

CÉRÉALES

Santé des plantes :
en route vers la transition
agroécologique p. 3

Résistance aux herbicides :
une attention de tous
les instants p. 6

Interculture : le faux-semis
au banc d'essai p. 10

Le labour et la rotation,
deux leviers
contre les adventices p. 14

Limaces : une lutte
de longue haleine p. 19

Taupins et zabre,
rester vigilant p. 22

Associations céréales-
protéagineux : une pratique
reconnue en agriculture
biologique p. 24

COLZA

Colza associé : pourquoi
les agriculteurs
franchissent-ils le pas ? p. 30

Gestion des graminées :
les bonnes pratiques p. 32

TOURNESOL

Des atouts à valoriser
dans les rotations p. 34

Une culture
aux débouchés solides p. 36

POIS ET FÉVEROLE

Attention à la pression
précoce des pucerons p. 38

Travail du sol et rotations

maximiser les performances agronomiques



EN ROUTE VERS LA TRANSITION agroécologique

La protection intégrée des cultures, contribuant à mettre en œuvre les principes de l'agroécologie, connaît un développement certain en France. Toutefois, c'est une longue transition qui s'annonce, de nombreuses solutions techniques restant à trouver.



Les progrès les plus notables ont été obtenus par la génétique, les outils d'aide à la décision et de diagnostic, ainsi que par les agroéquipements (ici collecte de la menue paille).

L'Assemblée des Nations Unies a décidé que 2020 serait l'année internationale de la santé des végétaux. Elle vise à susciter « une prise de conscience du grand public et des décideurs sur l'importance de la santé des végétaux pour atteindre les objectifs de développement durable ». Et si la France en profitait pour faire de cet objectif une vraie stratégie ?

Nous avons besoin de protéger les cultures, les pratiques de protection doivent évoluer, la recherche doit avancer plus vite, le développement doit s'emparer des nouvelles solutions pour les rendre accessibles à tous, les citoyens doivent être mieux informés. Une évidence ? Ce n'est pas si simple. La réduction du nombre de produits phytopharmaceutiques conventionnels est inéluctable (*encadré p.4*), mais les alternatives disponibles restent fragmentaires en grandes cultures, ne sont pas toutes accessibles ou ont un

impact économique. Selon les divers systèmes de production (rotations simplifiées ou diversification, travail du sol réduit ou non, avec ou sans couverts, réglementations régionalisées, cahiers des charges plus ou moins restrictifs, etc.), les solutions doivent être multiples pour que chaque exploitant puisse composer « le menu » le mieux adapté à ses objectifs et contraintes.

La prévention des risques, socle de la protection des plantes

L'approche « One Health », mettant en évidence les liens systémiques entre santé humaine, animale et de l'environnement, rencontre un écho croissant au sein des instances officielles, nationales ou internationales. Celles-ci utilisent de plus en plus la terminologie de « santé des plantes » qui n'est pas un concept totalement nouveau. La protection intégrée des cultures (PIC), définie par la Directive européenne de 2009 sur l'utilisation des pesticides (Directive 2009/128/CE), place la prévention des risques comme socle de la protection. Ainsi, un processus décisionnel commun, à trois niveaux, existe pour la santé humaine, animale ou végétale : prévention avant toute chose, diagnostic puis soins en dernier recours. Par exemple, l'implantation de la culture de colza est devenue un socle incontournable de la lutte contre les ravageurs d'automne.

Le schéma de la PIC proposé par Arvalis (*figure 1 p.4*) illustre ces trois niveaux. Il met en avant la nécessaire combinaison des leviers de protection pour ne pas porter atteinte aux résultats techniques, environnementaux et économiques des exploitations.

Un nombre de solutions insuffisant mais qui progresse

Avec moins de produits phytopharmaceutiques disponibles, les leviers alternatifs ou complémentaires sont progressivement mis au point ou redécouverts. Différentes

LA PROFONDE MUTATION DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

L'usage des produits phytopharmaceutiques s'est profondément modifié au cours des dernières décennies. Toutes filières confondues, le nombre de matières actives disponibles en France est passé d'environ 475 en 2000 à 380 aujourd'hui, dont plus de 70 classées en biocontrôle. Entre 1950 et 2010, les doses moyennes homologuées par hectare ont été divisées par 34 et la toxicité moyenne des produits par 8,5 (mesures sur la DJA - Dose Journalière Acceptable, source UIPP 2019). Les substances les plus problématiques pour l'homme ont été progressivement interdites de telle sorte que les catégories toxicologiques CMR1 (cancérogène, mutagène ou reprotoxique de catégorie 1) ne contribuaient plus qu'à 2 % de l'indicateur de suivi du plan Ecophyto en 2017 et leur vente a encore baissé de 15 % en 2018 (source Ecophyto, notes de suivi 2017 et 2018-2019). Par ailleurs, les conditions d'emploi des produits autorisés sont plus restrictives afin de réduire leurs effets sur la santé et l'environnement, ce qui complique leurs utilisations.

L'innovation est toujours assez active mais ne compense pas le nombre des substances qui disparaissent. À titre d'exemple, le maïs a perdu 15 % des substances autorisées en France sur les treize dernières années et la lutte contre les ravageurs d'automne sur colza ne repose, dans beaucoup de régions, que sur une seule substance active. Cette tendance va se poursuivre. Toutes filières confondues au niveau européen, sur les 479 substances actives actuellement autorisées, 75 % sont encore en cours de réévaluation. Cinq pourcents de ces substances présentent des critères d'exclusion potentiels et 10 % sont candidates à la substitution.

Dans un tel contexte, la part des produits qualifiés en France de produits de biocontrôle progresse. On comptait 45 molécules dans la liste biocontrôle en 2015, contre 73 en janvier 2020.

ressources documentaires rendent compte des avancées opérationnelles de la recherche appliquée en protection des cultures (*ecophytopic.fr, vegephyl.fr, contratsolutions.fr, arvalis-infos.fr, terresinovia.fr...*).

Ces cinq dernières années, les progrès les plus notables ont été obtenus par la génétique (résistances vis-à-vis des maladies notamment), les outils d'aide à la décision et de diagnostic et les agroéquipements. En grandes cultures, le biocontrôle se développe mais le nombre de produits autorisés est encore loin de couvrir toutes les cibles majeures (*Retrouvez sur <http://arvalis.info/1sv> le tableau complet des produits de biocontrôle actuellement autorisés sur les grandes cultures*). Les efficacités de ces nouvelles solutions de protection des plantes sont aussi plus variables ; il est nécessaire de consulter les publications régulières des instituts techniques pour évaluer leurs intérêts dans chaque situation.

Des axes de recherche doivent être intensifiés, notamment autour des effets du changement climatique, des résistances génétiques (ravageurs, gestion paysagère...) ou des interactions entre micro-organismes et plantes. Les innovations technologiques (capteurs, pulvérisation précise), ou encore les biostimulants et les plantes de service, ne sont pas en reste (*figure 1*).

Il nous faut encore progresser, collectivement, afin d'élargir la gamme des solutions opérationnelles et leur diffusion. C'est ainsi que chaque exploitation pourra s'engager, de manière responsable et adaptée à sa situation, par la combinaison de leviers, dans la très attendue transition agroécologique.

PROTECTION INTEGREE DES CULTURES : un processus décisionnel à trois niveaux

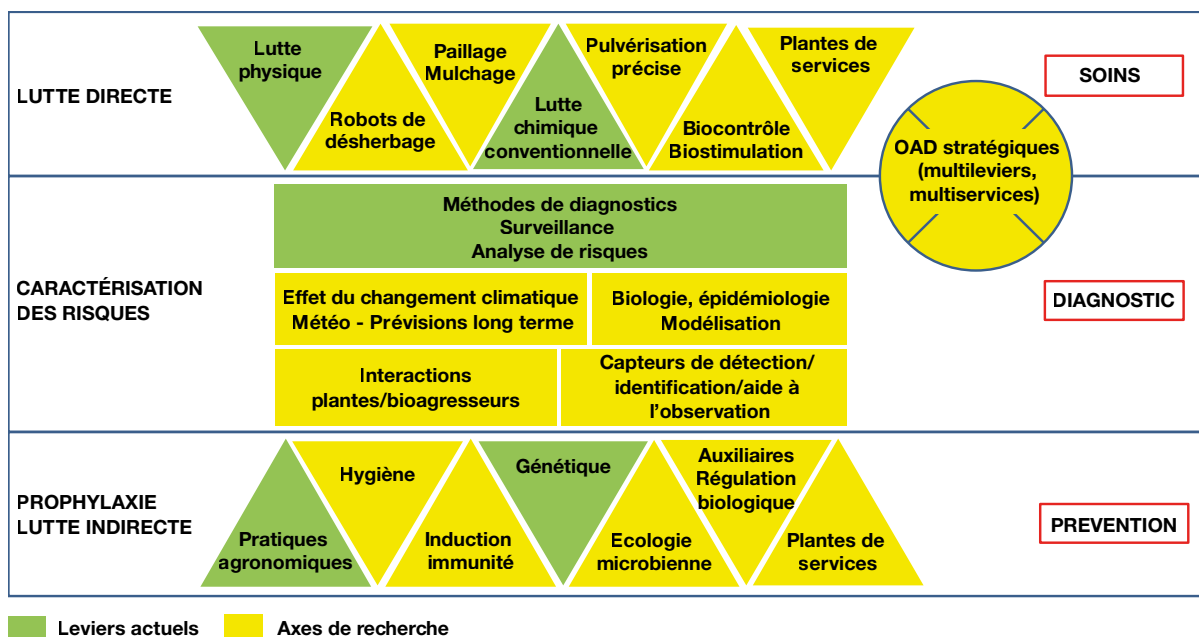


Figure 1 : Les leviers de la protection intégrée des cultures et les axes de recherche à développer.

UNE ATTENTION de tous les instants

Les populations de graminées adventices résistantes aux herbicides sont en augmentation depuis de nombreuses années. Plus récemment, ces résistances se développent de façon préoccupante sur les dicotylédones. Tous les moyens d'action doivent être mobilisés.



Alterner les modes d'action des herbicides et utiliser un maximum de leviers agronomiques sont indispensables pour réduire la pression des adventices sur les cultures.

Une adventice est dite résistante dès lors qu'un herbicide utilisé à la dose supposée efficace ne contrôle plus les populations et que ses caractères de résistance sont acquis par sa descendance. Les antigraminées appartenant aux familles des « fop », « dime » et « den » (groupe de mode d'action HRAC A) et les sulfonylurées (groupe HRAC B) sont principalement touchées par ce problème. Néanmoins, les cas de dicotylédones résistantes se multiplient ; d'autres modes d'action, comme le groupe O (2.4D) sur coquelicots ou le groupe K3 (flufénacet) sur ray-grass, voient leur efficacité diminuer.

Deux principaux types de résistance

La résistance à un herbicide est un phénomène naturel et spontané (les populations résistantes sont ensuite « sélectionnées » par l'utilisation des herbicides). Elle peut être définie comme un mécanisme généralement

simple, transmissible à au moins une partie de la descendance, qui donne la capacité à une plante de supporter des doses létales pour les autres individus de l'espèce. Deux grands types de résistance se distinguent - même s'il en existe d'autres, beaucoup moins fréquents :

- la mutation de cible, une mutation génétique qui concerne directement le site d'action de l'herbicide (généralement une enzyme), ce dernier ne peut alors plus se fixer et ne peut agir ;
- la résistance par détoxication, dans ce cas la substance active herbicide est dégradée dix à vingt fois plus qu'une plante sensible, rendant son action nulle ou très limitée. Dans la mesure où il s'agit d'une dégradation, elle s'exprime à des niveaux extrêmement variables. Par ailleurs, cette résistance interfère sur l'action de multiples herbicides, sans lien particulier entre eux. Ce type de mécanisme est probablement le plus répandu chez les graminées résistantes aux inhibiteurs de l'ALS.

CALCULER LES RISQUES DE RÉSISTANCE

R-SIM (www.r-sim.fr) est un outil d'aide à la décision qui s'appuie sur les recommandations du HRAC* et sur l'expertise des instituts techniques de grandes cultures. Il évalue le risque d'apparition de résistances aux herbicides selon la flore présente, la rotation et les produits employés. Le principe est d'attribuer des niveaux de risque, en fonction des pratiques, et de proposer des voies d'amélioration (de diminution du risque) en fonction de la situation de départ.

*Herbicide Resistance Action Committee

Dans les deux cas, l'alternance des modes d'action et des familles chimiques utilisés minimise les risques d'apparition de populations résistantes, sans garantie toutefois que cela soit suffisant. Ce premier principe à mettre en œuvre doit être complété par d'autres leviers, agronomiques notamment.

Différents facteurs de risque

Au sein d'une parcelle, la présence de plantes résistantes est d'autant plus probable que l'infestation est importante. Il convient d'être vigilant sur les apports « extérieurs », en particulier lors de la récolte, au moment du passage de la moissonneuse-batteuse entre deux parcelles.

La vitesse du développement de la résistance des adventices aux herbicides dans une parcelle dépend de plusieurs facteurs, liés aux plantes elles-mêmes mais aussi aux pratiques culturales. Ainsi, des plantes allogames - qui reçoivent du pollen d'un autre individu pour qu'il y ait fécondation - présentent des fréquences d'apparition de résistance supérieures aux plantes autogames, du fait d'un brassage génétique plus important. La fréquence des individus résistants dans la population originelle, de même que la densité des mauvaises herbes, sont des facteurs aggravants. En théorie, plus la population est importante, plus la probabilité d'apparition d'individus résistants est importante.

L'utilisation trop fréquente d'herbicides ayant le même mode d'action entraîne une pression de sélection élevée. Cela favorise la survie d'individus présentant une meilleure adaptation à ces traitements. De même, une modulation de dose, peu efficace sur la population à gérer, contribue à l'apparition de résistances.

