais en a limité le développement et les a rendus hétérogènes. La couverture du sol par le couvert est nulle ou très faible dans le blé pour les modalités T1, T1bis, T2 et T3. Les couverts n'ont pas été semés ou y ont été globalement détruits. Dans trois essais (BG-18, SH-19-TB et SH-19-LOT), les couverts au printemps étaient autant présents dans toutes les modalités avec couvert (de T4 à T7), alors que des écarts pouvaient être observés en hiver (Figure 4). Les modalités qui avaient subi un travail superficiel du sol avant le semis de blé présentaient des couverts moins visibles en hiver que dans celles où le semis de blé avait été précédé d'un glyphosate ou d'un broyage. C'est aussi le constat qui peut être fait figure 4 pour VV-19 dans lequel la notation a été faite en novembre. En revanche, dans l'essai BG-19, en avril 2019, le couvert régulé avec du glyphosate (T5) couvre significativement plus le sol que celui enfoui par un travail superficiel (T6). Le couvert enfoui deux fois (T6bis) dont une fois en septembre en conditions sèches est peu présent au printemps dans le blé.

Sur BG-18, on peut noter un impact des modalités testées sur la gestion des repousses de colza, déjà présentes pendant l'interculture (figure 6). Elles ont été très bien gérées sur T1, T2 et T3 (repousses absentes pendant l'interculture). Le glyphosate ne les a pas très bien gérées sur T5, en lien avec la taille de ces repousses et la dose modérée de glyphosate (430 g/ha). Ce dernier a cependant été plus efficace sur couvert broyé (T4). Le broyage seul sur T7 a été totalement inefficace. En revanche, sur T6, le rotavator a détruit la plupart des repousses : 35 plantes/m² avant passage, 1.3 plantes/m² après. Le colza a été détruit ultérieurement dans le blé et il n'y avait plus d'écart significatif de salissement entre modalités fin mai.

Sur BG-19, la flore était quasiment inexistante le 19 octobre (notation avant le semis de blé). Les levées ont été abondantes en novembre avec le retour des pluies mais les opérations chimiques ou mécaniques avant semis les ont détruites. La flore dans le blé s'explique par des levées en cours d'hiver. Il y a des écarts significatifs entre modalités pour la notation de début avril. Les levées d'adventices, hors repousses de colza, sont significativement plus élevées sur sol non travaillé (T2-T5). Il s'agissait principalement de laiteron rude (*Sonchus asper* L.), suivi de gaillet grateron (*Galium aparine* L.), matricaire inodore (*Matricaria inodora* L.) et ray grass (*Lolium* sp.). La note de satisfaction désherbage de fin mai a été réalisée après une application d'herbicide de type antidicotylédones. Là encore, les sols non travaillés sont significativement plus touchés.

Figure 4 : Abondance du couvert permanent dans le blé pour l'essai BG-18 et % de couverture du sol par le couvert dans les autres essais. Observations entre novembre et février. Les modalités significativement supérieures sont indiquées (* Tukey au seuil de 10%, ** à 5% et *** à 1%). (Winter cover crop abundance for BG-18 trial or soil coverage by cover crop for other trials in winter wheat crop. Tukey groups are * at 10%, ** at 5% and *** at 1%).

