

ARVALIS & Terres Inovia

infos

Septembre 2017

CÉRÉALES

Date et densité de semis :
fixer les bases de l'itinéraire
technique p. 3

Désherbage : associer
programmes d'automne
et leviers agronomiques p. 6

Lutte contre le coquelicot :
agir au plus tôt p. 12

Limaces : la prise de décision
est multifactorielle p. 14

Destruction des couverts :
impacts réciproques du choix
de la date et des outils p. 18

COLZA

Ravageurs : l'agronomie
au cœur de la lutte p. 21

Désherbage : raisonnez
la postlevée p. 23

Téledétection : de nouveaux
outils au service
de la fertilisation azotée p. 26

PROTÉAGINEUX

Insérer des légumineuses dans
les systèmes de culture p. 29



Automne 2017 :
intervenir en temps et en heure

Fixer les bases de l'itinéraire technique

Date et densité de semis ont une incidence sur le rendement des céréales à paille, mais aussi sur l'efficacité de la lutte contre les adventices, les ravageurs et les maladies.



© N. Cornec - ARVALIS-Institut du végétal

Le recul de la date du semis est efficace sur les adventices aux pics de levée « centrés » au début de l'automne.

Historiquement, les dates et densités de semis ont été calées et validées sous forme de stratégie d'esquive climatique afin de prédisposer les plantes à réaliser leurs stades phénologiques les plus sensibles lorsque les risques sont relativement faibles : assurer une levée avant les gels les plus forts et les excès d'eau, positionner la montaison lorsque les périodes de gel ne sont plus à craindre et anticiper pour que le remplissage des grains se produise avant qu'il ne fasse trop chaud ou trop sec.

Dans les essais d'ARVALIS-Institut du végétal, l'enjeu d'anticiper ou de retarder d'un mois la date recommandée est en moyenne de 10 % du rendement, avec des pénalités extrêmes de 30 à 50 % pour des décalages plus importants (*figure 1*). La réponse à la densité de semis est en revanche beaucoup plus modérée, avec un enjeu moyen souvent inférieur à 5 % et jamais supérieur à 15 % (*figure 2*).

Le choix d'une date de semis comme seule stratégie d'évitement des stress climatiques est très réducteur et quelque peu idéaliste face à la réalité du calendrier des travaux et aux autres enjeux, sanitaires notamment.

Esquiver les levées d'adventices dans la culture

Le premier argument en faveur d'une modification de la date de semis est de pouvoir s'attaquer aux problèmes de désherbage. Semer plus tard assure la levée d'une partie des adventices avant le semis et la possibilité d'une destruction non sélective avant l'implantation. L'efficacité de cette technique est d'autant plus importante qu'elle est couplée à plusieurs faux-semis. Le recul de la date de semis est relativement efficace sur les adventices qui ont des pics de levée très « centrés » autour du début de l'automne. C'est notamment le cas des bromes, ray-grass et vulpins pour les graminées et du gaillet, voire de la véronique, pour les dicotylédones (avec une efficacité toutefois plus limitée pour ces dernières).

Les pratiques avec des décalages importants des dates de semis sont à prioriser sur des parcelles historiquement très infestées (échec de désherbage et/ou problèmes de résistance notamment) afin d'appliquer les solutions chimiques herbicides dans les meilleures conditions, c'est-à-dire sur des populations réduites.

L'intérêt d'accroître la densité de semis pour étouffer les adventices est en revanche limité car l'inter-rang n'est en général couvert par les céréales à paille qu'en sortie d'hiver, à un moment où les adventices ont déjà pu s'installer. Majorer la densité de semences de 10 à 20 % reste pertinent dans l'optique de réaliser un désherbage mécanique.

Compromis face aux ravageurs

Vis-à-vis des limaces, il pourrait sembler préférable de semer tôt pour avoir une levée et un tallage rapides afin de dépasser très vite le stade de forte sensibilité de la culture aux dégâts occasionnés par ce ravageur. Mais à l'inverse, des semis précoces augmentent le risque d'exposition des jeunes plantules aux infestations par des pucerons et des cicadelles, les conditions climatiques étant plus favorables à leur activité de vol et à leur installation dans la parcelle. La durée d'exposition est également accrue, pouvant alors conduire à renouveler les traitements insecticides.