D'un point de vue agronomique, des rotations courtes, voire simplifiées (monoculture par exemple) créent une pression de sélection extrêmement importante sur les adventices. On observe alors une réduction du nombre de leurs espèces, qui s'adaptent également plus facilement au milieu dans lequel elles se trouvent.

La résistance des adventices aux herbicides est un phénomène directement lié à l'historique de la parcelle (pratiques culturales, application d'herbicides...). Chaque cas

de résistance n'est pas imputable à un paramètre précis. L'apparition d'une résistance est aléatoire, sur le plan spatial comme temporel; c'est l'application d'un même mode d'action qui la met en lumière.

Réduire la pression des adventices

La lutte préventive est basée sur une bonne gestion agronomique des parcelles : assolement équilibré (alternance de cultures d'hiver et de printemps), travail du sol en interculture et à l'implantation, alternance des familles d'herbicides. Des outils d'aide à la décision calculent un risque d'apparition de résistance en fonction des facteurs agronomiques et des herbicides utilisés (*encadré*).

En situation d'échec d'efficacité, ne pouvant être expliqué par de mauvaises conditions d'application (conditions météo défavorables, stade des adventices non adapté à la période de traitement, levées ultérieures à l'application, dose d'herbicide trop faible...), une résistance peut être suspectée. Certains indices, tel que la présence à proximité dans la parcelle de plantes détruites par l'herbicide et de plantes indemnes, augmentent la probabilité de cette hypothèse.

Dans ce cas, des mesures s'imposent pour maîtriser la population résistante et éviter de la disséminer dans d'autres parcelles : diversifier la rotation et inclure des cultures de printemps (ou des cultures d'hiver pour la résistance d'adventices estivales, type ambrosie), labourer

après un échec de désherbage (surtout en graminées), réaliser des déchaumages superficiels ou des faux-semis et détruire toutes les levées avant le semis, utiliser des herbicides appartenant à d'autres

groupes de mode d'action que celui mis en cause, récolter en dernier une parcelle infestée d'adventices résistantes (graminées, ambrosie...) et nettoyer la moissonneuse-batteuse après la récolte.

Ces mesures ont pour objectif de diminuer la pression des adventices et *in fine* le risque de développement de populations résistantes. C'est la première stratégie à mettre en œuvre avant de désherber.

Ajuster les herbicides

Face à un problème de résistance dans une parcelle, le premier réflexe est d'identifier le mode d'action concerné ou la substance qui ne fonctionne plus. Idéalement, il ne faut plus l'utiliser - sauf si elle est indispensable pour contrôler d'autres adventices non concernées par la résistance, comme les coquelicots résistants aux sulfonylurées dont l'utilisation reste indispensable en cas de présence de carotte sauvage.

Ensuite, il convient de mettre en œuvre des programmes de désherbage (plusieurs passages) avec des modes d'action différents. Le succès de cette stratégie dépend aussi de l'absence de résistance croisée entre les her-

« L'apparition d'une résistance est aléatoire, sur le plan spatial comme temporel. »





L'utilisation fréquente d'herbicides ayant le même mode d'action favorise la survie des adventices présentant une meilleure adaptation aux traitements utilisés.

bicides utilisés. Par exemple, contre des vulpins résistants aux sulfonylurées (groupe HRAC B), on appliquera un traitement de base à l'automne sur céréale (Fosburi, Pontos, Mercure, CTU, Defi, Trooper...), associé éventuellement à un rattrapage de sortie d'hiver (Axial pratic). Dans les situations les plus difficiles (vulpins résistants aux groupes B et A), le programme d'automne est indispensable (prélevée puis postlevée précoce). Cela passe aussi par un désherbage efficace en colza avec une application de prélevée et/ou de postlevée avec propyzamide (Kerb Flo).

Une autre stratégie est celle des « mélanges » qui consiste à combiner au moins deux herbicides ayant des modes d'action différents. Il s'agit ainsi d'exposer les adventices simultanément à plusieurs herbicides qui les contrôlent efficacement. Cette stratégie repose sur la très faible probabilité de voir apparaître une double

résistance. Cependant, son coût peut être un frein, les herbicides devant être utilisés à leurs doses efficaces, généralement à pleine dose. En cas de sous dosage de chacun des produits, cette stratégie anti-résistance est plus discutable.

Veiller constamment à la maîtrise du salissement

Les pratiques favorables à la gestion et à la prévention des populations résistantes sont assez bien connues des agriculteurs. Cependant leur mise en œuvre, souvent chronophage et coûteuse, limite leur utilisation, en particulier dans les grandes exploitations. Elles impliquent aussi une certaine prise de risque.

Si les mesures de gestion agronomique sont efficaces sur beaucoup de graminées, il n'en va pas de même pour la plupart des dicotylédones. Leur biologie, notamment leur production grainière importante et la persistance des semences dans le sol, réduisent les actions de ces leviers.

Concernant le désherbage chimique, il est primordial d'appliquer les produits dans les meilleures conditions : éviter les modulations de doses insuffisamment efficaces, respecter les stades d'applications et les bonnes conditions d'hygrométrie et de température. Prévenir le risque de résistance, chez les graminées comme chez les dicotylédones, impose une alternance rigoureuse des modes d'action herbicide. Cette alternance doit se faire à l'échelle d'une culture (herbicides en programme ou en association) mais aussi à l'échelle de la rotation. Les agriculteurs et les conseillers agricoles n'ont pas toujours une connaissance parfaite des modes d'action associés aux différents herbicides. Cette information mériterait un affichage clair sur les bidons et les notices techniques.

La gestion préventive de la résistance repose sur un équilibre précaire, entre systèmes de culture diversifiés, utilisation d'herbicides de modes d'action différents et performances technico-économiques. Les exigences réglementaires, comme la sortie annoncée du glyphosate (groupe HRAC G - unique), réduisent la diversité des modes d'action. Un report sur un nombre plus restreint de produits, comme les herbicides du groupe HRAC O, entraîne un réel risque de progression rapide des populations résistantes.

Plus que jamais, il est nécessaire de veiller constamment à la maîtrise du salissement des parcelles en utilisant toutes les marges de manœuvres possibles (éviter les montées à graines, lots de semences propres, nettoyage attentif du matériel...).



Retrouvez davantage de précisions sur l'application de la protection intégrée des cultures dans le dossier de *Perspectives Agricoles* du mois de juin 2020.

LE FAUX-SEMIS au banc d'essai

Pendant l'interculture, divers leviers peuvent être mobilisés pour gérer les adventices. Les résultats de douze essais d'Arvalis et de Terres Inovia ont été compilés pour essayer d'identifier les stratégies de travail du sol les plus efficaces pour maîtriser les adventices.

L'interculture est une période propice à la mise en œuvre de leviers d'action sur le stock semencier, tels que le labour ou la réalisation de faux-semis. Cependant, le développement des couverts d'interculture, que ce soit pour des raisons agronomiques ou réglementaires, peut complexifier la mise en œuvre de ces leviers, et tout particulièrement du faux-semis. La présence du couvert peut aussi avoir un impact direct sur la flore adventice. Des références étaient nécessaires pour mieux identifier quelle stratégie adopter à l'interculture pour une bonne gestion des adventices : faut-il privilégier le travail mécanique ou la couverture des sols ?

Dans ce contexte, plusieurs essais ont été mis en place par Arvalis et Terres Inovia, en 2007 et 2008 puis en 2015 et 2016 dans le cadre du projet COSAC⁽¹⁾ (Gestion des adventices dans un contexte de changement) pour évaluer plusieurs de ces stratégies et leviers de gestion des adventices. Les essais ont concerné plusieurs intercultures différentes : blé – blé (cinq essais), colza – blé (quatre essais), féverole – blé (un essai), blé

– orge de printemps (un essai) et blé – tournesol (un essai). La flore présente est principalement constituée de graminées (ray-grass ou vulpin) dans dix essais sur douze, et de géranium dans un essai.

Ces essais comparent plusieurs stratégies de gestion de l'interculture qui se distinguent par l'introduction ou non d'un couvert, par le recours ou non aux déchaumages et par la réalisation ou non d'un faux-semis ; plusieurs dates de réalisation ont été comparées. La densité d'adventices par espèce a été observée à l'interculture à plusieurs reprises, puis dans la culture suivante (avant le désherbage de postlevée), grâce à des comptages au cadre.

Le faux-semis favorise les levées de graminées en interculture

À l'interculture, les résultats sont variables selon les essais, les espèces adventices présentes et les conditions météo. D'une façon générale, les opérations de déchaumage ou de pseudo labour n'ont pas beaucoup d'impact sur les levées d'adventices.



Ce regroupement d'essais étudiait notamment l'effet d'un seul faux-semis réalisé en fin d'été/automne sur la densité d'adventices dans la culture suivante (le plus souvent du blé).

GÉRANIUMS ET REPOUSSES DE COLZA : l'absence de travail favorise les levées

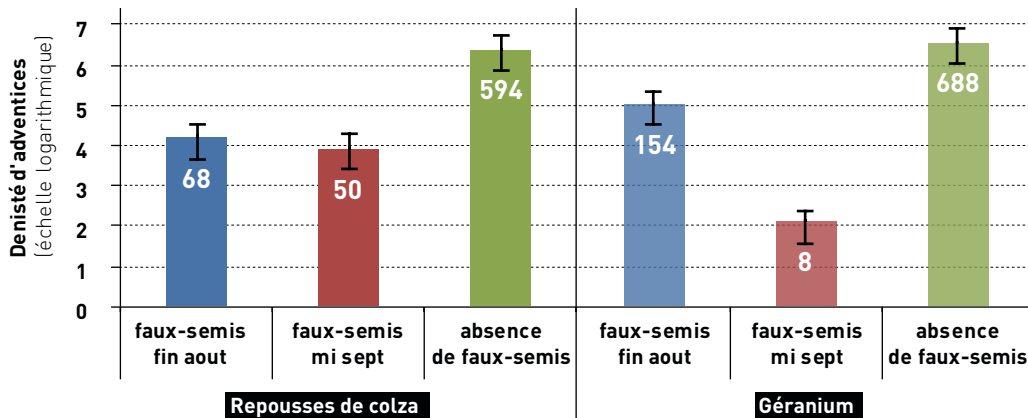


Figure 1 : Nombre moyen de repousses de colza (à gauche) et de levées de géraniums (à droite) pendant l'interculture en fonction de la date de réalisation du faux-semis pendant cette même interculture. Essai Terres Inovia dans l'Indre (comptage le 5 octobre).

Concernant le faux-semis, les résultats sont directement liés à la flore présente. Ainsi l'absence de tout travail du sol à cette période maximise les levées de colza et de géranium. Un faux-semis avant une pluie fait tout de même lever beaucoup de géraniums mais il réduit fortement les levées de repousses de colza (figure 1). À l'inverse, les levées de vulpin et ray-grass sont plus nombreuses après un travail du sol très superficiel positionné peu de temps avant des pluies et après la mi-août (figure 2), comme l'indiquent les résultats statistiquement significatifs de sept essais sur dix. L'absence d'effet significatif dans trois autres essais est imputable à une infestation insuffisante, à une méthodologie inadaptée ou à des conditions météorologiques défavorables aux levées. De fait, l'efficacité du faux-semis dépend énormément de l'état d'imbibition des semences.



Les levées de repousses de colza et de géranium sont maximisées en l'absence de tout travail du sol estival.

© TERRES INOVIA

Pas d'effet de la conduite de l'interculture sur la céréale suivante

Dans la grande majorité des essais, qui, toutefois, portent seulement sur un an, les modalités de gestion de l'interculture n'ont pas d'effet significatif sur la densité d'adventices (principalement des vulpins et ray-grass) observées dans la culture suivante - souvent une céréale.

Un seul essai (Terres Inovia, dans le Tarn-et-Garonne) montre une densité d'adventices en culture significativement plus faible dans la modalité avec un faux-semis efficace par rapport à l'absence de faux-semis. On s'attendrait alors à ce que, plus il y a eu de levées d'adventices pendant l'interculture, moins il y en ait dans la culture suivante. Or ce n'est pas le cas : la modalité sans faux-semis a déstocké autant que la modalité avec un faux-semis efficace. De fait, on ne voit pas dans cet essai, pas plus que dans les autres essais, de corrélation entre la densité d'adventices en culture et les quantités d'adventices levées à l'interculture (figure 3 p. 12).

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer l'absence de relation entre levées en interculture et dans la culture suivante. Le comptage des levées en interculture pourrait considérablement sous-estimer l'efficacité du faux-semis puisqu'il manque les semences germées qui meurent

VULPINS ET RAY-GRASS : un faux-semis les fait efficacement lever

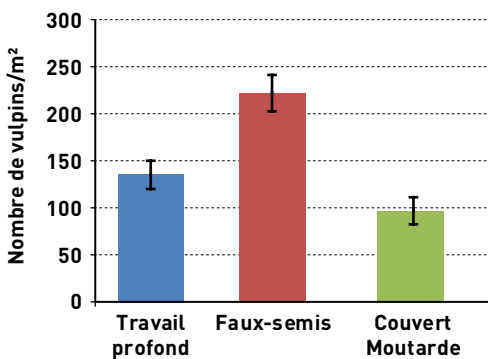
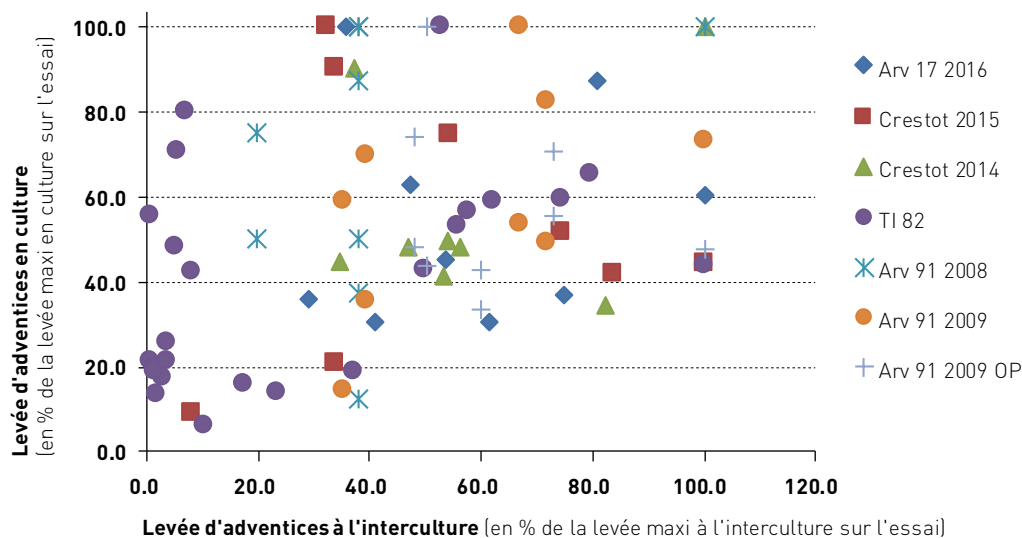


Figure 2 : Densité de vulpins à l'interculture en fonction de la conduite de l'interculture. Essai Arvalis en Charente-Maritime (comptage le 9 octobre). Travail profond : déchaumeur à disque indépendants à 20 cm. Faux-semis : herse rotative à 5 cm.

