SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES ET COUVERTS VÉGÉTAUX

PROFITER DE L'INTERCULTURE POUR GÉRER LA FLORE ADVENTICE

L'identification de leviers agronomiques qui amélioreraient la fourniture de services écosystémiques, comme la régulation naturelle des bioagresseurs, dont les adventices, est devenue un enjeu crucial pour diminuer le recours aux intrants en agriculture. Les objectifs du plan Écophyto appellent à repenser la gestion de la protection des cultures en co-concevant des systèmes de production moins dépendants des méthodes de lutte chimique. Cela passe par l'élargissement de la gamme de leviers d'intervention sur les bioagresseurs. En effet, le contrôle des populations et du développement des adventices par des leviers agronomiques est souvent cité comme un service important qui pourrait permettre de réduire l'utilisation des herbicides. Dans ce cadre et en réponse à ces enjeux, la gestion des adventices, dès l'implantation de couverts végétaux (CV) en interculture, peut représenter une alternative à l'utilisation d'herbicides en grandes cultures.

Semis direct dans un important couvert de graminées sur l'essai mis en place chez Guillaume Joubert (83).

CA 04

De nombreux agriculteurs implantent déjà des mélanges d'espèces en interculture, mais les objectifs de régulation des adventices ne sont que très rarement pris en compte ; l'une des principales raisons étant que l'on maîtrise mal l'efficacité de ces CV sur la régulation des adventices, et notamment sa constance en intensité et dans la durée, ainsi que leur rôle dans la réduction des impacts négatifs sur la culture (compétition, pertes de rendement, entretien du stock semencier…).

Parmi les systèmes de culture innovants possibles, le semis direct sous couvert végétal (SCV) apparaît comme une « option » intéressante. Les caractéristiques de ce système sont : la réduction voire la suppression du travail du sol, la présence d'un couvert végétal permanent à la surface du sol et un allongement et une diversification de la rotation. Dans un système de culture en SCV, la culture est directement semée dans un couvert de plantes d'interculture qui peut être vivant ou mort. Cette particularité apparaît comme une opportunité de gérer les adventices via la compétition pour les ressources nutritives (entre le CV et les adventices) et un effet « paillage » (barrière physique gênant la germination et le développement des adventices).

Afin d'évaluer l'intérêt de deux types de CV, le seigle et l'association orge + avoine, nous avons :

- mis en place un essai au champ pour mesurer leur impact sur la dynamique des populations d'adventices et sur la culture suivante en SCV ;
- mené des expérimentations en laboratoire afin d'apprécier les potentiels effets allélopathiques de ces deux types de CV sur la germination et le développement de certaines adventices.

Présentation de l'essai au champ

L'étude est réalisée chez Guillaume Joubert, membre du Réseau Dephy grandes cultures Val de Durance, agriculteur sur la commune de Vinon-sur-Verdon (83). Le sol est de type sable argilo-limoneux (argiles 18,9 %, limons 30,7 %, sables 17,6 % ; matière organique = 2,9 % ; pH = 8,4). L'expérimentation présente 3 modalités de 3 répétitions (6 m x 100 m) chacune, sur 3 blocs, chaque modalité différant par son interculture :

- T1 CV orge + avoine : présence d'un CV d'orge (Orostar 75 %) et d'avoine (Fringante 25 %).
- T2 CV seigle : présence d'un CV de seigle (Protector).
- T3 témoin sol nu : absence de CV pendant l'interculture.

La parcelle est implantée en soja (Sphera), en semis direct strict.

Paramètres évalués sur ce champ d'essai

Un certain nombre de paramètres ont été évalués sur cet essai agriculteur. Les mesures ont été réalisées du semis du CV ou du soja à la récolte de la culture.

Teneur en eau du sol :
Mise en place de tensiomètres permettant de mesurer la force avec laquelle le sol retient l'eau (appelée tension). Plus la tension est élevée et plus il est difficile pour la plante d'extraire cette eau du sol. Nombre de tensiomètres/répétition : 2 (soit 6/modalité). Profondeurs de mesure : 25 et 40 cm. Relevé hebdomadaire, en début de matinée.