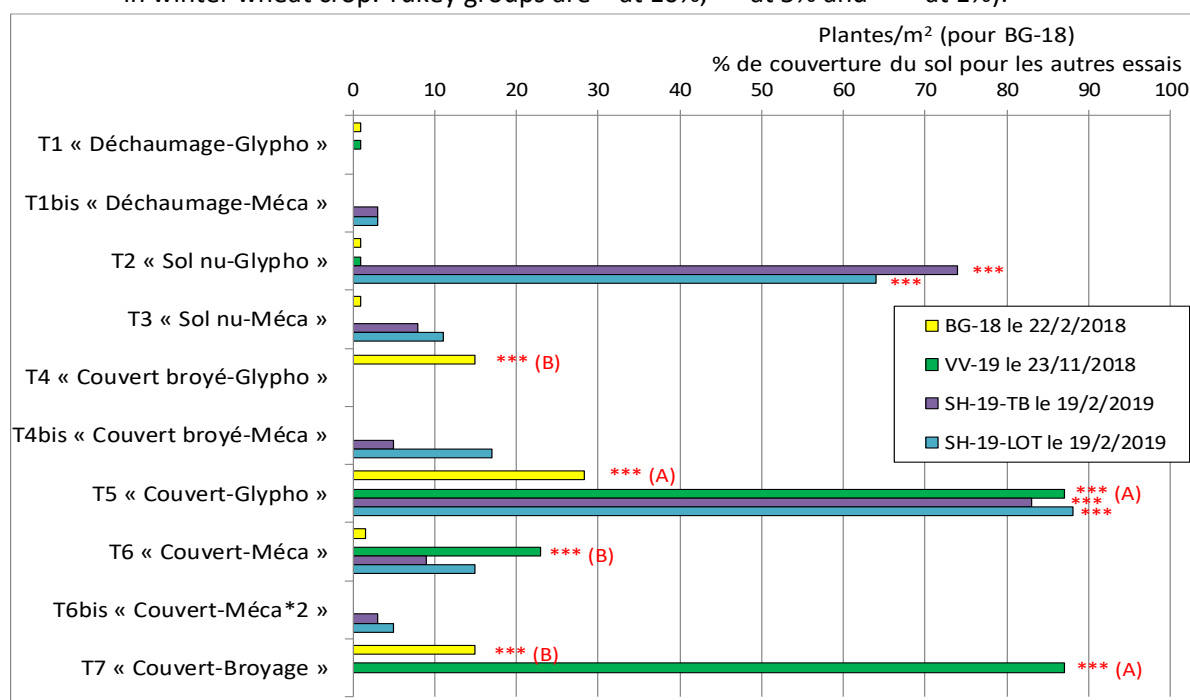
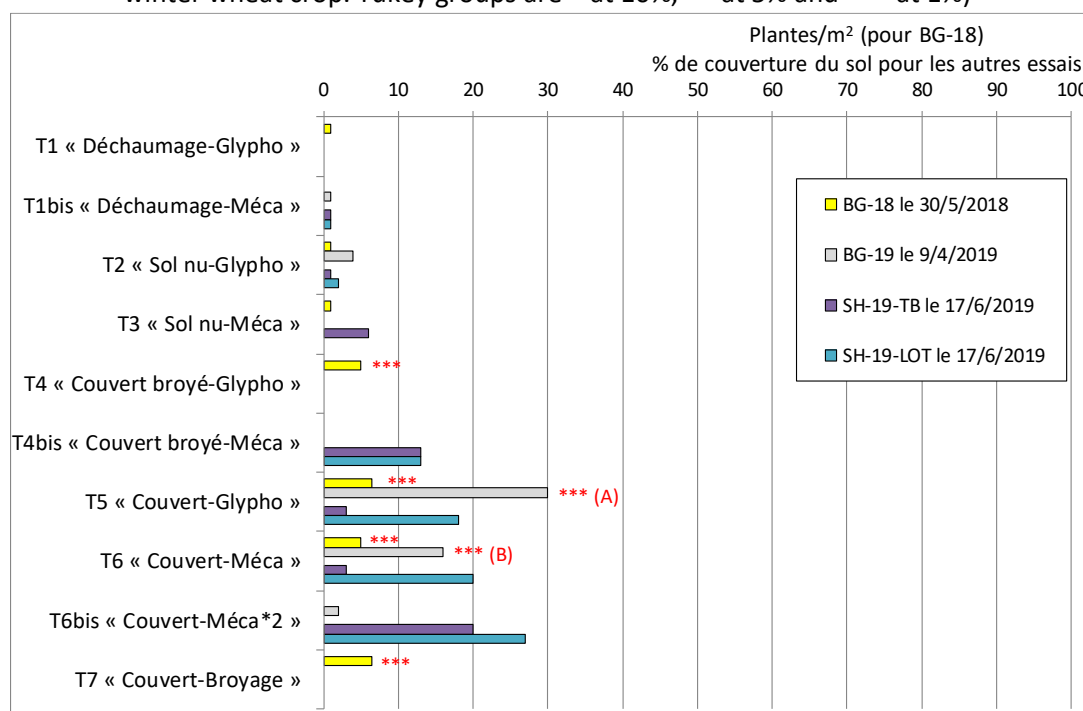