DENSITÉ D'ADVENTICES : l'efficacité des levées à l'interculture n'influence pas le niveau d'infestation en culture



avant de lever ou avant le comptage. En effet, les germinations non viables sont fréquentes en été où des périodes humides et sèches s'alternent.

Le déstockage de semences réalisé pendant l'interculture (par mise en germination puis destruction) ne concernerait qu'une toute petite proportion du stock semencier total. Les levées d'adventices lors du faux-semis sont de l'ordre de 24 à 1600 plantes/m², alors qu'à titre d'exemple, le nombre de graines tombées au sol le jour de la moisson a été estimé à 23 000 graines/m² dans un essai sur la récolte des menues pailles pour une infestation initiale moyenne de 27 plantes/m². Il n'est donc pas surprenant de ne pas voir d'effet après un seul faux-semis une seule année.

Le faux-semis d'automne et les observations n'ont pas été poursuivis les années suivantes, or des effets après plusieurs années de réalisation de faux-semis ont été observés dans d'autres études. De plus, l'effet de plusieurs faux-semis lors d'un même automne n'a pas été étudié ici. Par ailleurs, certaines espèces adventices qui lèvent en culture ne sont pas impactées par le faux-semis à l'interculture car celui-ci est réalisé en dehors de leur période préférentielle de levée.

Le faux-semis permet de faire lever et de détruire cer-

taines graines, mais peut aussi influencer sur la dormance, avec des conséquences difficilement prévisibles sur la levée dans la culture suivante ou encore sur l'augmentation de la persistance des semences, etc.

Un effet des couverts peu évalué

La présence de couvert (culture intermédiaire semée ou repousses de colza) à l'interculture n'a pas eu de conséquences sur l'enherbement dans la culture suivante. Il faut toutefois noter que, dans ces essais, la levée et le développement des couverts ont généralement été décevants, la levée du couvert étant très dépendante des pluies d'été en interculture courte. Par ailleurs, si l'objectif est de faire lever un maximum d'adventices en interculture pour réduire le stock semencier, un couvert d'interculture est moins adapté qu'un travail très superficiel (*figure 2 p. 11*).

Ces essais n'ont pas mis en évidence une stratégie unique à adopter à l'interculture, du fait de la diversité des contextes pédoclimatiques et floristiques. Toutefois, l'arrivée d'une pluie après un travail superficiel favorise grandement les levées d'adventices à l'interculture.

Des analyses complémentaires sont nécessaires pour tenter d'identifier les facteurs qui conditionnent le niveau de réussite de chaque technique selon l'espèce adventice ciblée : pluviométrie, nombre de faux-semis, délai entre la récolte précédente et le premier travail du sol, délai entre le dernier travail du sol et l'implantation de la culture... Il faudrait aussi évaluer l'efficacité de plusieurs faux-semis par interculture, répétés plusieurs années.

Néanmoins, au vu de la variabilité des résultats, il ne faut pas attendre de résultats immédiats d'un seul faux-semis à l'automne. Afin d'obtenir une bonne gestion des graminées avant culture d'automne, il est sans doute plus sûr et rapide de miser sur le choix de la rotation et le raisonnement du travail du sol.

(1) Projet ANR-15-CE18-000.



LE LABOUR ET LA ROTATION, deux leviers contre les adventices

L'analyse de quatre ans d'essais à la station d'Arvalis de Boigneville (91) a établi l'impact à long terme de différents types de travail du sol et de la présence ou non de couverts végétaux en interculture sur la gestion des adventices.

Dans le contexte actuel de réduction des produits phytosanitaires, les leviers agronomiques d'action sur les adventices sont de plus en plus importants. Arvalis a donc entrepris d'analyser l'impact du travail du sol et des cultures intermédiaires sur la flore adventice en fin de cycle des cultures marchandes en s'appuyant sur les données des quatre essais « Travail du sol » de longue durée présents entre 2012 et 2017 sur la station expérimentale de Boigneville (Essonne, France). Depuis 2017, un essai a d'ailleurs été réorienté vers la thématique de la gestion des adventices.

Des rotations bien distinctes

Les essais A1, E, A2 et C ont été conduits sur un plateau aux sols limono-argileux assez profonds sur calcaire dur. Leurs conduites sont assez proches mais leur rotation culturale est propre. Chaque année, toutes les cultures de la rotation étaient présentes simultanément sur des parcelles distinctes dans les essais A1 et A2 ; en revanche, il n'y avait qu'une culture par an dans E et C. Les essais comparent deux à trois modes d'implantation des cultures : un labour annuel à 20 cm, un semis direct avec une perturbation du sol limitée à la ligne de semis et, selon les essais, une technique culturale simplifiée (TCS). Certains essais étudient aussi l'impact d'une culture intermédiaire.

Sur l'essai A1, débuté en 1971, une rotation courte Maïs grain-Blé tendre d'hiver a été mise en place. Les trois types de travail du sol y sont étudiés, dont un travail superficiel entre 5 et 10 cm en TCS. La comparaison avec ou sans culture intermédiaire a eu lieu de 2002 à 2016, avant le maïs.

L'essai A2 comporte une rotation Betterave sucrière-Blé tendre d'hiver-Oléagineux-Orge de printemps. L'essai C a été conduit en monoculture de blé de 1971 à 2010, puis mis en rotation en 2011 avec du pois de printemps, suivi par l'enchaînement Colza-Blé tendre d'hiver-Orge de printemps-Maïs grain-Blé tendre d'hiver jusqu'en 2016. Ces deux essais testent les mêmes modes de travail du sol que l'essai A1. Des couverts ont été introduits en interculture pour chaque modalité et détruits en entrée d'hiver avant les cultures de printemps.

L'essai E a accueilli sur la période 2012-2016 une rotation longue Féverole d'hiver-Blé tendre d'hiver-Orge de printemps-Maïs grain-Blé tendre d'hiver. Il étudie l'effet du semis direct et du labour, avec ou sans déchaumage sous labour, sans ou avec des couverts d'interculture de crucifères ou de légumineuses.

Les pratiques impactant le désherbage (dates de semis, herbicides...) sont les mêmes dans chacune des moda-



Dans les essais travail du sol de longue durée de Boigneville (91), la flore adventice est très largement influencée par la rotation culturale et le mode de travail du sol.



lités évaluées dans ces essais. La seule exception concerne les herbicides appliqués à l'interculture, utilisés seulement si le besoin s'en faisait sentir.

L'espèce et la densité de chaque espèce d'adventice présente ont été relevées en fin de cycle des cultures marchandes. Un comptage au cadre a été effectué de 2012 à 2017 (les adventices sont dénombrées sur 6 à 12 cadres de 0,25 m² par parcelle élémentaire). La méthode Barralis a aussi été appliquée en 2017. Pour celle-ci, l'ensemble des espèces présentes sont relevées dans chaque parcelle élémentaire, en renseignant leur stade de développement (6 classes) et leur densité (8 classes) ; les densités prises en compte dans l'analyse sont alors la valeur moyenne de la classe.

La densité totale d'adventices est plus élevée en semis direct qu'en labour

Le type de travail du sol a un effet majeur sur la densité totale des adventices dans les essais de Boigneville (*figure 1 p.16*) : plus le travail du sol s'intensifie, plus le nombre d'adventices au mètre carré est faible. Le labour permet d'enfouir en profondeur les semences dans des conditions défavorables à leur germination et à leur levée. Cet effet a été observé dans tous les essais sauf l'essai C, où l'ancienne monoculture de blé a fait place à une rotation longue et diversifiée. Dans cet essai, la densité totale moyenne d'adventices est toujours plutôt faible mais semble un peu plus élevée en labour (5,8 plantes/m²) qu'en techniques culturales simplifiées et qu'en semis direct (respectivement 2,5 et 2,7 plantes/m²).

Les densités d'adventices observées en techniques culturales simplifiées obtiennent, dans ces essais, généralement des valeurs intermédiaires entre celles observées en labour et en semis direct. De fait, le travail du sol sur une profondeur de 5-10 cm peut inhiber la germination d'une partie des adventices ou les exposer à la surface en conditions défavorables.

DENSITÉ D'ADVENTICES : le labour contrôle mieux l'enherbement

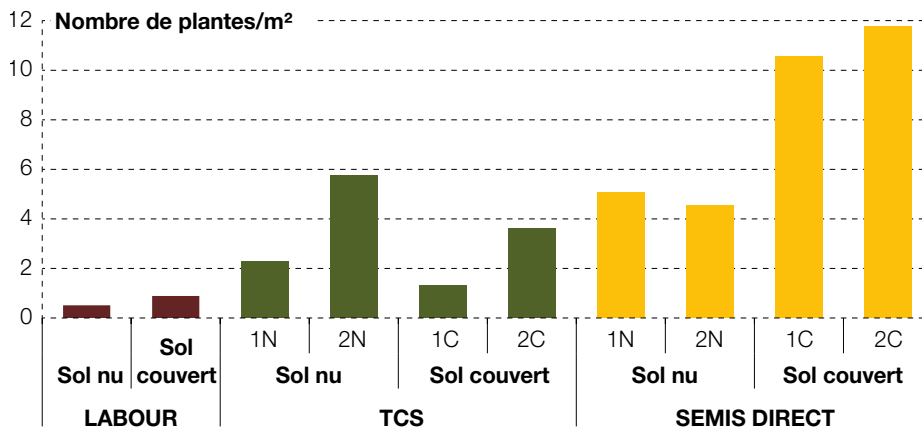


Figure 1 : Densité totale moyenne des adventices présentes dans l'essai A1 de 2012 à 2015. Labour annuel à 20 cm. TCS : travail superficiel entre 5 et 10 cm. C/N : avec/sans couvert intermédiaire ; 1C/2C : destruction précoce/tardive du couvert ; 1N, 1C : avec travail du sol en entrée d'hiver ; 2N, 2C : sans travail du sol en entrée d'hiver.

EFFETS SELON LE TYPE BIOLOGIQUE ET LA FAMILLE : le labour diminue la densité des annuelles

| Essais | Type de travail du sol | Type biologique | | | | Familles | | | |
|--------|------------------------|-----------------|-----------|-----------|---------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| | | Dicotylédones | Graminées | Annuelles | Vivaces | Dicotylédones annuelles | Dicotylédones vivaces | Graminées annuelles | Graminées vivaces |
| A1 | Labour | 0,70 | 0,26 | 0,80 | 0,16 | 0,54 | 0,16 | 0,26 | 0 |
| | TCS | 1,20 | 1,21 | 2,16 | 0,27 | 0,94 | 0,26 | 1,21 | 0 |
| | Semis direct | 2,62 | 6,92 | 8,76 | 0,78 | 1,86 | 0,77 | 6,92 | 0 |
| E | Labour | 10,02 | 0,08 | 9,58 | 0,26 | 9,40 | 0,25 | 0,07 | 0 |
| | TCS | Pas de valeurs | | | | Pas de valeurs | | | |
| | Semis direct | 23,89 | 0,38 | 24,02 | 0,25 | 23,63 | 0,25 | 0,38 | 0 |
| A2 | Labour | 2,91 | 0,19 | 2,80 | 0,27 | 2,64 | 0,27 | 0,16 | 0 |
| | TCS | 5,00 | 0,74 | 4,99 | 0,66 | 4,35 | 0,66 | 0,64 | 0 |
| | Semis direct | 10,57 | 0,55 | 10,38 | 0,68 | 9,86 | 0,68 | 0,52 | 0 |
| C | Labour | 3,76 | 2,00 | 5,27 | 0,46 | 3,27 | 0,46 | 2,00 | 0 |
| | TCS | 1,37 | 1,13 | 2,20 | 0,07 | 1,13 | 0,07 | 1,07 | 0 |
| | Semis direct | 1,69 | 1,00 | 2,58 | 0,11 | 1,64 | 0,04 | 0,93 | 0,07 |
| Moy | Labour | 4,35 | 0,63 | 4,61 | 0,29 | 3,96 | 0,29 | 0,62 | 0 |
| | Semis direct | 9,69 | 2,21 | 11,43 | 0,46 | 9,25 | 0,44 | 2,19 | 0,02 |

<0,49 plantes/m²
 1 < pl/m² < 2,99
 7 < pl/m² < 49,99
 0,5 < pl/m² < 0,99
 3 < pl/m² < 6,99
 ≥50 pl/m²

Tableau 1 : Densités totales moyennes obtenues (en plantes/m²) selon le type de famille (graminée ou dicotylédone) et le type biologique (annuelle ou vivace) dans les quatre essais du travail du sol de longue durée de Boigneville de 2012 à 2017.