Le semis tardif offre des conditions climatiques généralement moins favorables à la présence de ces insectes mais le climat de l'automne peut réserver quelques surprises et contrecarrer la stratégie. La présence tardive de pucerons sur des plantes encore jeunes, ayant dépassé le stade de protection des traitements de semences insecticides (4-5 feuilles), peut alors nécessiter une intervention foliaire. Modifier les dates de semis pour limiter les dégâts de différents ravageurs d'automne s'avère ainsi délicat. Le choix se fera par la recherche d'un compromis, en prenant en compte les caractéristiques des parcelles et leur exposition à ces risques.

Esquiver la septoriose

La pression des maladies, piétin verse, septoriose et rouille brune, peut être abaissée avec des semis plus tardifs, ce qui s'explique de deux manières. D'une part, une culture semée plus tard aura tendance à moins accumuler d'inoculum avant l'hiver avec moins d'exposition aux spores de champignons et moins de tissus foliaires présents en surface et susceptibles d'être contaminés. D'autre part en période de montaison, les nouvelles feuilles apparaissent plus vite, et peuvent ainsi « prendre de vitesse » certaines épidémies de maladies.

DATE DE SEMIS : environ 30 jours pour agir

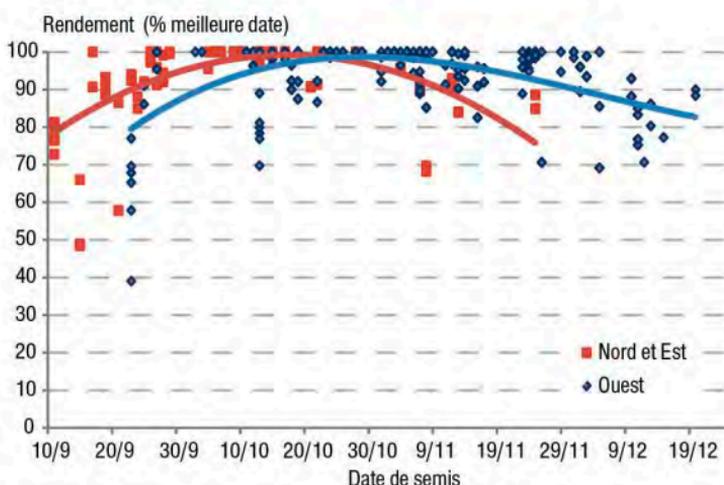


Figure 1 : Réponse du rendement du blé tendre, exprimé en base 100 à la meilleure date, suivant la date de semis pour des essais réalisés dans l'ouest, le nord et l'est de la France. Les pertes de rendement semblent contenues si le semis est réalisé dans une fourchette de 30 jours centrée sur l'optimum de date de semis dans la parcelle.