Pression des adventices :
Suivi de la dynamique de population d'adventices : utilisation d'un quadra (0,25 m²), dans lequel sont dénombrées et identifiées les adventices présentes. 4 relevés/répétition (soit 12/

ITINÉRAIRE TECHNIQUE DE LA PARCELLE D'ESSAI

	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne
	08-nov	16-mars	23-mai	24-mai	22-oct
T1 et T2 CV	**Semis CV**	**Fertilisation** Ammonitrates 50 UN (150 kg/ha)		**Destruction CV** Rouleau Cambridge	
T1, T2 et T3			**Molluscicides** Sluxx ($FePO_4$) 7 kg/ha	**Semis soja** Sphere (55 g/m²)	**Récolte**

CA 04

Roulage et semis.

modalité). Mesures effectuées toutes les semaines.

Mesure de la biomasse aérienne des adventices :

- à la destruction du CV,
- au stade R3 (premières gousses) du soja,
- au stade R6 (remplissage des grains) du soja.

Caractérisation des propriétés allélopathiques des CV : mesures en laboratoire ayant pour objectif d'évaluer l'effet allélopathique[1] des extraits aqueux des 2 CV (CV orge + avoine et CV seigle) (Delabays & Munier-Jolain, 2004 ; Dang Khanh et al., 2005).

Réalisation d'infusions (24 h) à 4 concentrations :

- S : 100 mg/ml
- S/2 : 50 mg/ml
- S/10 : 10 mg/ml
- Témoin : eau distillée.

Et évaluation sur 3 espèces (adventices et culture) : laiteron rude (*Sonchus asper*), coquelicot (*Papaver rhoeas*) et soja (*Glycine max*).

Les graines de chaque adventice ou de soja sont déposées sur un papier buvard dans des boîtes de Pétri. Les buvards sont imprégnés de 4 ml des solutions préparées à partir de l'infusion des CV et 10 graines sont disposées dans chacune des boîtes. 10 répétitions/espèce sont réalisées (soit 100 graines/espèce, au total 300 graines évaluées). Les boîtes de Pétri sont placées dans une pièce dont la température est mesurée en permanence grâce à un système d'enregistrement (Tiny Tags) et l'éclairage piloté par un programmateur (conditions expérimentales : T : 25 °C ; 10L : 14D). Les buvards sont maintenus humides en rajoutant de la solution si besoin.

Mesures 7 jours après :

- du taux de germination,
- de la longueur de la racine,
- et de la longueur de l'hypocotyle (partie de la tige située au-dessous des cotylédons) de chaque graine.

Composantes de rendement de la culture :

Prélèvement de 3 échantillons/répétition (soit 9/modalité) des plants de 2 rangs consécutifs sur 1 mètre linéaire.

Détermination du peuplement, de la hauteur de la première gousse, de la hauteur totale, de la biomasse, du nombre de gousses/plant, du rendement, du PMG (poids de milles grains) et du taux de protéines.

(1) Allélopathie : effet stimulateur ou inhibiteur d'une plante sur une ou d'autres plantes à travers la libération de substances chimiques dans l'environnement (Rice, 1984)

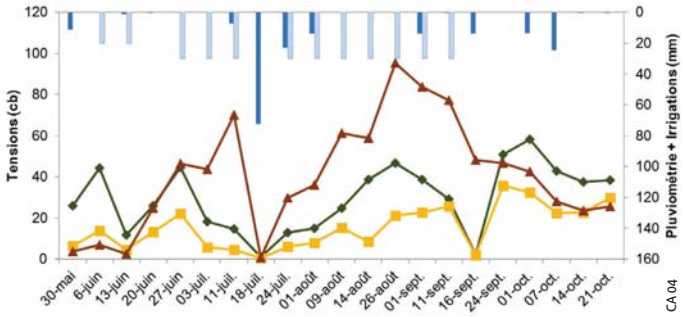
Principaux résultats et analyses

Les résultats ont été analysés statistiquement, les différences étant considérées significatives quand P<0,05.