Globalement, les couverts d'interculture ne montrent que peu ou pas d'effet sur l'enherbement en fin de cycle de la culture qui suit. Dans l'essai A1, il y a, en tendance, un peu plus d'adventices après un couvert dans la modalité « semis direct ». Et dans l'essai E, les densités obtenues sous semis direct après un couvert de crucifères tendent à être supérieures à celles observées après un couvert de légumineuses ; dans cet essai, aucun effet significatif du déchaumage n'a été observé.

Des différences selon le type biologique et le type de famille des adventices

L'impact du travail du sol diffère selon le type biologique et la famille des adventices (tableau 1).

Les adventices vivaces (principalement du liseron des champs et du pissenlit) étaient peu nombreuses dans tous les essais. Il n'y a pas eu d'effet significatif des différents modes de gestion du sol sur leur densité. Néanmoins cette densité semble avoir été un peu plus faible en labour dans la plupart des essais, notamment en pissenlit dans l'essai A2 - sauf dans la rotation Colza-Blé tendre d'hiver-Orge de printemps-Mais grain-Blé tendre d'hiver de l'essai C. Le labour affaiblit les vivaces via ses actions d'enfouissement, de fractionnement et de destruction de leurs organes végétatifs.

Le labour a un effet plus prononcé sur les espèces annuelles, car il enfouit leurs semences - sachant que, pour 85 % des

annuelles, celles-ci ne germent qu'en surface. Les graminées comme les dicotylédones annuelles ont été favorisées par le semis direct et défavorisées par le labour.

Les techniques culturales simplifiées ont abouti à des populations d'adventices intermédiaires. Par exemple, dans l'essai A1 qui contenait le plus de graminées annuelles mais moins d'espèces différentes de graminées que de dicotylédones, la densité des graminées annuelles en techniques culturales simplifiées tend à être au-dessous des valeurs du semis direct.

Le labour diminue l'abondance de toutes les espèces sauf de certaines vivaces

En moyenne, le labour diminue la pression de toutes les espèces adventices, à l'exception de certains dicots (renouées et véroniques). Ainsi, dans l'essai A1, la densité des graminées (panics et sétaires) a augmenté avec la réduction du travail du sol, tout comme celles du liseron des champs, du gaillet gratteron et du laiteron. De même, les renouées (principalement la renouée liseron) sont un peu plus denses en techniques culturales simplifiées qu'en labour.

Dans l'essai E où dominaient le séneçon commun et le gaillet gratteron, ces espèces ont été bien plus nom-



Les couverts végétaux montrent un impact sur les adventices pendant l'interculture mais beaucoup moins dans les cultures suivantes.

© G. Labrauche - ARVALIS - Institut du végétal

breuses en semis direct, bien que présentes aussi sur labour ; de même, les densités du laiteron et du raygrass ont augmenté avec la réduction du travail du sol. Au contraire, les renouées et véroniques ont affiché des densités plus élevées en labour qu'en semis direct. En revanche, le type de travail du sol n'a pas influencé les densités des chénopodes, mourons des champs et moutilles noires.

Dans l'essai A2 où dominaient le séneçon commun, et dans une moindre mesure le gaillet gratteron et les laitérons, leurs densités ont été de plus en plus élevées avec la réduction du travail du sol, tout comme celles des pissenlits, amarantes, pâturins et chénopodes, beaucoup moins nombreux toutefois. Contrairement à l'essai A1, dans cet essai, les densités des renouées ont été les plus élevées en techniques culturales simplifiées.

fiées, et les densités de la morelle noire, en labour. Dans l'essai C, le ray-grass et le gaillet-gratteron dominaient ; leurs densités ont été paradoxalement plus élevées en labour qu'en l'absence de labour, de même que celles des mourons, de la morelle noire, du liseron des champs et des laitillons. Seuls les chénopodes voient leurs densités diminuer avec le labour.

La richesse en espèces diminue avec les labours répétés

Outre la rotation (*encadré*), le travail du sol et les caractéristiques propres à chaque espèce expliquent aussi la richesse en espèces d'un milieu donné. Celle-ci diminue avec le labour (*tableau 2*), qui diminue aussi la pression de toutes les espèces adventices, à l'exception de certaines dicotylédones (renouées et véroniques).

De fait, par son action d'enfouissement, le labour sélectionne les espèces d'adventices capables de survivre aux conditions qu'il crée. Par exemple, les espèces à forte persistance seront ramenées à la surface au prochain labour et pourront ainsi germer, de même que celles à grosses graines, qui ont la capacité de germer en profondeur - jusqu'à 7 cm pour les renouées.

Ainsi, la richesse spécifique est plus élevée en semis direct qu'en labour dans tous les essais sauf dans l'essai C. L'effet des couverts sur cette richesse n'est pas visible dans les essais.

L'essai A évolue

Depuis 2017, l'essai A (ex-A1 et A2) est arrêté et se prépare à explorer, de 2019 à 2024, les adaptations des systèmes de culture à mettre en œuvre pour répondre aux nouveaux contextes technique et réglementaire dans le domaine du désherbage. Ces adaptations seront déclinées pour différents systèmes de travail du sol, et leurs impacts sur la flore adventice et le sol, mais aussi sur la faisabilité et la rentabilité, seront évalués.

Dans le nouveau dispositif, les essais A1 et A2 fusionnent pour accueillir une rotation longue Betteraves-Orge de printemps-Maïs grain-Blé tendre d'hiver-Colza-Blé tendre d'hiver, avec irrigation. Deux cultures sur les six de la nouvelle rotation seront présentes chaque année. L'essai inclura quatre répétitions, deux prenant place sur les parcelles de l'ex-A1 et deux sur les parcelles de l'ex-A2, qui présentent des flores adventices initiales différentes.

Cinq systèmes seront testés dans l'essai, se différenciant par la profondeur maximale du travail du sol dans la rotation et le niveau d'usage des herbicides. Ils mobiliseront dans des proportions variées de nombreux leviers : labour, scalpage, faux-semis, faible bouleversement du sol au semis, désherbage mécanique, décalage de la date de semis, cultures ou couverts couvrants, fertilisation azotée au semis de cultures nitrophiles, herbicides...

UNE FLORE ADVENTICE TRÈS DÉPENDANTE DE LA ROTATION CULTURALE

La rotation culturale est un levier majeur de la gestion de la flore adventice. Elle est notamment très importante dans les systèmes de culture où le travail du sol est limité (agriculture de conservation).

Une spécialisation de la flore adventice a été observée entre les essais (*tableau 2*), sans doute principalement liée aux rotations. Par exemple, les graminées (panics et sétaires) se retrouvent uniquement dans l'essai A1 (rotation maïs-blé) alors que le ray-grass était surtout présent dans l'essai C (ancienne monoculture de blé), et qu'une majorité de sénescos se retrouvait sur les essais E et A2 (rotations avec des oléoprotéagineux).

Comme attendu, moins la rotation était diversifiée, plus on a constaté une sélection d'espèces. Les espèces adventices dominantes sont généralement celles dont le cycle biologique est similaire à celui de la culture. C'était le cas dans l'essai A1 où le panic pied-de-coq est prépondérant car cette espèce se développe aisément dans les cultures estivales irriguées comme le maïs, présent un an sur deux.



Depuis 2019, le nouvel essai A est dédié à la mise au point et à l'évaluation de systèmes économes en herbicides.

RICHESSSE SPÉCIFIQUE : le travail du sol l'appauvrit

| Essais | Type de travail du sol | Richesse spécifique |
|--------|------------------------|---------------------|
| A1 | Labour | 0,58 |
| | TCS | 1,42 |
| | Semis direct | 1,92 |
| E | Labour | 3,20 |
| | TCS | Pas de valeurs |
| | Semis direct | 4,72 |
| A2 | Labour | 2,67 |
| | TCS | 3,81 |
| | Semis direct | 4,29 |
| C | Labour | 3,50 |
| | TCS | 2,53 |
| | Semis direct | 1,80 |

| Moy | Labour | Semis Direct |
|-----|--------|--------------|
| | 2,49 | 3,18 |

| | |
|---|---|
| ■ >5 esp | ■ 1 < esp <2,99 |
| ■ 4 < esp <4,99 | ■ 0,5 < esp <0,99 |
| ■ 3 < esp <3,99 | ■ 0,49 < esp |

Tableau 2 : Nombre moyen d'espèces observées par cadre de 0,25 m² dans les quatre essais «Travail du sol de longue durée» de Boigneville de 2012 à 2016, selon le type de travail du sol.

UNE LUTTE de longue haleine

Chaque année à l'automne, les limaces sont à surveiller. L'évolution historique des facteurs favorisant leur présence apporte un éclairage sur les moyens de lutte à mettre en œuvre.



L'application de granulés protège la culture au stade sensible. Pour réduire les niveaux de population, il faut engager des méthodes agronomiques sur plusieurs années.

Les successions de conditions climatiques douces et humides et certaines pratiques culturales, comme le travail du sol simplifié ou les rotations de cultures courtes avec du colza, contribuent au développement des limaces. La nature des couverts d'interculture rentre également en ligne de compte. Il a été observé une forte capacité d'adaptation de ces

ravageurs, ce qui peut rendre difficile la prévision des niveaux d'infestation. La surveillance des parcelles doit être régulière et les moyens de lutte adaptés au niveau des populations de limaces observées. L'application de granulés a comme seul objectif de protéger la culture au stade sensible. Les antilimaces ne réduisent pas les populations présentes. Pour cela, il faut engager sur plusieurs années des méthodes agronomiques, voire modifier le système de culture, pour détruire le milieu de vie des limaces.

DES SPÉCIALITÉS COMMERCIALES EN CONSTANTE AMÉLIORATION

Deux substances actives molluscicides sont aujourd'hui disponibles : le métaldéhyde et le phosphate ferrique. Ces substances n'attirent pas les limaces. Pour être consommées, elles doivent être mélangées à des appâts. Les processus de fabrication des granulés ont évolué ainsi que leur composition, avec comme objectif une meilleure appétence, une bonne tenue à la pluie, une absence de moisissure et une innocuité pour les animaux domestiques et sauvages. Régulièrement de nouvelles spécialités sont proposées sur le marché. Arvalis réalise des essais sur leur efficacité dont les résultats sont à retrouver dans les documents « Choisir et décider » diffusés chaque année sur www.arvalis-infos.fr, rubrique « Télécharger les résultats d'essais et préconisations ».

Une préoccupation récurrente...

Selon la bibliographie, la problématique limaces est une préoccupation de longue date. Déjà en 1912, dans son ouvrage « Les ennemis des plantes cultivées », Georges Truffaut conseillait la production dans le sol de vapeurs de sulfure de carbone ou d'hydrogène sulfuré et, pour les jardins, le poudrage avec un mélange de chaux vive et d'anthracène, mais aussi le simple ramassage des limaces. L'entomologiste Alfred Balachowsky signale en 1931 des dégâts de limaces très importants sur blé et betteraves en Bretagne et dans le Bassin parisien. Dans les années 1970, l'extension des limaces serait

due à la succession d'hivers doux en Europe. Le premier épisode exceptionnel de six mois de sécheresse du printemps et de l'été 1976 n'a pas fait disparaître les limaces.

EVOLUTIONS RÉGLEMENTAIRES

UNE NOUVEAUTÉ : Techn'o Intens (Phyteurop) à base de métaldéhyde (2,5 %) est applicable en plein à 5 kg/ha soit 35 granulés/m². Ce produit est également applicable en mélange à la semence à 4 kg/ha.

STOCKAGE : depuis peu, les métaldéhydes ≥ 3 % sont classés H361f. Il faut les stocker dans le local phytosanitaire avec les produits CMR. À ce jour, Metarex Duo (1 % de métaldéhyde et 1,62 % de phosphate ferrique) de la société De Sangosse et Techn'o Intens (2,5 % de métaldéhyde) de la société Phyteurop sont les deux uniques spécialités à base de métaldéhyde qui ne sont pas classées H361f.



Les périodes de canicule estivale courtes et tardives semblent avoir un effet limité sur les limaces.

© J. Y. Mauffras - ARVALIS-Institut du végétal

Au cours de la décennie suivante, les publications mentionnent des populations de limaces en recrudescence à cause de conditions humides. En 1983, les fortes chaleurs estivales et la sécheresse jusqu'en automne ont fortement réduit les risques au semis. En 1986, le conseil de traitement passe d'une application à la levée, après les premiers dégâts, à une application préventive au semis pour protéger les graines. Les deux années pluvieuses de 1987 et 1988 ont entraîné des dégâts importants à l'automne 1988, occasionnant une pénurie d'antilimaces ; une dérogation du Ministère avait alors été accordée pour importer des produits.

... en extension depuis 30 ans

Les années 1990 sont marquées par le développement des limaces sur tout le territoire métropolitain. Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de cette situation : une succession d'hivers doux et d'été pluvieux, la multiplication des jachères, l'arrivée des variétés de colza double zéro et l'augmentation des rotations à base de colza (culture très appétente) et de céréales à paille, ainsi que l'abandon du brûlage des pailles et la simplification du travail du sol.

Le printemps 2003 fut chaud et sec, suivi d'une canicule exceptionnelle en été ; ces conditions défavorables n'ont malgré tout pas eu raison des populations de limaces. Elles sont réapparues à l'automne à la faveur d'une période douce et humide.

La décennie actuelle se caractérise également par la présence des limaces en lien avec les pratiques culturales : rotations courtes de céréales à paille et de colza, simplification du travail du sol jusqu'au semis direct et augmentation des couverts végétaux en interculture. Les périodes de canicule estivale courtes et tardives semblent avoir assez peu d'impact sur les limaces, déjà bien à l'abri dans le sol. Les hivers doux qui se succèdent ne permettent aucune élimination des populations.