DENSITÉ DE SEMIS : un impact modéré et progressif

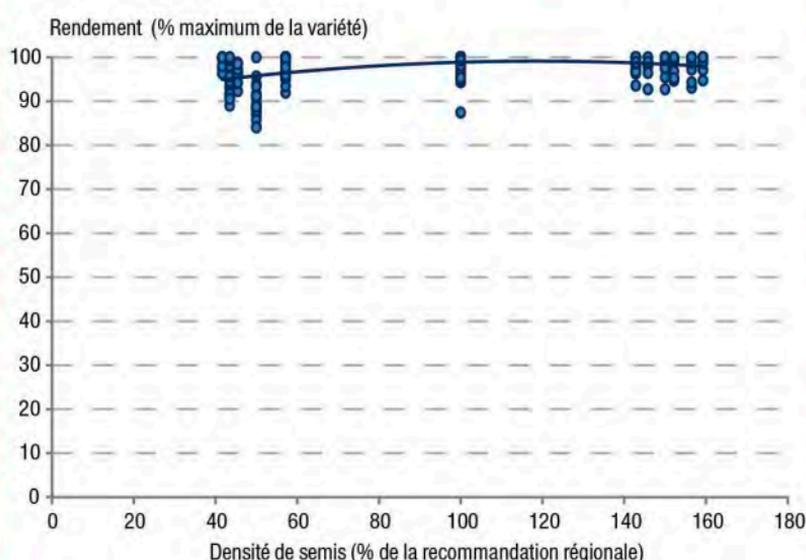


Figure 2 : Réponse du rendement du blé tendre, exprimé en base 100 du rendement maximum de la variété, suivant la densité de semis exprimée en part de la recommandation régionale.

On constate notamment moins de septoriose sur les semis tardifs qui échappent ainsi aux premières contaminations par voie ascosporee. Le point initial de l'épidémie étant plus tardif, l'inoculum de septoriose est moins abondant en sortie hiver. Cet effet se combine à une structure de couvert présentant moins de talles. Avec des variétés très sensibles à la septoriose, un décalage de semis du 17 octobre au 23 novembre limite les pertes potentielles jusqu'à 10 q/ha mais peut aussi limiter le rendement. L'efficacité de ce levier est évidemment très en retrait par rapport à la résistance variétale ou à l'application optimisée de fongicides adaptés. À l'opposé, des semis tardifs peuvent favoriser la rouille jaune et l'oïdium. De plus, des conditions de levée plus difficiles peuvent accroître les pertes de peuplement en cas de contamination des semences par des fusarioses, ou bien encore, favoriser le risque de développement de la carie (sensibilité jusqu'au stade 2 feuilles environ).

Même si l'effet sur septoriose reste irrégulier, l'expérience montre que les densités élevées sont associées à une pression plus forte de maladies. La structure du couvert en est probablement la meilleure explication, avec des conditions d'hygrométrie et de contact entre les feuilles pouvant y être très différentes.

Retrouvez en complément le dossier « Semis direct: vers la couverture permanente du sol » paru dans *Perspectives Agricoles* N° 436, septembre 2016.



Associer programmes d'automne et leviers agronomiques



Alliant une réduction précoce de la concurrence exercée par les adventices à une alternance des modes d'action, les passages d'automne permettent de conserver des quintaux.

Face à l'augmentation des difficultés de gestion du ray-grass et du vulpin en céréales à paille, ARVALIS-Institut du Végétal a testé différentes stratégies de désherbage. Si les programmes d'automne se démarquent, les leviers agronomiques restent décisifs.

L'utilisation d'anti-graminées foliaires en sortie d'hiver n'est plus un gage de réussite du fait des phénomènes de résistance. Néanmoins, un passage unique en sortie d'hiver reste justifié en situation de faible densité en graminées ou sans résistance avérée.

Sur les situations plus difficiles, en l'absence de passage d'automne ou d'efficacité satisfaisante, il est tentant d'associer deux produits de sortie d'hiver pour maximiser l'efficacité obtenue. Cette association doit s'effectuer sans réduire les doses afin de ne pas induire de résistances aux deux modes d'action appliqués. Au sein de trois essais vulpin réalisés en 2016, les associations de sortie d'hiver apparaissent meilleures que les applications d'un produit seul, sans toutefois parvenir à 100 % d'efficacité moyenne. Elles restent très coûteuses et ne sont pas à envisager à long terme.

Il est aussi possible d'associer certains produits racinaires à un produit foliaire (par exemple, Archipel Duo + Défi, l'apport de Défi améliorant l'efficacité moyenne de 8 à 9 points). Cette solution, comme les mélanges précédents, n'est

à appliquer qu'en cas d'urgence. Un produit racinaire est toujours mieux valorisé sur un positionnement précoce d'automne.

À l'automne, le désherbage effectué en prélevée reste mineur, alors qu'il s'agit d'une stratégie gagnante. La prélevée est un créneau « sûr », notamment en cas d'automne pluvieux, car si les semis sont possibles, les traitements le sont également ! De plus, pour les cas les plus problématiques où deux passages à l'automne seront nécessaires, l'application de prélevée est obligatoire.