Teneur en eau du sol :

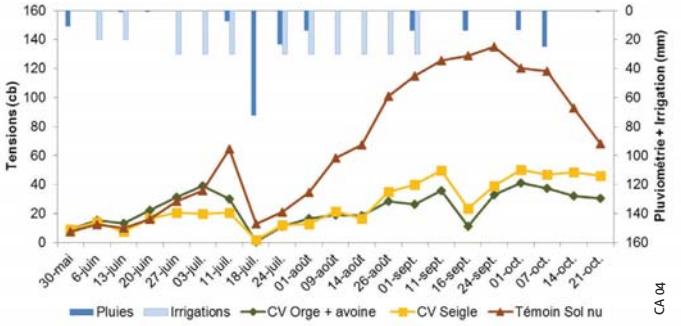
Les données à 25 et à 40 cm de profondeur montrent une disponibilité en eau plus importante sur les modalités avec paillage par rapport au témoin sol nu. L'année climatique 2013, avec des précipitations importantes jusqu'à début juin, puis un retour des pluies mi-juillet et des températures relativement faibles, a engendré des conditions particulières, limitant l'ETP et le stress hydrique pour la culture notamment en début de cycle cultural, à prendre en compte dans

ÉVOLUTION DES TENSIONS À 25 CM DE PROFONDEUR



La comparaison des résultats obtenus, du semis jusqu'à la récolte du soja, à 25 cm de profondeur semble montrer que les modalités présentant un paillage de CV ont tendance à présenter des tensions plus faibles.

ÉVOLUTION DES TENSIONS À 40 CM DE PROFONDEUR



De la même manière, le paillage des CV réduit les tensions à 40 cm de profondeur. Sur les modalités avec CV en interculture, les tensions augmentent plus lentement après une pluie par rapport au témoin (exemple du 18 juillet).

l'interprétation de ces résultats. L'absence de travail du sol, associée à la présence des résidus de CV d'interculture formant un paillage (ou mulch) en surface pendant le développement de la culture, a permis de diminuer l'évaporation de l'eau du sol et de continuer à protéger le sol pendant la culture de soja. Ceci semblant amener à une meilleure et plus rapide infiltration de l'eau (notamment d'irrigation) sur l'ensemble du profil d'enracinement, associée à une meilleure rétention.