ISSN n° 2610-6027 - Dépôt légal à la parution - Réf : 20113

Ont contribué à la réalisation des articles :

Pour Arvalis : Nathalie Verjux, Ludovic Bonin, Pascale Métais, Jérôme Labreuche, Benoît Moureaux, Nathalie Robin, Amélie Carrière

Pour Terres Inovia : Cécile Le Gall, Bernadette Roux, Vincent Lecomte, Sylvie Daugeat, Franck Duroueix, Laurent Ruck

Photo de couverture : N. Cornec - ARVALIS-Institut du végétal

Impression : Imprimerie Mordacq (62)
Document imprimé par une entreprise Imprim'Vert

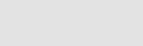
Imprimé sur du papier 100 % recyclé (Provenance papier : Allemagne)
Ville : Schwedt - Distance : 1 014 km - PToT : 0,003 kg/tonne

Avec la participation financière du Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural (CASDAR), géré par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

« Vos données sont importantes »

En tant que professionnel(le) de l'agriculture, vous êtes inscrit(e) dans nos bases de données et recevez nos actualités : références, événements, promotions...

En conformité avec le RGPD, nous vous rappelons que si vous ne souhaitez plus recevoir de courriers, sms ou emails de notre part, vous pouvez en faire la demande à tout moment à cette adresse : contact@arvalis-infos.fr ou en écrivant à ARVALIS - Institut du végétal - Service communication - 91720 BOIGNEVILLE. Vous pouvez également consulter notre politique de confidentialité en pied de page de nos sites internet : www.arvalisinstitutduvegetal.fr et www.arvalis-infos.fr.
Le service communication ARVALIS.



TAUPINS ET ZABRE : rester vigilant

Nathalie Robin, spécialiste de la lutte contre les ravageurs chez Arvalis, attire l'attention sur les risques liés à la présence de taupins et de zabres des céréales. Ces ravageurs du sol affectent les jeunes plants à l'automne et/ou à la reprise de végétation.

Perspectives Agricoles : Les attaques de taupins et de zabres sont-elles récurrentes ?

Nathalie Robin : Les situations sont différentes pour chacun de ces ravageurs. Les larves de taupin restent plusieurs années dans le sol avant d'atteindre le stade adulte. Le risque s'étend donc sur plusieurs campagnes culturales. Cependant, il n'y a pas forcément de dégâts tous les ans car l'activité de ces larves est très variable, notamment selon la température du sol, elle-même liée aux conditions climatiques. *A contrario*, les larves du zabre des céréales ont un développement dans le sol beaucoup plus court, de septembre à mai. Leur présence dépend de l'attrait des parcelles pour les adultes à la recherche de nourriture et de lieux de ponte en été.

P.A. : Les moyens de lutte disponibles sont-ils efficaces ?

N.R. : Il n'existe pas de traitement insecticide permettant de diminuer les populations larvaires de taupins pendant le cycle de la culture. Face à une population installée, la lutte s'appuie sur quelques pratiques culturales et sur la protection insecticide des semences. Les pyréthrinoides - téfluthrine et cyperméthrine - contiennent les attaques à l'automne et, plus partiellement, celles du printemps. Vis-à-vis du zabre, les leviers agronomiques peuvent être complétés par un traitement des semences à base de téfluthrine. Des insecticides contenant de la deltaméthrine sont autorisés en végétation contre le zabre qui sort de son terrier pour se nourrir des feuilles. L'efficacité de ces insecticides est plus aléatoire.

P.A. : Que faut-il donc faire pour lutter contre ces ravageurs ?

N.R. : La surveillance des cultures est importante, même si très peu de leviers sont disponibles en cours de campagne. Des mesures préventives seront à mettre en œuvre avant les nouveaux semis et à poursuivre, les années suivantes, selon le ravageur. Elles devront être étendues si nécessaire aux parcelles



Surveiller les parcelles et identifier les attaques est nécessaire pour mener à bien des actions préventives les années suivantes (ici larve de taupin sur plantule de blé)

© E. Masson - ARVALIS - Institut du végétal

voisines, également à surveiller. Il s'agit donc de bien identifier le responsable des dégâts pour adapter les leviers agronomiques et, le cas échéant, orienter le choix du traitement de semence. Cette identification doit avoir lieu avant la disparition totale des plantes afin de reconnaître les symptômes, bien caractéristiques pour le zabre, ou de rechercher ces insectes lorsqu'ils sont actifs sur les plantes ou à leurs pieds. Une détection en sortie d'hiver sera plus difficile, les pertes de plants pouvant provenir d'autres bioagresseurs. à l'automne, la surveillance des pucerons et des cicadelles peut être mise à profit pour repérer d'éventuels dégâts de taupins ou de zabres. Certains facteurs de risques comme le type de sol, l'assolement ou l'itinéraire cultural, variables selon le ravageur, peuvent orienter le choix des parcelles à surveiller plus attentivement.



Tout au long de l'année les résultats des essais et les recommandations des experts d'Arvalis sont diffusés dans les numéros de *Perspectives Agricoles* à retrouver sur www.perspectives-agricoles.com.

UNE PRATIQUE RECONNUE en agriculture biologique

Les associations de céréales et de protéagineux (pois, féverole, lentille...) rencontrent un vif succès en mode de production biologique. Leurs multiples intérêts agronomiques se transforment en gains économiques pour les producteurs quand leur conduite est maîtrisée et que le choix des espèces répond au débouché.



Si la rotation accroît la diversité spécifique dans le temps, l'association d'espèces crée une diversification spatiale qui engendre davantage d'interactions et de bénéfices.

© A. Carrière - ARVALIS - Institut au végétal

Une association céréales-légumineuses est la culture simultanée sur une même parcelle d'une ou plusieurs espèces de céréales et de légumineuses. Elle peut être récoltée en grains (on parle alors d'association céréales-protéagineux) ou en fourrage immature selon sa valorisation finale. Ces associations sont particulièrement répandues en agriculture biologique (AB) où elles représentaient en 2018 près de 13 % des surfaces françaises de grandes cultures bio (65 000 ha sur 514 000 ha). Leur développement (*figure 1*) a suivi la progression générale des grandes cultures en AB. Les surfaces de production (*figure 2*) se concentrent logiquement dans les bassins de productions animales où dominent les exploitations de polyculture-élevage de ru-

minants. En effet, ces mélanges, assez bien équilibrés en MAT et en énergie, sont particulièrement bien valorisés par ces espèces.

Des intérêts agronomiques indéniables

Le succès des associations céréales-légumineuses auprès des agriculteurs bio s'explique notamment par les multiples bénéfices agronomiques de la diversification spécifique intraparcellaire. Ces mélanges bénéficient, en effet, d'une « complémentarité de niches » car, plutôt que d'entrer en compétition, les plantes utilisent majoritairement les ressources (eau, lumière, nutriments) de façon différée et, en général, de manière plus efficace qu'en culture pure.

C'est particulièrement vrai pour l'azote. En effet, le système racinaire de la céréale se développe plus rapidement que celui du protéagineux : le blé « pompe » alors l'azote du sol, ce qui oblige le protéagineux à développer plus précocement sa capacité à fixer l'azote de l'air, laissant l'azote du sol principalement à disposition de la céréale. En revanche, le blé ne bénéficie pas d'azote directement transmis par la légumineuse. Par ailleurs, la compétition pour la colonisation du sol par les deux espèces en début de cycle les amène à explorer davantage de volume de sol, notamment en profondeur, leur donnant un accès accru à l'eau et aux autres éléments minéraux. Concernant la lumière, la différence de dynamique de croissance aérienne de la céréale et du protéagineux maximise l'utilisation de la lumière sur la parcelle.

Par rapport à une culture pure, l'occupation plus importante de l'espace par l'association exerce en outre une concurrence accrue vis-à-vis des adventices. Cet effet est particulièrement visible avant la floraison pour les deux espèces - quand, en culture pure, la céréale ou le protéagineux sont les moins concurrentiels. Cette concurrence à la floraison sera d'autant plus bénéfique que la pression des adventices sera forte. La biomasse d'adventices peut ainsi être divisée par un facteur 2 à 5 selon les espèces associées. Ainsi, parmi les céréales, le pouvoir couvrant à

ASSOCIATIONS CÉRÉALES-LÉGUMINEUSES : les surfaces en AB s'envolent

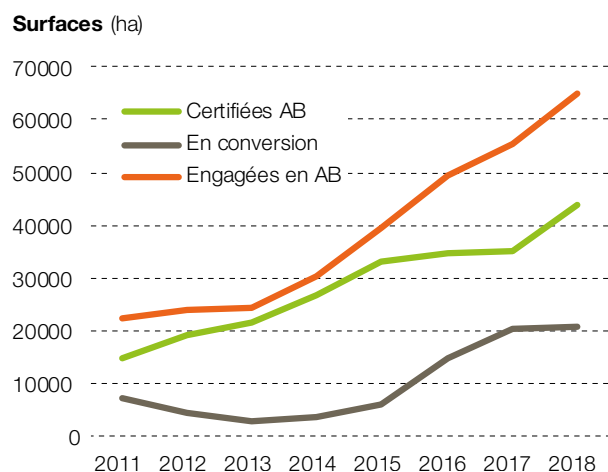


Figure 1 : Évolution des surfaces conduites en mélanges céréales-légumineuses depuis 2011. Données Agence Bio 2019 pour les surfaces en conversion, déjà certifiées AB ou engagées en AB (conversion + certifiées).

ces stades est beaucoup plus important pour une avoine ou un triticale que pour un blé. Les adventices ont également un accès restreint à l'azote du sol du fait de la meilleure utilisation de l'azote par les cultures, ce qui limite aussi leur croissance.

La synergie d'effets booste et stabilise le rendement total

Concernant les maladies, l'effet bénéfique est plus mitigé. Sur les maladies aériennes, une réduction de la nuisibilité par rapport à la culture conduite en pur a été plusieurs fois observée sur l'aschochyte du pois et le botrytis de la féverole, ainsi que sur l'oïdium et la septoriose sur blé. Néanmoins, ces réductions ne sont pas systématiques.

Concernant les maladies racinaires, des baisses de nuisibilité par rapport à un blé de blé ont pu être observées sur piétin-échaudage ou piétin-verse sur un blé précédé d'une association pois-blé. En revanche, ces niveaux de réduction sont bien plus faibles qu'avec un précédent pois car l'association maintient malgré tout l'inoculum dans le sol.

Concernant les ravageurs, les données disponibles sont plus limitées. Elles font état d'un effet variable suivant les années et surtout suivant les ravageurs considérés. L'association d'un protéagineux à une céréale a néanmoins démontré un fort effet sur la pression des pucerons verts. Autre atout pour les seuls protéagineux : la céréale associée a un effet « tuteur » qui limite les risques de verse. Ce bénéfice est reconnu notamment pour la lentille ou encore le pois, bien que pour ce dernier, les avancées génétiques de ces dernières années aient considérablement amélioré la tenue de tige et donc réduit le risque de verse.

Quant à la céréale, elle gagne en moyenne 0,5 à 1 % supplémentaires de protéines, en raison d'une disponibilité de l'azote quasi identique à celle d'une culture en pur mais avec une densité de semis généralement réduite (et donc un rendement à l'hectare plus faible). Ce gain est non négligeable en AB où les ressources en azote sont restreintes et où les teneurs en protéines restent assez faibles malgré l'apport de produits organiques. Ce surplus de protéines se valorise d'autant plus sur blé puisqu'il permet d'accéder au débouché « alimentation humaine », mais aussi en alimentation animale, en proposant une matière première plus riche en protéines.

L'ensemble de ces effets - qui agissent en synergie - font qu'on obtient quasi systématiquement un rendement total (somme du rendement du protéagineux et de la céréale) plus important que le rendement de la céréale ou du protéagineux conduits en pur dans toutes les situations regardées. De surcroît, ces rendements sont plus stables d'une année sur l'autre, contrairement aux rendements des cultures en pur.

Cette stabilité cache néanmoins une forte hétérogénéité de la composition du mélange récolté, dont la teneur en protéagineux (ou sinon en céréales) peut être divisée par

ZONES DE CULTURES : elles sont majoritairement concentrées dans le Grand Ouest, l'Aveyron et le Gers

Surfaces mélanges céréales - légumineuses AB

- 0 - 500 ha
- 500 - 1000 ha
- 1000 - 2000 ha
- 2000 - 5000 ha

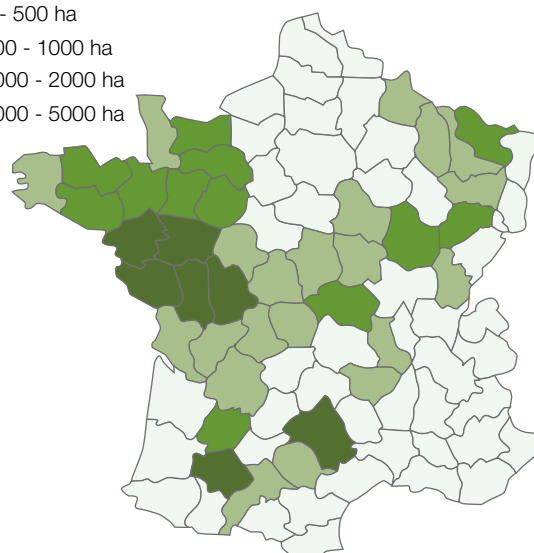


Figure 2 : Répartition des surfaces en AB des mélanges céréales-légumineuses en France en 2018.

Données Agence Bio 2019. Les éleveurs de ruminants en AB sont les principaux producteurs de mélanges céréales légumineuses, autoconsommés en graines crues, en ensilage ou en enrubbanné par leurs animaux.

dix d'une année à l'autre. Cette hétérogénéité est très souvent liée à des différences de disponibilité en azote dans les parcelles : là où elle est faible, la céréale aura du mal à se développer et le protéagineux prendra le dessus ; c'est l'inverse là où la disponibilité est élevée. Mais dans tous les cas, la place laissée par le partenaire le moins favorisé une année donnée est prise par l'autre, ce qui permet de sécuriser la production globale.