Figure 5 : Abondance du couvert permanent dans le blé pour l'essai BG-18 et % de couverture du sol par le couvert dans les autres essais. Observations entre avril et juin. Les modalités significativement supérieures sont indiquées (* Tukey au seuil de 10%, ** à 5% et *** à 1%). (Spring cover crop abundance for BG-18 trial or soil coverage by cover crop for other trials in winter wheat crop. Tukey groups are * at 10%, ** at 5% and *** at 1%).

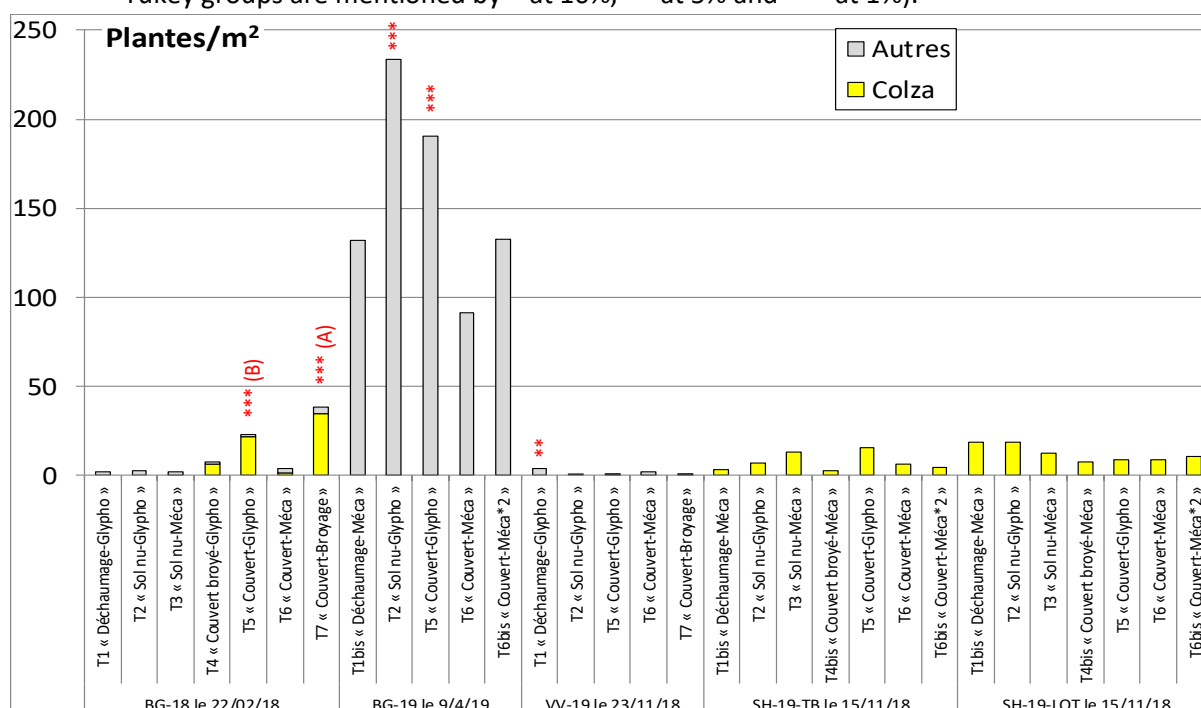


La flore observée dans le blé de VV-19 était peu abondante. Les repousses de colza étaient absentes. Pour les autres adventices, on observe plus d'adventices sur sol nu travaillé (T1) que sol nu non travaillé (T2). Les modalités avec couvert (T5-T6-T7) sont à un niveau intermédiaire.

Sur SH-19-TB et SH-19-LOT, la flore est constituée de repousses de colza en novembre. Il n'y a pas d'écart entre modalités. En juin, il n'y en a toujours pas sur SH-19-LOT. Les adventices étaient alors moins abondantes sur SH-19-TB mais avec des écarts significatifs entre modalités. La flore était moins abondante sur sol nu travaillé (T1-T3) que sur sol couvert par le trèfle, travaillé (T6bis) ou pas (T5).