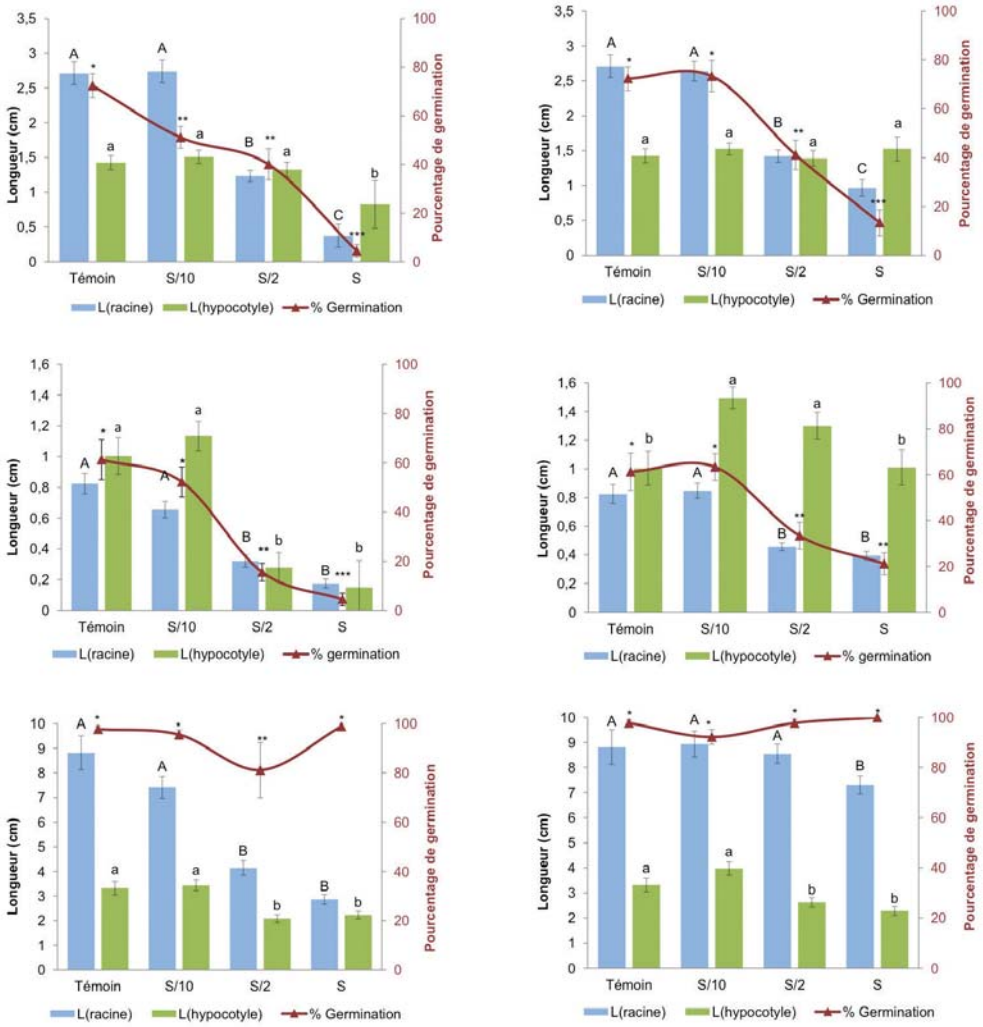
Pression des adventices :
Pour rappel, la parcelle n'a reçu aucun traitement herbicide depuis la culture précédente (maïs). Le stade floraison des CV a été attendu avant de les détruire mécaniquement (roulages) et de semer la culture directement dans le mulch. Au moment du semis (24 mai) les CV présentaient en moyenne :

- une biomasse aérienne de 9,4 t/ha pour le seigle et 10,2 t/ha pour le mélange orge + avoine,
- une hauteur de 1,87 m pour le seigle et 0,83 m pour le mélange orge + avoine.

Dynamique de population et de développement d'adventices :
Le nombre d'adventices augmente progressivement à partir d'avril, et reste très nettement inférieur dans les modalités avec CV. Le nombre d'adventices est supérieur sur le témoin sol nu. À la floraison du soja (11/07), le nombre d'adventices est largement supérieur sur le témoin que sur les modalités avec CV, atteignant plus de 110 adventices/m², alors que les modalités avec CV présentent une population autour de 10 adventices/m². Il n'y a pas de différence entre les 2 types de CV.
Les mesures de biomasses aériennes d'adventices augmentent au cours du temps. Les différences de développement des adventices entre le témoin et les modalités avec CV sont importantes. Ainsi à l'apparition des premières gousses (stade R3), la biomasse atteint 1,9 t MS/ha sur le témoin alors qu'elle n'est que de 150 kg MS/ha sur les modalités avec CV ; et cet écart s'accroît au cours du temps. Il n'y a pas de différence entre les 2 types de CV.
Les comptages d'adventices montrent que le nombre d'adventices et le développement de celles-ci sont bien supérieurs sur le témoin sol nu que sur les modalités ayant présenté un CV pendant l'interculture. La mise en place d'un CV a pu exercer pendant la durée de l'interculture une concurrence vis-à-vis des adventices sur les ressources nutritives, l'utilisation de la lumière et l'exploration du profil racinaire. Par la suite, le paillage, composé des résidus de ce CV, a limité la germination et le développement des adventices.