Des gains économiques variables selon le débouché choisi

Avant l'implantation, si l'association n'est pas destinée à l'autoconsommation, il faut s'assurer du débouché par la contractualisation, notamment avec un collecteur ou un utilisateur. Le choix des espèces à associer et leur conduite se font en fonction du débouché visé - produit riche en protéagineux, mélange céréales-protéagineux productif et équilibré pour une valorisation fourragère, ou céréale riche en protéines pour l'alimentation humaine - afin de répondre à ses exigences et éviter un déclassement de la production.

Pour un débouché en autoconsommation, les associations présentent un maximum d'avantages par rapport à une culture en pur. En effet, aux bénéfiques déjà évoqués - rendements supérieurs et plus stables sécurisant le revenu, taux de protéines plus élevés des céréales (notamment du blé pouvant garantir un débouché panifiable), et enfin diminution des charges de fertilisation organique (particulièrement onéreuse en AB) et de désherbage mécanique - s'ajoute l'autonomie alimentaire pour les éleveurs.

Pour un débouché en culture de vente collectée par un organisme stockeur (OS), les avantages potentiels sont tout aussi importants pour le producteur sous condition de maîtrise technique. En revanche, leur collecte et leur traitement ultérieur par l'OS entraînent de fortes contraintes logistiques (*encadré p.28*).

Pour une vente à un collecteur, que ce soit pour l'alimentation humaine ou animale, la séparation des espèces récoltées par triage est en effet incontournable car il n'y a pas de vente ou d'utilisation du mélange en l'état. Un bon triage évitera, en outre, des pénalités ou des déclassements. Les coûts de triage (et de stockage après triage, qui se fait dans des cellules séparées des espèces col-



D'une année à l'autre, la composition du mélange récolté peut fortement varier. Toutefois la place laissée par un partenaire est prise par l'autre et, au final, la production globale est sécurisée.

lectées en pur) doivent donc être pris en compte dans le calcul de la marge de la culture. Ils dépendent du nombre de tris à effectuer pour enlever le maximum d'impuretés, ainsi que du type et du nombre d'espèces associées ; un pois engendre, par exemple, plus de brisures qu'une féverole.

En meunerie, une meilleure qualité mais plus de nettoyage

Des céréales propres et de qualité, c'est en effet tout ce qui compte pour la meunerie. Les céréales issues d'associations (blé tendre, grand et petit épeautre, seigle) représentent une faible part des volumes : 2,5 % par exemple pour le Moulin Marion, meunier spécialisé en farine bio. Le meunier demande un échantillon de grains en amont afin de s'assurer de la propreté et de la qualité du lot.

Le Moulin de Brasseuil effectue un tamisage et un test de panification sur ces échantillons. S'il est accepté et propre, le lot entre dans le process normal. Si le taux d'impuretés est élevé mais la qualité satisfaisante, il est isolé pour subir un nettoyage plus fin afin d'enlever un maximum de graines et de brisures de protéagineux, qui peuvent compromettre la panification et être allergènes (cas du soja et du lupin). Ce nettoyage est d'autant plus contraignant pour le meunier que la farine est complète.

Pour Julien-Boris Pelletier, directeur du Moulin Marion, le traitement de ces céréales ne nécessite aucune adaptation logistique : un blé issu d'association est traité de la même manière qu'un blé conduit en pur, à condition qu'il soit propre ; sinon il est travaillé comme n'importe quel lot ayant un taux d'impuretés important. La seule différence est que les qualités sont souvent plus intéressantes. Il précise que les céréales issues d'associations bénéficient du même contrat que les céréales cultivées en pur, dans

CES ASSOCIATIONS BÉNÉFICIENT-ELLES DES AIDES DE LA PAC ?

Les associations céréales-protéagineux n'ont pas de statut particulier pour la déclaration PAC. Elles sont considérées comme des céréales lorsqu'elles contiennent une majorité de céréales, et comme des protéagineux si ces derniers (pois, féverole, lupin, lentilles...) prévalent dans le mélange. C'est seulement dans ce dernier cas, et si la récolte se fait en grains, qu'elles peuvent bénéficier de l'aide couplée aux protéagineux. Cependant, en cas d'aléa, les proportions semées peuvent être différentes de celles récoltées ; il faudra alors pouvoir le justifier en cas de contrôle.

lequel la quantité d'impuretés maximale (2 %), les critères de qualité, les prix et les critères de déclassement sont stipulés.

Un compromis à trouver entre tous les maillons de la filière

Afin de limiter les coûts associés au triage et au stockage, les coopératives proposent à leurs adhérents une liste « positive » d'associations ; les autres associations proposées par les agriculteurs se verront refusées. Cette liste comprend dix associations chez Terrena et trois chez Axérial Bio, et uniquement des mélanges de deux espèces (pas de mélange trinaire ou autre). Dans les deux cas, il apparaît difficile pour les deux collecteurs de proposer de collecter d'avantage d'associations, les contraintes logistiques étant trop importantes.

« Pourtant, » souligne Gilles Renart, directeur du secteur bio chez Axérial Bio, « les producteurs souhaiteraient pouvoir monter jusqu'à 25 %, voire 40 % de leur sole en mélange ». Par ailleurs, « les associations d'espèces nous semblent essentielles pour le développement de l'agriculture bio, pour tous les bénéfices agronomiques qu'elles octroient », indique Bertrand Roussel, directeur du secteur AB chez Terrena. Il est donc nécessaire, pour assurer le développement de l'AB sur les différents territoires, de parvenir à trouver un équilibre entre la « nécessité agronomique » de la culture en association et les difficultés logistiques que peuvent entraîner la collecte. Sur ce point, comme pour la plupart des cultures bio, la contractualisation de la production, annuelle ou pluriannuelle, est un garant essentiel de cet équilibre entre les différents mail-

LES OUTILS DE COLLECTE ONT SU S'ADAPTER

La collecte de céréales et de protéagineux issus d'associations est le parfait reflet de la nécessaire adaptation des collecteurs aux spécificités de l'AB. Pour le groupe Terrena, acteur majeur du Grand Ouest où les associations sont très présentes dans les assolements, la collecte d'associations en AB représente 40 % de la collecte d'été. Pour le groupe Axérial Bio, également présent dans le Grand Ouest mais également en région Centre, les associations représentent 10 % de la collecte totale.

Pour pouvoir les collecter et les valoriser par la suite, les deux coopératives ont investi dans des outils de tri et de stockage. En effet, les utilisateurs finaux – les fabricants d'aliments du bétail (FAB) ou les meuniers – n'achètent que des produits « purs ». Gilles Renart, directeur du secteur AB chez Axérial, précise ainsi que « les FAB ne peuvent utiliser les lots non triés car leur composition est trop irrégulière (5 à 50 % de protéagineux dans le mélange) et hétérogène (il s'opère une ségrégation par gravité dans les cellules de stockage, qui entraîne une valeur nutritionnelle variable) ». Un travail de tri à réception de l'association est donc nécessaire, qui doit être plus performant (donc plus onéreux) si l'un des produits au moins est destiné à l'alimentation humaine. De plus, chaque sous-produit de l'association est stocké dans une cellule spécifique, ce qui oblige à multiplier les cellules de stockage.

RENDEMENT GLOBAL : il est, en moyenne, supérieur au rendement moyen des cultures conduites en pur

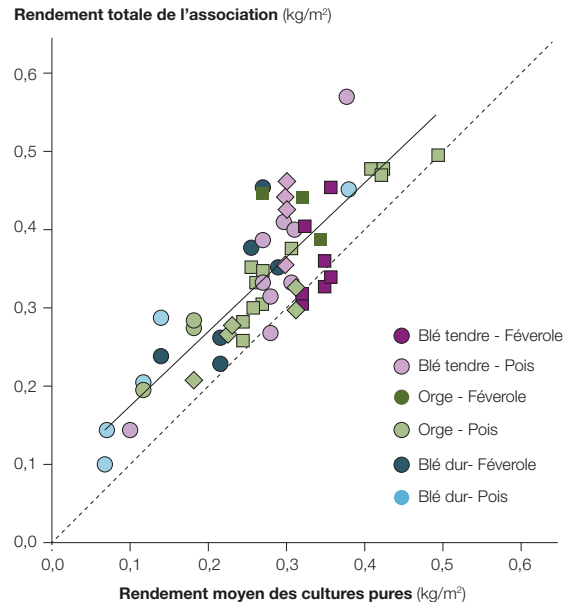


Figure 3 : Rendement total (céréale + protéagineux) de l'association en fonction du rendement moyen des cultures pures. Ce dernier est la moyenne de la somme des rendements obtenus par la céréale en pur et par le protéagineux en pur la même année dans le même lieu. Résultats obtenus sur huit ans et trois sites (régions de Toulouse et Angers en France, et Danemark) conduits en AB. D'après Bedoussac et al. 2015.

lons de la filière, du producteur à l'utilisateur final. En collectant et utilisant les productions associées, les acteurs de l'aval se mobilisent donc pour favoriser le développement de l'AB, illustrant la cohésion caractéristique de la filière grandes cultures bio. Les évolutions réglementaires à venir, et notamment l'obligation d'utiliser 100 % d'ingrédients d'origine biologique pour l'alimentation animale dès 2021, risquent cependant de venir perturber ce fonctionnement en favorisant l'intégration massive du soja au détriment des protéagineux.



L'association céréale-protéagineuse a un rendement global meilleur et plus stable que la culture conduite en pur en AB, et la céréale gagne jusqu'à 1 % de protéines.

POURQUOI LES AGRICULTEURS franchissent-ils le pas ?

La conduite de la culture du colza en association avec des légumineuses attire de nombreux agriculteurs. Quels intérêts voient-ils dans cette pratique ? Revue de témoignages qui ont valeur d'exemple.



Les essais de Terres Inovia ont montré l'impact favorable des couverts sur la croissance des adventices.



© H. Skoura - Terres Inovia

Améliorer la nutrition azotée et le fonctionnement du colza, limiter les dégâts des insectes d'automne, ou encore accroître la concurrence de la culture vis-à-vis des adventices sont les effets attendus d'une association réussie de légumineuses au colza.

Des atouts appréciés par les agriculteurs

Pour toutes ces raisons, les producteurs plébiscitent la pratique du colza associé. Des bénéfices à l'échelle du système de culture peuvent également être obtenus en utilisant des légumineuses pérennes. Des agriculteurs isérois mettent ainsi en avant la possibilité de bénéficier d'une couverture du sol après la récolte du colza et de semer le blé suivant en direct dans le couvert, sur un sol propre et portant. Philippe Pradelles, agriculteur dans le Tarn, explique que « mener du colza en association lui a redonné l'envie d'accorder une place à cette culture dans ses parcelles ». Les impasses techniques, en particulier la lutte contre les insectes d'automne, l'avaient poussé à renoncer au colza pendant plusieurs années. Or, l'émergence de leviers agronomiques innovants lui a permis d'adapter sa stratégie.

Ce témoignage est loin d'être isolé. Le colza associé

présente, en effet, une réelle attractivité pour les agriculteurs français. Ses surfaces progressent : elles sont passées de 7% à 12% entre 2014 et 2018, d'après les enquêtes sur les pratiques culturales de Terres Inovia. Celles-ci indiquent, en outre, que la féverole est la plante compagne utilisée plus d'une fois sur deux.

Des raisons multiples

Pour les producteurs de colza, le déclic de recourir au colza associé peut trouver des origines multiples. En Isère, Philippe Petrequin connaissait une forte problématique d'enherbement de ses parcelles. « Il fallait que je couvre le sol et que je trouve un moyen d'étouffer les adventices », avoue-t-il. Laetitia Masson, conseillère à la Chambre d'Agriculture de l'Isère et animatrice d'un groupe d'agriculteurs, a constaté que les premiers agriculteurs qui ont eu recours au colza associé étaient déjà sensibilisés aux associations de cultures, à la vie du sol ou encore à la biodiversité, et certains étaient même engagés dans l'agriculture de conservation. « La perspective de réduire la fertilisation azotée de 30 unités et l'usage des herbicides et des insecticides amène d'autres agriculteurs à franchir le pas ». Les effets positifs sur le sol sont aussi largement mis en avant. Chez Philippe Petrequin, « dans des sols

COLZA ASSOCIÉ : DES CONSEILS OPÉRATIONNELS DANS UN GUIDE COMPLET



L'institut technique Terres Inovia a édité un guide complet dans sa collection des Points techniques, « Colza associé à un couvert de légumineuses gélives ». Il permet de comprendre les points clés de la culture et d'ajuster l'itinéraire technique à chaque situation, en expliquant toute la technique du colza associé (origine, principe, intérêts et limites). Ce point technique met aussi en lumière les conditions de réussite de l'association du colza aux légumineuses.

À commander sur www.terresinovia.fr

battants et souvent asphyxiés par l'eau, l'association avec le trèfle violet porte vraiment ses fruits », témoigne-t-il. L'agriculteur affirme que cette pratique lui a permis de « mieux couvrir le sol et d'en améliorer la structure, et qu'il n'envisage plus de retour en arrière ».

La maîtrise de l'implantation, un préalable incontournable

« Associer des légumineuses ne rattrapera jamais une implantation ratée », rappelle néanmoins Gilles Sauzet, ingénieur de développement de Terres Inovia. La réussite de l'implantation et une croissance dynamique à l'automne, sont « les deux piliers indissociables » d'un colza robuste, qui sera moins impacté par les bioagresseurs ou les aléas climatiques. Il convient donc de cumuler les leviers agronomiques, choix du précédent, apport de produits organiques, optimisation du travail du sol et de la date de semis, et bien évidemment associations aux légumineuses, pour donner toutes les chances de réussite au colza. Les deux agriculteurs interrogés approuvent. Philippe Petrequin explique, qu'auparavant, « l'implantation était plus compliquée ; or, le recours pour la première fois cette année à un outil à dent a permis de moins assécher le sol avant le semis, ce qui a fait toute la différence ». De son côté, Philippe Pradelles a constaté, depuis trois ans, qu'être prêt dès juillet et semer tôt ont contribué à la réussite de l'implantation.