Figure 6 : Abondance de repousses de colza et autres adventices dans le blé avant désherbage. Les modalités significativement supérieures sont indiquées (* Tukey au seuil de 10%, ** à 5% et *** à 1%).

(Oilseed rape volunteers and weeds abundance in winter wheat before chemical weeding. Tukey groups are mentioned by * at 10%, ** at 5% and *** at 1%).



DISCUSSION

Mesures après la récolte du colza

La couverture du sol par les couverts a été mesurée après broyage du chaume de colza sauf sur VV-19. Cela pourrait expliquer la plus forte couverture par le trèfle sur ce site par rapport à d'autres. Le port de l'espèce semble aussi déterminant. Le trèfle blanc, au port rampant, couvre nettement mieux le sol sur les différents sites (de 34 à 92%) que les espèces à port dressé qui ont plus souffert temporairement du broyage (5% pour la luzerne sur BG-18 et le lotier sur SH-19-LOT).

L'impact du couvert permanent sur la flore est visible dès la récolte sur VV-19 en cohérence avec la bibliographie (Hiltbrunner, 2004 ; Amossé *et al.*, 2013) et avec la très bonne couverture du sol par ce trèfle. L'inverse est observé sur SH-19-TB et SH-19-LOT où un herbicide antidicotylédones (mésotrione) a été appliqué dans les modalités T1bis, T2 et T3 afin de détruire les couverts semés en même temps que le colza, ainsi que les matricaires. Au contraire, dans les parcelles avec couvert (T4bis, T5, T6 et T6bis), cet herbicide n'a pu être appliqué car il n'est pas sélectif des couverts. Cadoux et Sauzet (2016) ont en effet mentionné que la présence de légumineuses, gélives ou pérennes, limitait les possibilités de désherbage du colza. Ces quelques observations montrent les effets contradictoires des couverts permanents sur la flore : positifs par la compétition vis-à-vis des adventices mais aussi négatif avec les restrictions dans les solutions de désherbage disponibles.

Mesures avant le semis du blé

La couverture du sol par le couvert et sa biomasse sont variables entre sites et globalement inférieures aux attentes. A titre de comparaison, un suivi pluriannuel en sol assez profond sur la station de Boigneville (91) d'un couvert implanté sous colza et composé notamment de trèfle blanc a permis d'obtenir en moyenne 3,5 t_{MS}/ha. Les biomasses allaient de 0,6 à 4,5 t_{MS}/ha, les étés secs étant les moins favorables (Labreuche *et al.*, 2017a). Les résultats présentés peuvent s'expliquer en partie par le climat. La pluviométrie du 1^{er} juin au 30 septembre a été de 279 mm pour BG-18, 89 mm sur BG-19, 284 mm pour VV-19 et 146 mm pour SH-19-TB et SH-19-LOT. Le couvert de luzerne implanté sur BG-18 était hétérogène. Semé à la volée en même temps qu'un colza qui a été lui-même semé avec un semoir monograine, il a mieux levé près des rangs de colza qu'entre les rangs (conditions sèches après semis, sol appuyé par le semoir sur le rang). Cette hétérogénéité a favorisé le développement de repousses de colza. Sur SH-19-TB et SH-19-LOT, le couvert s'est peu développé, probablement en lien avec le manque d'eau, et n'a pas été en mesure de contrôler les adventices (renouées au stade graine). Les observations sur la modalité T2 sur BG-18 et BG-19 confirment qu'il est parfois difficile de détruire des légumineuses pérennes avec des applications de glyphosate seul ou associé à du 2,4-D et sans travail du sol. Le broyage sur T4 ou T4bis a réduit la biomasse des adventices sur BG-18 et SH-19-LOT. Cela est cohérent avec l'objectif de cette opération qui est d'empêcher certaines adventices de fleurir et donc de grainer dans le couvert.