Le désherbage en post-levée précoce, effectué à 1-2 feuilles du blé, est la pratique la plus fréquente à l'automne. La majorité des produits racinaires perdant de leur efficacité sur des adventices plus développées, il est essentiel de traiter le plus tôt possible.

Les programmes, une réelle assurance

Les programmes mêlant une application d'automne rattrapée par une application en sortie d'hiver, en alternant les

PLUS EFFICACES ET RÉGULIERS : les programmes associant un passage à l'automne et en sortie d'hiver se démarquent

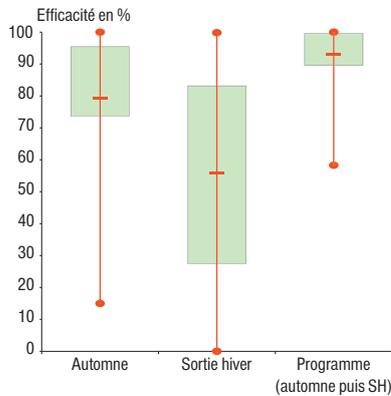


Figure 1: Comparaison des modalités « un passage d'automne », « un passage de sortie hiver » et « un programme automne puis sortie d'hiver », sur ray-grass (30 essais de 2009 à 2016). Pour chaque stratégie, les points indiquent les efficacités minimale et maximale observées et le tiret, l'efficacité moyenne ; 80 % des efficacités observées sont contenues dans le rectangle.

modes d'action, limitent la pression de sélection exercée sur les adventices visées. Avec une concurrence précoce moindre grâce à l'application d'automne, ils permettent de nets gains d'efficacité et de régularité par rapport aux applications uniques. Une synthèse de 30 essais sur ray-grass (figure 1) montre que 80 % des programmes ont une efficacité comprise entre 89,6 et 99,6 %, contre 27 et 83 % pour les applications uniques de sortie d'hiver – une variabilité très importante. Malgré tout, seuls quelques programmes sont totalement satisfaisants (100 % d'efficacité). D'autres leviers doivent donc être mis en place : traitements d'automne plus solides avec des associations de produits, voire deux passages en cas de résistance et d'apport très limité en sortie d'hiver.

Les programmes « tout automne » (prélevée puis postlevée précoce à 1-2 feuilles), en progression, sont encore peu appliqués dans l'Hexagone. Ils augmentent les coûts et l'impact IFT. Ces programmes sont néanmoins les seules stratégies envisageables en cas de graminées résistantes aux inhibiteurs de l'ALS et de l'ACCase. Ils doivent être accompagnés d'un recours à des leviers agronomiques.

Parmi les sept programmes testés sur ray-grass en 2016 (figure 2), cinq comprennent une double application. Avec une moyenne de 92 %, leurs efficacités sont de 6 à 18 points supérieures à celles des applications solos. Ils sont aussi plus réguliers : quatre sur cinq dépassent 90 % d'efficacité. Attention : étant appliqués sur des populations résistantes, les possibilités de ré-intervention en sortie d'hiver sont nulles.

Les résultats de la campagne 2015-2016 sur vulpin sont présentés dans la figure 3. Comme en ray-grass, les

programmes d'automne comportent plus d'herbicides que les applications seules de prélevée ou postlevée, et sont donc plus efficaces (efficacité moyenne de 83 %). Les plus réguliers sont Mamut + Trooper puis Herbaflex + Roxy 800EC, et Mataro + Prowl 400 puis Daiko + Fosburi + H. La comparaison des modalités confirme qu'il faut viser le maximum d'efficacité dès le départ.

En matière de sélectivité, ces modalités sont plus agressives à T+14 jours, voire en sortie d'hiver. Un site a été très impacté (Montaut-les-Créneaux) du fait de fortes pluies suivant les applications. En situations très infestées, c'est malheureusement un risque à prendre si l'on souhaite garder le potentiel de la culture.