Sécuriser l'implantation du colza permet de convertir davantage d'agriculteurs à la culture. La preuve en est dans le Berry, où les surfaces en colza ont chuté drastiquement en 2019 et 2020 de 70% à 80% par rapport à la moyenne des vingt dernières années. Or, au sein d'un groupe de quinze agriculteurs pratiquant le colza associé et accompagnés par Terres Inovia – avec un colza occupant au minimum 20% de la Surface Agricole Utile (SAU) – 90% des intentions de semis se sont converties en colza, bien installé à la sortie de l'hiver. Dans le sud-

ouest, un réseau de parcelles suivi en 2020 par douze partenaires a montré également un taux de réussite de 90% des parcelles de colza. « L'accompagnement est un atout pour aider les agriculteurs à trouver des solutions à leurs problématiques », complète Gilles Sauzet.

L'association favorise la réussite

Ghislain Perdrieux, conseiller à la Chambre d'Agriculture du Tarn, partage ce constat. « Les échecs à l'implantation sont un frein majeur pour le colza. L'association ne résout pas tout mais semble favoriser la réussite d'implantation de la culture, par l'anticipation, une meilleure préparation et une stratégie plus opportuniste par rapport à la météo, même avec du matériel simple ». Le conseiller souligne également que l'aide apportée par les légumineuses pour limiter la pression des ravageurs de début de cycle motive à nouveau certains agriculteurs, qui n'arrivaient plus jusque-là à les contrôler. Par exemple, Philippe Pradelles s'est donné cinq ans, avec son conseiller Ghislain Perdrieux, pour maîtriser la conduite d'un colza qu'il définit comme « plus vert et économiquement viable ». Le binôme souhaite affiner les règles de décision concernant les traitements sur les insectes d'automne, en particulier pour sécuriser les impasses.

Enfin, autre élément favorable à l'essor du colza associé : les nouvelles solutions herbicides de postlevée. Elles permettent de démarrer la culture sans réaliser des investissements trop importants et sans risque pour les légumineuses, tout en gardant des moyens de contrôle par la suite, une fois que la légumineuse a produit ses effets.

Avec la contribution de Laetitia Masson (Chambre d'Agriculture de l'Isère) et Ghislain Perdrieux (Chambre d'Agriculture du Tarn).



Les services rendus par les légumineuses (ici lentille et trèfle violet) au colza sont multiples et autant de sources d'intérêt pour les agriculteurs

Les bonnes pratiques

Pour gérer les graminées, de nombreux leviers peuvent être activés : la rotation, le travail du sol et le faux semis, mais aussi le choix (ou non) d'une prélevée et, si nécessaire, une postlevée bien ajustée, notamment en respectant les bonnes conditions d'emploi.



Le désherbage des graminées doit faire appel à de multiples leviers

© F. Durieux - Terres Inovia

Les graminées (ray-grass, vulpin, brome, vulpie, folle-avoine...) sont nuisibles pour le colza, mais aussi pour les autres cultures de la rotation. Cette culture, comme tête de rotation, permet de lutter très efficacement contre ces adventices au travers de modes d'actions différents que ceux utilisés sur les céréales.

L'utilisation ciblée des antigraminées foliaires

Les antigraminées foliaires sont principalement utilisés en début d'automne contre les repousses de céréales, qui présentent un risque d'une compétition forte sur l'azote, et donc sur la biomasse de la culture. Conséquence ? Une baisse de potentiel, voire une sensibilité accrue aux attaques larvaires d'altises et de charançon

du bourgeon terminal. Ils sont appliqués de préférence en septembre, voire début octobre. Les différences d'efficacité entre produits sont minimales, qu'il s'agisse de la sous-famille des « FOP » (AGIL, TARGAMAX, etc...) ou « DIME » (Stratos Ultra, Centurion 240EC, etc...).

Pour lutter contre les repousses de céréales, la dose peut être modulée par rapport à une pleine dose d'AMM (se reporter aux doses sur l'étiquette du produit). Les faibles infestations (inférieures à 10 plantes/m²) peuvent cependant attendre une application de propyzamide (comme par exemple Kerb Flo) début novembre et ciblée contre le ray-grass ou le vulpin. Les antigraminées foliaires sont également bien adaptés pour les rattrapages contre le brome et la folle avoine.

Les situations de résistances du vulpin ou du ray-grass aux inhibiteurs de l'ACCCase (type FOP, DIME et DEN) sont assez fréquentes. Cependant, la cléthodime (Centurion 240EC, FolyR, etc...) peut rester sensible plus longtemps. Elle peut permettre, en conservant la pleine dose, de sauver des situations délicates en colza (comme un échec de la prélevée qui limite le développement du colza en octobre) et certaines cultures ne peuvent être désherbées qu'avec ces produits (comme le lin). Pour cette raison, dans les situations à risque de résistance et sur le ray-grass ou le vulpin, il est préférable de n'utiliser ces produits qu'occasionnellement, en préalable d'une application de propyzamide.

Les antigraminées foliaires peuvent aussi être intégrés à une stratégie de postlevée contre les dicotylédones et appliqués en mélange avec Mozzar. Dans tous les cas, lorsqu'un adjuvant est nécessaire, ce sera une huile, de préférence végétale (ou Dash HC pour le Stratos Ultra).

Les conditions d'efficacité de la propyzamide

La propyzamide, herbicide racinaire de post-levée, est aujourd'hui devenue un pivot du désherbage du vulpin et du ray-grass. Compte tenu de la montée en puissance de ces mauvaises herbes, les attentes sont particulièrement importantes. Cependant, les conditions d'utilisation de la propyzamide ne sont pas toujours respectées, d'où une efficacité parfois jugée insuffisante ou irrégulière. L'herbicide doit être positionné dès que le sol est suffisamment froid (dès 10°C, soit début

PROPYZAMIDE : PRENDRE EN COMPTE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

La gestion des graminées est soumise à de fortes contraintes réglementaires et environnementales. Aujourd'hui, les processus de ré-homologation prennent en compte la qualité des eaux par la phyto-pharmacovigilance. Pour espérer le maintien des solutions actuelles, il convient de sécuriser les usages afin de limiter, au maximum, les dépassements du seuil de potabilité dans les eaux souterraines (forages et sources) ou superficielles (cours d'eau). Les herbicides à base de métazachlore ou de dimétachlore ne sont pas les seuls concernés. La propyzamide est stratégique et l'on doit veiller à des utilisations dont l'impact reste le plus limité possible. Il s'agit en premier lieu de se limiter à une application par an, en période d'efficacité optimale, c'est-à-dire début novembre. La mise en application d'une gestion intégrée des graminées permettra également une utilisation parcimonieuse.

Retrouvez la fiche « Propyzamide : les bonnes pratiques d'utilisation » sur www.terresinnovia.fr

novembre) afin que la dégradation de la molécule dans le sol soit limitée. A cette période, les graminées sont en début de tallage. En raison d'une masse racinaire peu développée, l'herbicide sera donc plus efficace, contrairement aux applications de janvier sur des graminées développées.

Il ne faut pas oublier également que la propyzamide

est un produit racinaire. Par conséquent, les conditions sèches limitent son efficacité. En outre, son action sera toujours meilleure en sol limoneux qu'argileux. Notons aussi que l'action du produit est lente et peut chuter en situation d'hydromorphie (asphyxie des graminées induisant une faible absorption du produit).

Pour de meilleures conditions d'utilisation, il faut donc tabler sur une application début novembre. C'est aussi à cette période que la probabilité d'un impact de l'herbicide sur la qualité de l'eau est la plus faible.

Jusqu'ici, rien n'a pu démontrer une résistance des graminées à la propyzamide, mais si ce risque n'est pas à exclure, les rotations pratiquées (une application tous les 3-4 ans) devraient assurer la durabilité de cette solution.

Le désherbage des graminées est donc une gestion difficile qui, pour être efficace, doit faire appel à de multiples leviers. Avant tout, il faut gérer le stock semencier qu'il faut « emprisonner » (labour) et « épuiser » (rotation, faux semis). L'allongement des rotations est la clé de la réussite de ces opérations. Toutes ces actions permettent également de mieux lutter contre la résistance par l'utilisation d'une plus grande gamme de modes d'action herbicides. Enfin, il faudra choisir les produits les plus efficaces, en veillant à les utiliser dans les meilleures conditions.

DES ATOUTS À VALORISER dans les rotations

Culture robuste, le tournesol peut être positionné à bon escient dans des contextes très variés. Dans chaque situation, il peut apporter des bénéfices pouvant répondre aux objectifs de l'agriculteur.

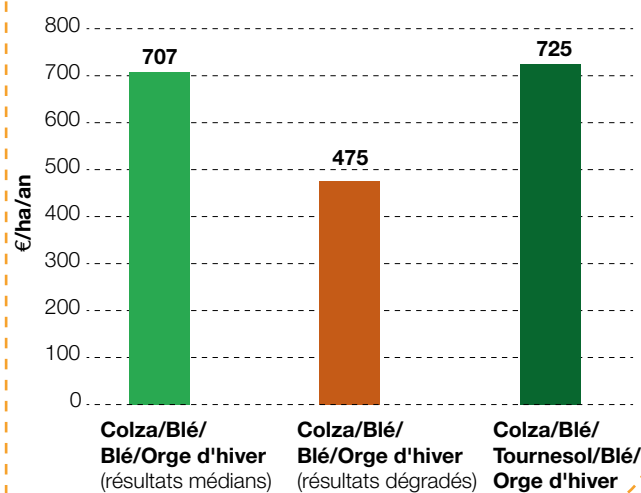
Dans les zones intermédiaires, le tournesol est une culture de diversification d'intérêt. Si sa marge annuelle peut être inférieure à celle du colza, blé tendre assolé et orge d'hiver, son insertion peut induire une meilleure maîtrise du désherbage⁽¹⁾ et un moindre risque à moyen terme de voir se dégrader les résultats de la rotation.

Diversifier les rotations dans les sols intermédiaires

C'est ce qu'illustre une simulation comparant une rotation colza/blé/blé/orge à celle de colza/blé/tournesol/blé/orge, réalisée par Terres Inovia (se reporter au tableau p.27), sur un sol superficiel à intermédiaire. Dans

cet exemple, la marge de la rotation incluant le tournesol est plus élevée que celle qui comprend uniquement des cultures d'hiver. Récolté sur un sol sec et laissant peu de résidus, le tournesol permet une implantation aisée de la céréale à paille suivante.

Marge brute indicative et aides PAC à la rotation



De même, dans la plateforme expérimentale SYPPRE du Berry, pilotée par Terres Inovia et en partenariat avec Arvalis, le blé tendre suivant un tournesol et un maïs (soit deux cultures d'été successives) dans cette rotation innovante obtient de meilleurs résultats que le blé tendre suivant un colza dans la rotation classique colza/blé/orge d'hiver. Elle permet de mieux maîtriser le vulpin, adventice problématique, et d'avoir une marge directe du blé tendre améliorée de plus de 200 €/ha ainsi qu'un maïs et un tournesol désherbés efficacement avec un seul binage.

L'introduction réussie du tournesol dans ces systèmes passe par la maîtrise de l'implantation (préparation du sol et qualité de semis), une gestion du risque lié aux oiseaux à la levée (effarouchement) ainsi que par le choix d'une variété de tournesol de précocité adaptée au sec-



© L. Jung - Terres Inovia

Dans différents bassins, comme le Centre - Val de Loire, la Bourgogne, la Lorraine ou la Champagne, le tournesol peut s'insérer dans des rotations avec du colza, des céréales et des légumineuses à graines.

teur (mi-précoce, précoce ou très précoce) afin d'assurer une récolte proche des normes d'humidité (8 à 11%) avant fin septembre.

Une valorisation de l'eau dans les sols superficiels à intermédiaires

Le tournesol irrigué est particulièrement rentable pour les exploitations équipées de l'irrigation et qui doivent faire face à une disponibilité en eau limitée. Celles qui sont soumises à des arrêts précoces d'irrigation (de début à mi-août) peuvent trouver, avec le tournesol, un moyen de valoriser l'eau quand elle est disponible. Ainsi, dans les sols superficiels à intermédiaires et avec des quantités d'eau disponibles inférieures ou égales à 1200 m³/ha (=120 mm), le tournesol irrigué se positionne relativement bien en termes de marge par rapport à d'autres cultures d'été irriguées dans les mêmes conditions, comme le soja, le maïs ou le sorgho.

En effet, dans les sols superficiels, les simulations réalisées par Terres Inovia indiquent des marges brutes indicatives entre 500 et 650 €/ha pour le tournesol irrigué contre 400 à 500 €/ha pour un soja, maïs ou sorgho, lui aussi irrigué avec 120 mm (hypothèse d'un coût de l'eau de 15 c euros/m³, soit 1,5 euros/mm d'eau d'irrigation). Dans les sols intermédiaires, les marges indicatives comparées des quatre espèces irriguées avec 120 mm sont comprises entre 550 et 700 €/ha. Le tournesol irrigué est relativement moins avantageux dans les sols profonds.

Les rotations avec tournesol dans les bassins

Dans le sud-ouest, principal bassin de culture du tournesol, les rotations courtes, avec un tournesol un an sur deux, représentent 31% des surfaces. Ce taux a baissé de 20 points au cours des dix dernières années à la suite de l'introduction de maïs et soja en sec, en particulier dans les sols profonds. Cultiver le tournesol dans des rotations longues (au moins un an sur trois), avec des cultures d'hiver, de printemps et d'été, constitue un levier pour assurer une culture et une rotation compétitives dans la durée. En effet, cela permet de

AVEC TÉO, TERRES INOVIA AFFICHE SON AMBITION DE REDYNAMISER LA CULTURE DU TOURNESOL



Terres Inovia a lancé, en 2020, un vaste plan d'action en faveur de la culture du tournesol à destination des agriculteurs jusqu'en 2022 sous la bannière «Téo, de l'or dans vos rotations». Son ambition : démontrer l'impact gagnant du tournesol dans des assolements diversifiés.