Dans trois essais sur cinq, le couvert permanent a augmenté la densité d'adventices par rapport aux modalités déchaumées ou nues et non travaillées. Cela peut sembler en opposition avec la bibliographie qui montre souvent un impact bénéfique des couverts sur le salissement des parcelles (Hauggaard-Nielsen *et al.*, 2001 ; Hiltbrunner, 2004 ; Amossé *et al.*, 2013). Le témoin sans couvert est conduit de la même manière que le couvert (même travail du sol, même désherbage...). Dans les cinq expérimentations présentées dans cet article, les témoins sont conduits différemment. Certains ont fait l'objet de plusieurs déchaumages (T1 et T1bis) et d'autres d'un entretien à l'aide d'herbicides (T2 et T3). Il s'agit de comparer des techniques de gestion des adventices (mécanique, chimique ou biologique avec des couverts végétaux). Ces derniers empêchent toute autre opération hormis un broyage mis en œuvre sur T4 et T4bis. Le développement modéré des couverts hormis sur VV-19 a limité leur capacité de compétition des adventices par rapport à d'autres moyens plus efficaces.

Mesures dans le blé

La couverture du sol par les couverts permanents au printemps dans les blés est modérée. Cela s'explique d'une part par des applications d'herbicides sur blé agressives voire létales. D'autre part, les céréales correctement fertilisées couvrent bien le sol et affaiblissent souvent les couverts. C'est ce qui ressort d'essais ou d'enquêtes chez des agriculteurs (Labreuche *et al.*, 2017a). Les couvertures du sol élevées sur sol non travaillé en automne ou hiver montrent qu'il faut rester vigilant pour éviter que le couvert n'exerce une trop forte compétition avec le blé (Labreuche *et al.*, 2017b).

Les observations de la couverture du sol par les couverts permanents dans le blé montrent une certaine robustesse et aptitude à survivre après un broyage, un travail du sol superficiel ou même parfois deux opérations superficielles. En début de cycle du blé, la couverture du sol semble indiquer une plus forte agressivité du double passage (T6bis) par rapport à un passage unique (T4bis ou T6). Cela semble s'expliquer par le passage supplémentaire qui a été réalisé assez tôt (en conditions sèches dans le contexte de l'automne 2018) : 9 octobre sur BG-19 et 26 septembre sur SH-19-TB et SH-19-LOT. Des conditions sèches qui auraient favorisé le dessèchement des stolons de trèfle blanc. Les observations de juin sur SH-19-TB et SH-19-LOT sont cependant un peu contradictoires avec celles réalisées plus tôt. Cela est à confirmer car ce double passage de travail superficiel semble plus à même de gérer mécaniquement le salissement du couvert avant de semer le blé, sans labour et sans glyphosate.

Il peut sembler surprenant de constater que la luzerne repousse après un travail superficiel avec un rotavator sur BG-18. Des observations à la bêche montrent que le pivot coupé émet plusieurs tiges. La plante repart donc au printemps même si elle est en retard. Le rotavator peut ainsi gérer le salissement avant le semis du blé autant que ralentir le développement du couvert au printemps, donc réduire les

besoins en herbicides pour réguler ce couvert. A ce jour, cette technique de régulation d'un couvert et gestion de la flore adventice est peu décrite dans la bibliographie.

Les observations de flore dans le blé sont très différentes selon les sites. Seul BG-18 a mis en évidence dans le blé une flore héritée de l'interculture précédente (grosses repousses de colza). Les sols nus travaillés ou non étaient globalement indemnes de repousses, de même que le passage de rotavator sur T6 qui les a bien détruites. Les résultats étaient plus mitigés sur T5 pour lequel la dose de glyphosate appliquée (430 g/ha) était trop faible pour bien les détruire. Le broyage a lui été inefficace sur T7 (même constat sur le site de Loireauxence, non intégré dans la synthèse). Sur les quatre essais, il n'y a pas eu de conséquence de la suppression du glyphosate de l'itinéraire. Il a cependant été remplacé par une technique alternative, le travail superficiel du sol. Sur VV-19, rien n'a remplacé le glyphosate sur la modalité T7 mais le sol était « propre ».