Trois passages en cas extrêmes

Dans les situations les plus compliquées, une troisième application d'automne peut être envisagée au début du tallage. Elle reste toutefois conditionnée par les spécialités utilisées en prélevée et postlevée et par les possibilités d'intervention dans les parcelles. Deux modalités de

Préférer deux passages plus solides à trois applications d'automne plus légères. Elles apportent peu de bénéfices, élèvent les coûts et augmentent les risques de phytotoxicité pour la culture.



PROGRAMMES « TOUT AUTOMNE » SUR RAY-GRASS : les doubles passages à l'automne régularisent mais ne font pas tout

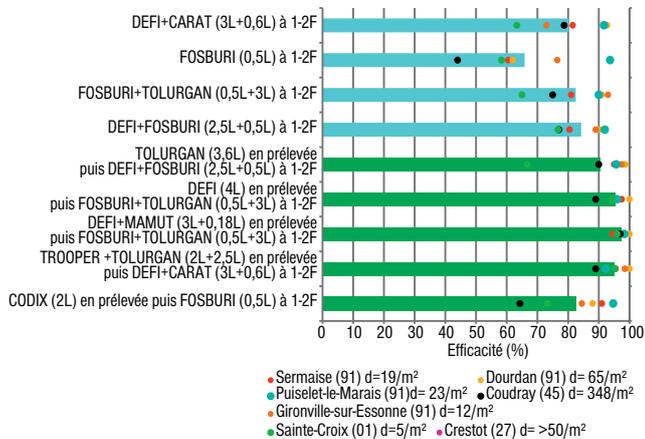


Figure 2 : Efficacités comparées de stratégies d'automne (applications uniques en postlevée précoce en bleu, applications en programme avec une prélevée rattrapée par de la postlevée précoce en vert). Six essais Arvalis sur ray-grass, 2016.

ce type ont été testées en ray-grass et en vulpin. Les deux programmes travaillés en ray-grass incluant trois applications sont plus efficaces que les programmes doubles, mais de peu (2 ou 3 points gagnés), et n'ont pas atteint 100 % d'efficacité. La série d'essais avec une troisième application sur vulpin confirme que la multiplication des passages à petites doses n'améliore pas l'efficacité (essais 2015-2016). Le Matara appliqué en début de tallage est moins bien rentabilisé en troisième passage qu'au sein d'une association en postlevée précoce. Il faut appliquer le plus tôt possible la bonne dose dans les bonnes conditions afin d'en tirer le maximum d'efficacité.

Le risque de phytotoxicité est aussi multiplié. Sur vulpin, l'application triple et dissociée s'est montrée plus sélective que son homologue en double application. La culture

« détoxifie » mieux les produits appliqués en séquence qu'en apport « massif », sauf pour le programme triple à base d'Othello, plus marqué. Dans ces conditions, ne pas hésiter à augmenter la densité de semis quand des programmes d'automne sont envisagés afin de pallier les pertes de pieds.

Ne pas hésiter à augmenter la densité de semis si des programmes d'automne sont envisagés, afin de pallier les pertes de pieds.

Dans tous les cas, mais surtout dans les parcelles en dérive d'efficacité de sortie d'hiver, il faut mobiliser les leviers agronomiques et mettre tout en œuvre avant l'implantation de la culture pour limiter le nombre d'adventices (nouvelles espèces dans la rotation, travail du sol, décalage des dates de semis...).

DÉSHERBAGE D'AUTOMNE DU VULPIN : avantage aux programmes les plus complets

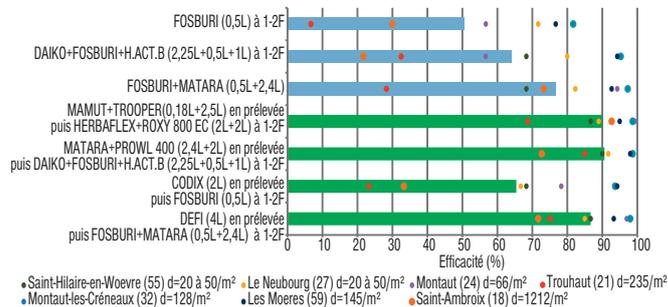


Figure 3 : Efficacités comparées de stratégies d'automne (applications uniques en postlevée précoce en bleu et applications en programme avec une prélevée rattrapée par de la postlevée précoce en vert). 7 essais sur vulpin, campagne Arvalis 2015-2016.