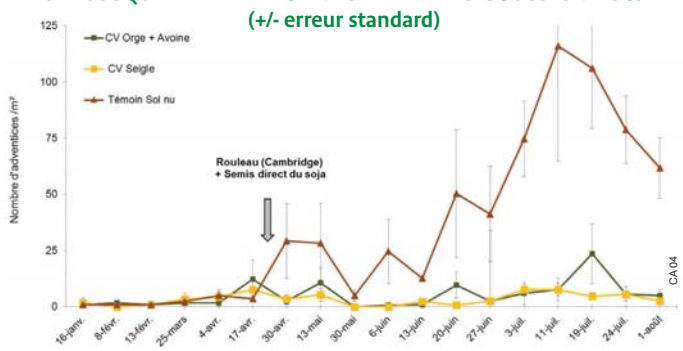
Caractérisation du potentiel allélopathique des CV :
Les résultats sont présentés par espèce et pour les deux solutions préparées : soit à base d'extraits du mélange orge + avoine

MESURES DES EFFETS ALLÉLOPATHIQUES DES EXTRAITS AQUEUX DES 2 CV SUR 3 ESPÈCES EN CONDITIONS CONTRÔLÉES (+/- erreur standard)

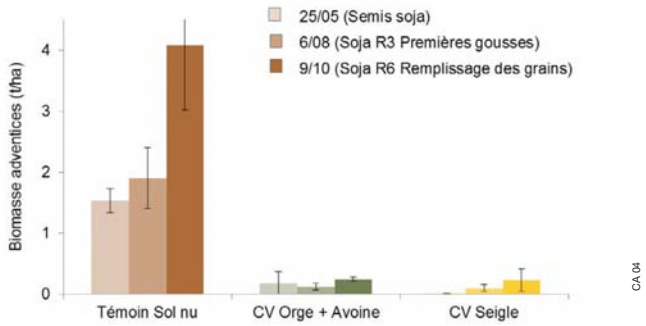


Des lettres ou un nombre d'étoiles différent mettent en évidence des différences significatives selon un test LSD de Fisher. L (racine) = longueur de la racine, L (hypocotyle) = longueur de l'hypocotyle.

ÉVOLUTION DE LA POPULATION D'ADVENTICES, DEPUIS L'INTERCULTURE JUSQU'À L'APPARITION DES PREMIÈRES GOUSSES DE SOJA (+/- erreur standard)



ÉVOLUTION DES BIOMASSES D'ADVENTICES À 3 STADES CLÉ DU SOJA (SEMIS, R3 ET R6) (+/- erreur standard)



(OA), soit à base d'extraits de seigle (S).

Effets sur les adventices (laiteron et coquelicot) :

- effet négatif des CV sur le taux de germination (au-delà de S/2),
- effet négatif sur la longueur de la racine (au-delà de S/2),
- effet nul ou variable sur la longueur de l'hypocotyle.

Effets sur la culture (soja) :

- pas d'effet sur le taux de germination,
- effet nul ou négatif sur le développement, notamment pour le CV orge + avoine.

Au vu des résultats des tests de germination, il semble qu'il y ait un effet allélopathique des CV sur la germination et la croissance de certaines espèces d'adventices. Cet effet semble d'autant plus marqué que les graines sont petites, ce qui pourrait expliquer pourquoi le soja serait moins sensible à cet effet (notamment au niveau du taux de germination). De plus, en libérant des composés allélopathiques, les paramètres de développement des adventices seraient perturbés. Ces propriétés allélopathiques influencent dans une moindre mesure le soja, qui a également réagi aux solutions les plus concentrées.

Les travaux sont relativement nombreux sur l'orge, l'avoine et le seigle (Barnes & Putnam, 1983 ; Putnam et al., 1983), et ont permis d'identifier plusieurs molécules impliquées dans des phénomènes d'allélopathie. Il s'agit maintenant d'essayer, si possible, de mieux maîtriser ce phénomène au champ. Cependant, même si les résultats au laboratoire sont concluants, ils ne permettent pas à eux seuls d'expliquer les données observées au champ. En effet, l'expression des propriétés allélopathiques dépend d'un grand nombre de paramètres qu'il est très complexe à évaluer expérimentalement : structure du sol, pH, taux de matière organique, dynamique de l'azote. L'intervention d'autres organismes vivants, la quantité de couvert au sol, la pluviométrie, la capacité de rétention en eau du sol… peuvent être des causes de libération plus ou moins importante de composés allélopathiques.