Un seul essai a montré un impact des couverts permanents sur le salissement du blé. Sur SH-19-TB en fin de cycle, les sols derrière trèfle, travaillés ou pas (T5-T6bis) sont plus infestés que les sols nus travaillés (T1-T3). Cet effet est significatif sur la flore totale et la renouée liseron. Cette espèce était présente dans le couvert en été 2018 depuis la récolte du colza et a pu produire des semences, sachant que le couvert y était peu développé (0,3 t_{MS}/ha) et n'a pas pu avoir d'effet compétitif sur la flore. L'impact modeste des couverts permanents sur la flore adventice présente dans la culture suivante est à rapprocher de ce qui est observé suite à des cultures intermédiaires (Cordeau et Adeux, 2018 ; Métais *et al.*, 2019), alors même que ces couverts ont pu montrer un effet sur la flore pendant l'interculture. Cela peut résulter d'une flore adventice présente pendant l'interculture derrière colza qui n'est pas nécessairement la même que dans un blé. Comme vu précédemment, le couvert permanent n'est pas comparé à un sol nu non entretenu ni mécaniquement, ni chimiquement où les adventices peuvent se développer et monter à graine sans compétition. Les sols étaient travaillés régulièrement sur T1 et T1bis. Ils étaient entretenus chimiquement sur T2 et T3.

Le travail du sol a montré un impact sur la flore adventice sur deux essais :

- sol nu travaillé (T1) plus infesté que le chaume non travaillé sur VV-19 (effet significatif sur la flore totale et non significatif sur le ray grass, le laiteron sp. et la véronique de Perse.
- sols non travaillés (T2-T5) plus infestés que les sols travaillés (T1-T6-T6bis) sur BG-19 (effet significatif sur la flore totale et deux espèces, laiteron rude et séneçon vulgaire, et non significatif sur ray grass, gaillet grateron, géranium sp., matricaire inodore, mouron des champs et renouée liseron). Cette parcelle est conduite en semis direct depuis 2011 et a développé une flore typique de cette pratique (ray grass, gaillet et astéracées). Le travail superficiel a réduit la flore adaptée au semis direct, probablement après avoir enfoui même superficiellement son stock semencier.

L'effet du travail du sol sur la flore adventice est ici assez modéré mais reste supérieur à celui des couverts. Cela est en accord avec Métais *et al.* (2019). Les modalités de travail du sol comparées ici sont assez proches entre elles puisqu'aucune ne comporte un labour. Elles sont basées sur du travail superficiel réalisé une ou plusieurs fois à 5 cm maximum ou du semis direct. Des comparaisons avec et sans labour auraient sans doute montré des impacts plus forts sur la flore adventice.

CONCLUSION

Ce réseau d'essai compare sur cinq situations différentes des techniques de gestion de la flore adventice pendant l'interculture colza-blé. L'analyse de ce type d'essai est complexe et nécessite de mettre en cohérence les itinéraires mis en œuvre, la climatologie, la dynamique de la flore adventice et d'autres paramètres (par ex. biomasse du couvert ou son niveau de couverture du sol). Chaque essai amène à des conclusions différentes dues aux interactions entre les pratiques mises en œuvre, le climat et la flore adventice propre à chaque parcelle.

Certains sites du réseau d'essai ont subi un déficit en eau aux printemps et été 2018. La couverture du sol obtenue avant le semis du blé était de 60 à 65% sur trois sites et de plus de 90% sur deux autres. La flore adventice était plus développée que sur les modalités sans couvert. Le contrôle imparfait de la flore adventice par les couverts permanents a impacté négativement le salissement du blé suivant sur deux essais (non destruction de repousses de colza avec des doses réduites de glyphosate ou un simple broyage ; grenaison de renouées liseron pendant l'interculture qui ont relevé dans le blé au

printemps). L'impact des couverts sur le salissement dans le blé a été nul dans les autres situations et jamais positif. Les essais ont aussi montré la difficulté de désherber chimiquement les cultures en présence de couverts permanents : moins de possibilité de désherber le colza ; mauvaise sélectivité de programmes herbicides habituels sur certains couverts permanents dans le blé, obligeant à faire parfois des choix entre maintien du couvert et destruction d'adventices. Le travail du sol réalisé pendant l'interculture ou juste avant le semis du blé a eu un impact dans deux sites mais avec des effets différents : plus d'adventices sur sol non travaillé dans un cas et l'inverse sur un autre site.