Une fois la culture implantée, choisir une base solide en prélevée contre le vulpin puis compléter éventuellement par un mélange de postlevée précoce.

De nombreuses substances actives, notamment racinaires, restent efficaces sur des coquelicots résistants.

Agir au plus tôt

Malgré la présence de coquelicots résistants, la gestion de ces derniers en céréales à paille reste accessible, comme le souligne quatre essais mis en place par ARVALIS-Institut du végétal durant la campagne 2016. Les solutions d'automne, dont la pendiméthaline présente au sein de nombreux produits, sont à privilégier en cas de fortes infestations.

Comme pour les graminées, l'usage répété d'herbicides à large spectre, qui plus est à des doses modulées parfois en limite d'efficacité, a provoqué le développement de populations de dicotylédones résistantes aux herbicides. Parmi celles-ci, le coquelicot est l'adventice résistante la plus répandue. En France elle n'est résistante qu'aux inhibiteurs de l'acétolactate synthase (ALS, groupe HRAC B). Afin de prévenir l'apparition d'adventices résistantes, il est indispensable d'alterner les modes d'action des substances actives herbicides appliquées.

Attention cependant, les fortes populations de coquelicots ne riment pas toujours avec résistance. Elles sont parfois juste la conséquence d'implantations et/ou de désherbages mal gérés, comme ce fut le cas lors de la campagne 2013-2014 dans certaines parcelles de colza.

ARVALIS - Institut du végétal a mis en place quatre essais lors de la campagne 2016 afin de réaliser un état des lieux des solutions disponibles sur cette adventice.

Des produits racinaires à large spectre à l'automne

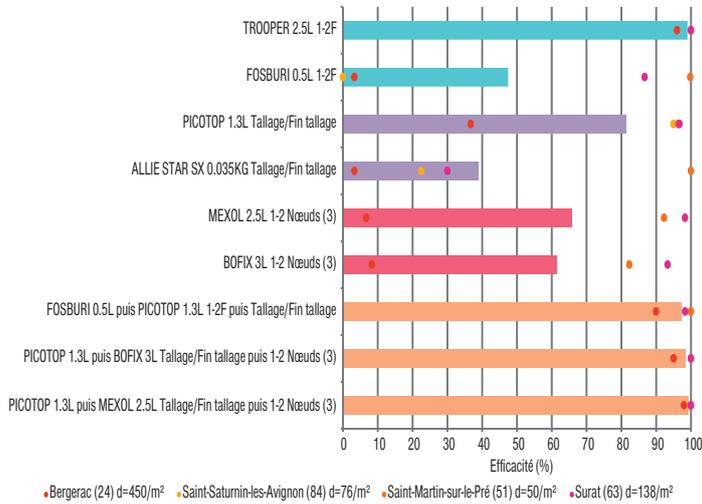
Les produits racinaires utilisés en automne pour le désherbage des graminées dans les céréales à paille possèdent également des efficacités sur certaines dicotylédones.

En cas de fortes populations de coquelicots, certains s'avèrent très performants comme Trooper (2,5 l) et Carmina Max (2,5 l). Les efficacités du Trooper et du Carmina Max sont respectivement supérieures et égales à Nessie (1,5 l), une référence anti-dicotylédones de postlevée précoce. Trooper, via la pendiméthaline, obtient 100 % d'efficacité dans 3 essais sur 4 et une efficacité moyenne de 99 % - c'est la meilleure modalité appliquée en un seul passage, tout positionnement confondu. L'association d'une urée (le chlorotoluron) et du diflufénicanil au sein de Carmina Max apporte une efficacité moyenne de 74 %, avec trois essais supérieurs à 96 % ; il est proche de Nessie qui atteint une moyenne de 81 % dans ces quatre essais. En revanche, Carmina Max et Nessie décrochent dans l'essai très infesté de Bergerac. Ce sont néanmoins de très bons traitements d'automne qui peuvent, si besoin, être rattrapés en sortie d'hiver. Avec respectivement 48 et 59 % d'efficacité moyenne, Fosburi et Cent 7 sont plus irréguliers et peinent d'autant plus que les situations sont difficiles.