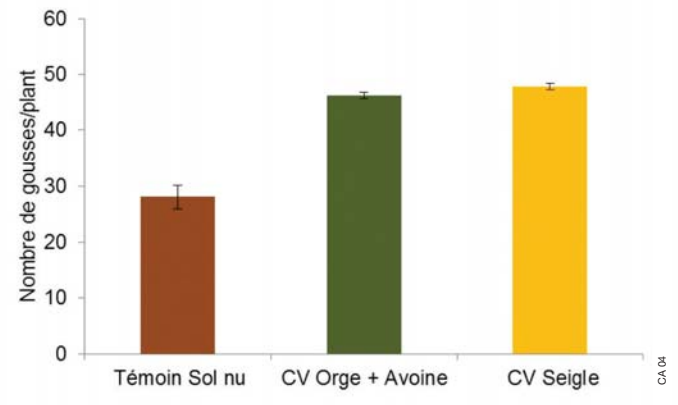
Photos montrant notamment des boîtes de Pétri dans lesquelles on a déposé des graines soit d'adventices (laiteron ou coquelicot), soit de la culture de soja sur du papier buvard imprégné de solutions plus ou moins concentrées résultant de l'infusion des deux types de CV. La troisième photo montre l'effet allélopathique sur la croissance racinaire.

Effet sur les composantes de rendement de la culture :

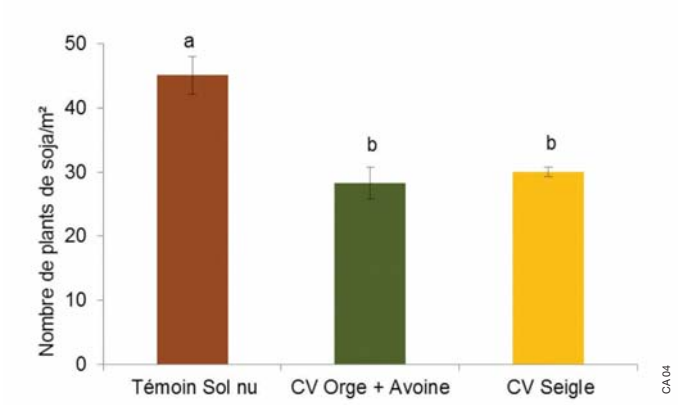
Le peuplement de soja montre un nombre de plants inférieur dans les modalités avec CV. Les modalités avec CV présentent un peuplement autour de 30 plants/m², alors que l'on atteint 45 plants/m² sur le témoin. Le nombre de gousses/plant de soja est supérieur dans

Couvert Végétal
Tout terrain
STRUCTURATOR
Radis chinois
+ STRUCTURANT
+ FERTILISANT
+ SECURISANT
+ SIMPLE
+ Restructure efficacement le sol grâce à sa racine cylindrique pouvant atteindre plus de 40 cm.
+ Une véritable pompe à nitrates qui piège l'azote même en profondeur.
+ Performant dans tous les types de sols, même en situations difficiles : chaleur, sécheresse, battance...
+ Facile à semer et à détruire, aussi performant en semis précoce qu'en semis tardif
Existe aussi en mélange
TECHNI-FIX 1
Lentille fourragère noire
+ Radis STRUCTURATOR
TECHNI-FIX 2
Nouveauté 2016
Vesce commune de printemps
+ Radis STRUCTURATOR
ECO-FIX VRM
Vesce commune de printemps
+ Radis STRUCTURATOR
+ Moutarde blanche anti-nématodes
www.renaudat-sarl.com
www.sem-partners.com
Sem-Partners
La nouvelle dynamique des semences