Ces essais nous ont appris que ces couverts dits permanents ont une réelle capacité à repousser dans le blé, même après un travail superficiel réalisé juste avant le semis du blé. Ce travail, réalisé avec un rotavator, un cultivateur « scalpeur » ou une herse rotative ouvre la perspective de détruire certaines adventices avant le semis de blé tout en régulant la croissance du couvert permanent. Un essai est en cours pour valider ces résultats avec un déchaumeur à disques indépendants, plus rapide et économique que les outils animés.

REMERCIEMENTS

Cet article a été réalisé dans le cadre du projet VANCOUVER (Valorisation des couverts végétaux dans les systèmes de culture pour la gestion agroécologique de la flore adventice) qui répond à l'appel à projets 2016 CASDAR, avec le soutien financier du ministère de l'agriculture et de l'Alimentation et du Compte d'Affectation Spéciale 'Développement Agricole et Rural'.

BIBLIOGRAPHIE

- Amossé C., Jeuffroy M.-H., Celette F., David C., 2013 - Relay-intercropped forage legumes help to control weeds in organic grain production. *European Journal of Agronomy*, 49, 158-167.
- Ayub M., Ijaz M.-K., Tariq M., Tahir M., Nadeem M.-A., 2012 - Allelopathic Effects of Winter Legumes on Germination and Seedling Indicators of Various Summer Cereals. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 45, 179-183.
- Barralis G., 1976 - Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles : Application à la Côte-d'Or. V^e Colloque fil. Ecol. Biol. *Mauvaises Herbes*, Dijon, 59-68.
- Bodilis A.-M., Labreuche J., Edeline P., Becquet F., 2017 - Impact économique : une grande diversité de situations. *Perspectives Agricoles*, 443, 52-54.
- Cadoux S., Sauzet G., 2016 - Colza associé à un couvert de légumineuses gélives. *Les points techniques de Terres Inovia*. 30 p.
- Cordeau S., Adeux G., 2018 - Régulation des plantes adventices par la compétition : effet des couverts et de leur conduite sur la gestion des adventices. *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.
- De Tourdonnet S., Shili I., Scorpel E., 2008 - Utilisation des mulchs vivants pour la maîtrise des flores adventices. *Innovations Agronomiques*, 3, 43-48.
- Enache A.J., Ilnicki R.-D., 1990 - Weed control by subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) used as a living mulch. *Weed Technol.*, 4, 534-538.
- Hauggaard-Nielsen H., Ambus P., Jensen E.-S., 2001 - Interspecific competition, N-use and interference with weeds in pea-barley intercropping. *Field Crops Research*, 70, 101-109.
- Hiltbrunner J., 2004 - Legume living mulches for the control of weeds in organic winter wheat. Doctor of Natural Sciences, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, 81 p.
- Labreuche J., Edeline P., Sauzet G., 2017a - Pratiques culturales : des couverts à durée indéterminée. *Perspectives Agricoles*, 443, 38-41.
- Labreuche J., Gautellier Vizios L., Légère R., Jezequel S., Hauprich P., Messmer Y., Baranger E., 2017b - Conduite du blé : le rendement dépend de la croissance du couvert. *Perspectives Agricoles*, 443, 42-47.
- Labreuche J., Hauprich P., Bodilis A.-M., Soenen B., 2018 - Couverts permanents : bien assurer la nutrition azotée du blé. *Perspectives Agricoles*, 453, 30-33.
- Métais P., Vuillemin F et Cordeau S. 2019 - Travail du sol et couverts : quels effets sur les adventices ? *Phytoma*, 720, 35-38.
- Scholberg J, Dogliotti S, Leoni C., 2010 - Cover crops for sustainable agrosystems in the Americas. A review. *Genetic Engineering, Biofertilization, Soil Quality and Organic Farming, Sustainable Agriculture Reviews*, 23-58
- Soane B.D., Ball B.C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J., 2012 - No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil & Tillage Research*, 118, 66-87.