Le programme s'articule autour de 3 axes de communication :

- Les atouts du tournesol et les clés d'un itinéraire technique optimisé ;
- La rentabilité de la culture ;
- L'innovation.

Ils seront développés par Terres Inovia et relayés par ses partenaires sous différents formats (conseils, recommandations, visites, manifestations...)

réduire certains risques parasites comme le mildiou ou l'enherbement.

En conduite pluviale (en « sec »), dans des secteurs marqués par des sécheresses estivales fortes comme l'Auvergne, le tournesol montre un marge annuelle compétitive dans les rotations en comparaison à d'autres cultures d'été en sec, comme le soja ou maïs, en particulier dans les sols intermédiaires et superficiels. Des essais réalisés par Terres Inovia, en partenariat avec Arvalis, entre 2004 et 2016 dans le sud-ouest, ont montré que le tournesol fait partie des espèces d'été les plus robustes, c'est à dire dont la marge varie moins selon l'aléa climatique et les marchés. Enfin, le développement de variétés très précoces permet de tester la culture du tournesol dans des régions océaniques du nord-ouest de la France, mais aussi en double culture, après une orge d'hiver précoce ou un pois d'hiver, dans le tiers sud de la France. Terres Inovia diffusera prochainement les résultats de ces tests.

(1) A noter qu'en 2017 en moyenne en France, plus d'un hectare sur cinq de blé tendre est cultivé après une céréale à paille. Ce taux varie de 10 à 40% de la sole de blé tendre selon les régions. (Source : enquête SSP 2017 du ministère de l'agriculture et de l'alimentation).

Le tournesol, un atout dans les rotations

| Rotation de référence avec résultats médians | Colza | Blé tendre | Blé tendre | Orge d'hiver | |
|---|-------|------------|------------|--------------|--------------|
| Rendement (q/ha) | 35 | 70 | 64 | 65 | |
| Prix de vente indicatif (€/t) | 360 | 150 | 150 | 140 | |
| Charges opérationnelles (€/ha) | 573 | 463 | 503 | 395 | |
| Marge brute + aide(s) PAC (€/ha) | 836 | 729 | 600 | 664 | |
| Rotation de référence avec résultats dégradés | Colza | Blé tendre | Blé tendre | Orge d'hiver | |
| Rendement (q/ha) | 26 | 60 | 52 | 55 | |
| Charges opérationnelles (€/ha) | 648 | 483 | 523 | 415 | |
| Marge brute + aide(s) PAC (€/ha) | 437 | 560 | 401 | 504 | |
| Rotation avec tournesol | Colza | Blé tendre | Tournesol | Blé tendre | Orge d'hiver |
| Rendement (q/ha) | 35 | 70 | 23 | 70 | 65 |
| Prix de vente indicatif (€/t) | 360 | 150 | 340 | 150 | 140 |
| Charges opérationnelles (€/ha) | 558 | 448 | 299 | 475 | 380 |
| Marge brute + aide(s) PAC (€/ha) | 851 | 744 | 632 | 717 | 679 |

Source : Terres Inovia

UNE CULTURE aux débouchés solides

Les débouchés offerts par le tournesol peuvent justifier l'attrait pour cette culture. Son huile et sa richesse en protéines permettent de nombreux usages en alimentation humaine et animale.



Le tournesol est loin d'être une culture mineure. Second oléagineux à l'échelle de l'Union européenne, il représente en France une production d'environ 1,3 millions de tonnes en 2019 (Source : Terres Univia d'après SSP). L'hexagone est le 4^{ème} producteur de tournesol dans l'Union européenne, derrière la Roumanie, la Bulgarie et la Hongrie.

Le tournesol offre ainsi de nombreux débouchés en alimentation humaine et animale. La graine de tournesol présente, en effet, une teneur en huile élevée (44 - 45 % de la graine brute), son principal atout. Elle est aussi riche en protéines (15-16 % de la matière brute) et cel-

lulose (16 %). Si les graines peuvent être utilisées entières et consommées directement sous forme de « pipas », elles sont, dans leur grande majorité, triturées dans des usines pour obtenir de l'huile et des tourteaux.

Des huiles riches en acides gras essentiels

Les apports nutritionnels de l'huile de tournesol permettent à cette culture d'être bien valorisée en alimentation humaine. Le tournesol linoléique produit une huile de tournesol dite « classique » (80 % de la consommation), une huile riche en acide linoléique, soit l'oméga 6, un acide gras essentiel nécessaire à l'organisme. Autre débouché : l'huile oléique, obtenue à partir du tournesol dit « oléique », qui contient plus de 82% d'acide oléique (oméga 9), l'acide gras majoritaire de l'huile d'olive. Cette

L'INTERPROFESSION À L'INITIATIVE D'UNE VASTE CAMPAGNE DE PROMOTION DES HUILES DE COLZA ET DE TOURNESOL ET DES MARGARINES VÉGÉTALES

HUILES ET MARGARINES VÉGÉTALES BIENFAITS DE L'EUROPE

Pour promouvoir les huiles et les margarines végétales, l'inter-

profession des huiles et protéines végétales Terres Univia et l'association polonaise des producteurs d'huile (PSPO) viennent de lancer, avec le soutien financier de l'Union européenne, une vaste campagne de communication sur trois ans (2020-2022) en France et en Pologne. Objectif : mettre en avant, auprès du grand public, les bienfaits de l'huile de colza dans les deux pays, ainsi que de l'huile de tournesol et des margarines uniquement en France.

Pour mener à bien cette campagne, différentes actions vont être déployées : site web, campagne TV, relations presse, présence à des salons professionnels autour de la santé, du bien-être et de l'alimentation tel que le Salon AFDN, réalisation de recettes par des influenceurs. Un spot télévisé, en cours de tournage, devrait être déployé sur le petit écran cet automne.

Venez découvrir les huiles et margarines végétales sur www.huiletomega.eu

composition particulière confère à l'huile de tournesol une excellente résistance aux températures élevées, comme en cas de friture par exemple. La France est d'ailleurs le premier pays producteur de tournesol oléique en Europe. L'huile de tournesol est donc une huile riche en acide gras insaturés (oméga 6 et 9) et en vitamine E et contient peu d'acides gras saturés.

Les consommateurs ne s'y trompent pas : le tournesol est la première huile de table la plus consommée en France (Source : Terres Univia d'après Nielsen). Elle est en particulier une excellente candidate pour se substituer à l'huile de palme, qu'il s'agisse de la friture ou d'être intégrée à des produits agro-alimentaires.

Le marché des tourteaux : encore une belle marge de progression

Les tourteaux de tournesol sont, eux, un marché très prometteur à combler. Cette matière première, qui rentre dans les cahiers des charges d'une alimentation non OGM, est très intéressante pour nourrir les animaux, toutes espèces confondues.

Très apprécié des bovins et poules pondeuses, le tourteau de tournesol « pailleux » (sans décorticage préalable) présente une teneur en protéines de 26 à 28% sur matière brute et une teneur résiduelle en matière grasse de 2% (le pressage suivi de l'extraction au solvant assurant une séparation optimale de l'huile). Un simple pressage mécanique permet d'obtenir un tourteau gras, dit « expeller », contenant autour de 10% d'huile. Un autre type de tourteau est produit et commercialisé en France depuis huit ans : le tourteau Hi-pro (contraction de « High Protein », soit haute teneur en protéines), particulièrement recommandé pour les porcs et les volailles, exigeant des formules denses en protéines. Obtenu avec un décorticage poussé des graines avant leur entrée dans le procédé de trituration, il permet d'atteindre 35 à 36% de protéines.

Or, la production française de tourteaux de tournesol est largement déficitaire puisque près de 900 000 tonnes de tourteaux de tournesol sont importés chaque année en France, majoritairement depuis l'Ukraine (source : Terres Univia d'après douanes).

ATTENTION À LA PRESSION précoce des pucerons

Les deux pucerons *Acyrtosiphon pisum* et *Aphis fabae* sont les ravageurs les plus présents sur le pois et la féverole. Ils apparaissent généralement au moment de la floraison. Comment les combattre au mieux ? Conseils.



Au printemps 2020, les pucerons verts ont colonisé très tôt certaines parcelles de pois et de féverole.

Le puceron vert du pois (*Acyrtosiphon pisum*) mesure 3 à 6 millimètres. Il est de couleur vert clair, parfois rose. Ses antennes sont aussi longues que le corps. Il est nuisible au pois car ses piqûres entraînent des dégâts directs par des avortements de boutons floraux et une réduction du nombre de gousses et du Poids Mille Grains (PMG). Les effets de ce ravageur sont aussi indirects car il peut transmettre des viroses, notamment en cas d'attaque précoce. La pullulation peut être très rapide et les pertes importantes. Ce puceron est également observable sur féverole, mais sa nuisibilité est cependant mal connue.

De leur côté, à l'âge adulte, les pucerons noirs (*Aphis fabae*) sont trapus et mesurent environ 2 millimètres. Ils se développent en colonies et forment des manchons (taches noires) sur la tige de la féverole. Ils colonisent rarement la parcelle entière. Plus d'un millier d'individus

peuvent être dénombrés par pied de féverole en cas de pullulation. La féverole d'hiver est en général moins touchée.

Les traitements à privilégier

A la suite du retrait du PRIMOR G et l'absence de mention « abeille » du KARATE K, seules les pyréthrioides bénéficiant de cette mention pouvaient être utilisées en floraison. Leur efficacité étant moindre, les seuils d'intervention avaient dû être abaissés à 10 pucerons par plante en pois et à 10% de pieds de féveroles avec un manchon. Aujourd'hui il est possible d'utiliser MAVRIK JET (société ADAMA), qui associe deux substances actives bien connues : le tau-fluvalinate (18 g/l) et le pirimicarbe (50 g/l). MAVRIK JET est autorisé à 2,4 l/ha sur pois et féverole en floraison et production d'exsudats en dehors de la présence des abeilles à raison d'une application par an. MAVRIK JET bénéficiant d'une bonne efficacité sur pucerons, les seuils ont pu être rétablis sur la phase de risque, soit de début floraison à deux semaines après la floraison (FSLA). Ils reviennent à 20 à 30 pucerons par plante pour le pois et 20% de pieds de féverole avec un manchon.

Attention : il ne faut pas oublier, qu'avant tout, l'appréciation du risque via le climat ou la présence d'auxiliaires doit être réalisée. Ceux-ci peuvent à eux seuls permettre de contenir la pression puceron en deçà des seuils d'intervention.

Une pression des pucerons inédite sur les pois et féveroles au printemps 2020

Durant le printemps 2020, les pucerons verts ont colonisé très tôt certaines parcelles de pois et de féveroles de printemps, qui avaient à peine atteint, pour certains, le stade 4-5 feuilles. Par ailleurs, les cultures, soumises à un stress hydrique important et des vents forts, étaient peu poussantes, ce qui les a rendus encore plus sensibles à cette attaque précoce. Dans ces conditions exceptionnelles de cumul de stress sur les cultures, une intervention précoce s'est souvent avérée nécessaire.

Sur pois et féverole, pour prendre en compte ce risque

(phase végétative avant floraison), l'association lambda-cyhalothrine / pirimicarbe (KARATE K) a été recommandée car, avec les pyréthrinoides seuls, une nouvelle intervention était probable. Il a donc été préconisé de conserver MAVRIK JET pour la floraison, en raison de ses mentions abeilles qui permettent l'utilisation en floraison et production d'exsudats.

Cette forte pression pucerons à des stades jeunes se traduit aujourd'hui par la présence de plantes virosées,

visibles dans la majorité des parcelles de pois et de féveroles de printemps dans la moitié nord de la France.

Les viroses, conséquences de la forte pression de pucerons

En plus des dégâts directs qu'ils peuvent occasionner en se nourrissant de la sève des plantes, les pucerons sont des vecteurs importants de phytovirus. Ces parasites intracellulaires ne peuvent pas se multiplier de façon autonome et utilisent les ressources de la plante hôte, ce qui entraîne chez cette dernière des perturbations physiologiques importantes. Différents types de symptômes peuvent alors être observés : mosaïques, déformations (enroulement et/ou crispation des feuilles, modification du port...), jaunissements ou encore nécroses plus ou moins généralisées. De très nombreux cas de parcelles de pois et de féverole présentant ces types de symptômes ont été signalés ce printemps. Dans ce contexte, Terres Inovia a mis en place une étude, avec des échantillons de plantes malades prélevés dans les différents secteurs concernés. Une description des symptômes ainsi qu'une détection des principaux virus seront réalisées au laboratoire. Cette étude permettra d'identifier les virus présents sur ces deux cultures et d'améliorer les connaissances sur les maladies virales et les conditions favorisant leur développement.

LENTILLE : MÊME CAUSE, MÊMES CONSÉQUENCES QUE LES POIS ET LES FÉVEROLES ?

Observé généralement en mai/juin sur des lentilles en floraison, le puceron vert (*Acyrtosiphon pisum*) a aussi profité des conditions sèches et chaudes pour coloniser précocement certaines parcelles de lentille. Pour faire face à cette pression exceptionnelle (en précocité et en gravité), une demande de dérogation 120 jours (art 53 REG 1107/2009) déposée par l'ANILS auprès du Ministère de l'Agriculture a reçu un avis positif. La spécialité commerciale MAVRIK JET / TALITA JET / KLARTAN JET (AMM 2190016) a bénéficié d'un usage dérogatoire pour la campagne 2020. Les viroses sont également soupçonnées sur lentille et l'étude pois féverole est étendue à la lentille.