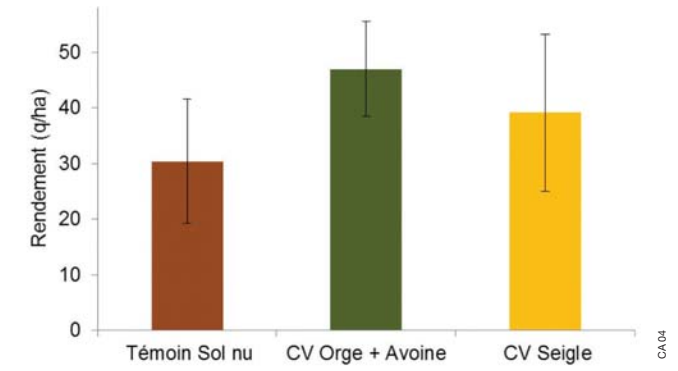
NOMBRE DE GOUSSES PAR PLANT (+/- erreur standard)



DENSITÉ DE SOJA (+/- erreur standard)



RENDEMENT AUX NORMES (+/- erreur standard)



les modalités avec CV, allant de plus de 45 gousses/plant pour ces modalités à 28 gousses/plant pour le témoin.

L'impact des CV sur le soja s'est traduit par :

- un peuplement de soja plus faible,
- un nombre de gousses/plant supérieur,
- des biomasses aériennes identiques,
- un rendement équivalent,
- et un PMG comparable.

Le peuplement de soja inférieur dans les modalités avec CV par rapport au sol nu, pourrait être dû à différents paramètres :

- la forte biomasse générée par les CV a pu perturber la germination et/ou la croissance initiale du soja (couplé à un potentiel effet allélopathique),
- les CV ayant été détruits seulement mécaniquement (double passage de rouleau), des repousses de CV se sont développées, ce qui a pu limiter le développement de la culture par une compétition pour les ressources. Cependant, à la récolte du soja, les grains de céréales se sont triés sans difficulté lors du passage dans la moissonneuse-batteuse.

Au final le rendement du soja était dans la moyenne locale pour l'ensemble des modalités, bien que, suite à un CV, le peuplement plus faible ait été compensé par un développement supérieur (nombre de gousses/plant supérieur, disponibilité en eau plus importante) par rapport au témoin sol nu.

Conclusions

Eau du sol :

Les données à 25 et 40 cm de profondeur montrent une plus grande disponibilité en eau sur

PHOTOS : CA 04

Photos permettant de visualiser l'effet paillage du CV de seigle mais aussi (photo ci-dessus), la différence entre deux pieds de soja, l'un sans couvert, l'autre avec.

les modalités avec paillage de CV par rapport au témoin sol nu. Cet effet est néanmoins à nuancer du fait de l'année climatique très pluvieuse, pouvant limiter l'expression des avantages du paillage sur ce point.

Adventices :
La population d'adventices et leur développement sont réduits dans les modalités sous CV. Plusieurs paramètres pourraient permettre d'expliquer ce résultat :

- compétition du CV pour les ressources en lumière et les éléments nutritifs, notamment pendant l'interculture,
- effet « paillage » (près de 10 t MS/ha de CV au semis du soja) ayant limité la germination et le développement des adventices,
- potentiels effets allélopathiques des CV.

Les extraits aqueux des CV ont montré de potentiels effets allélopathiques en laboratoire.

CA 04

Rendement de la culture :
Le rendement du soja était dans la moyenne locale pour l'ensemble des modalités, et sans différence significative entre modalités bien que, suite à un CV, le peuplement plus faible ait été compensé par un développement supérieur de la culture par rapport au témoin sol nu.

Ce travail met l'accent sur les services agronomiques rendus par les couverts végétaux pouvant ainsi fournir un levier de gestion complémentaire de la flore adventice. Leur choix, leur réussite et leur adaptation à l'objectif visé en font un élément à part entière de l'itinéraire technique et de la stratégie de désherbage mis en place sur une parcelle.

Rémy KULAGOWSKI (CA 04), Guillaume JOUBERT (agriculteur) et Florian CARLET (stagiaire CA 04)