Des solutions existent en sortie d'hiver

En sortie d'hiver, le réflexe est de traiter avec des inhibiteurs de l'ALS - typiquement, à base de metsulfuron, comme l'Allié Star SX, ou de florasulame, comme le Primus. Or ces

RÉSISTANCES OU INVASIONS : seuls les produits à base de pendiméthaline et les programmes dépassent 97 % d'efficacité moyenne



1-2F = 1 ou 2 feuilles - (3) : 3 essais pour ces modalités. L'efficacité moyenne est représentée par une barre.
Figure 1 : Efficacités mesurées sur quatre sites présentant différents niveaux d'infestation en coquelicots et efficacité moyenne pour des dés herbants testés en solo (en bleu, violet et rose selon le stade) ou en programme (en orange). Essais Arvalis 2016.

traitements, victimes de leur propre succès, ont pu sélectionner des populations de coquelicots résistants. Dans ces essais, l'Allié Star SX en est le parfait exemple : son efficacité n'atteint que 39 % en moyenne en traitement de postlevée, avec des dérives d'efficacité importantes dans 3 essais sur 4 (figure 1).

Parmi les trois autres produits testés en sortie d'hiver, le Picotop (1,3 l) obtient 81 % d'efficacité moyenne, avec des efficacités supérieures ou égales à 95 % dans 3 essais sur 4 ; il est le produit de sortie d'hiver le plus régulier du marché à ce positionnement (hors inhibiteurs de l'ALS). Mexol (2,5 l), avec 78 % d'efficacité moyenne, est intéressant sans être imparable : trois essais ont des efficacités supérieures à 90 %. Enfin Nessie est à privilégier en application précoce (81 % d'efficacité moyenne) plutôt qu'en sortie d'hiver (seulement 73 %).

À noter que l'essai très problématique de Bergerac (plus de 400 coquelicots par mètre carré) abaisse considérablement toutes les moyennes.

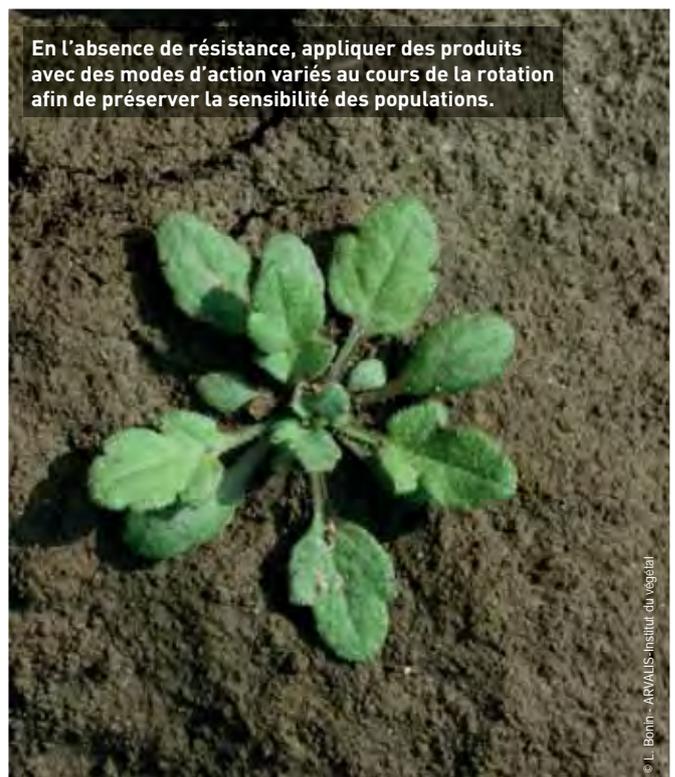
Des rattrapages possibles

Passé le stade « fin du tallage », il devient difficile de contrôler les coquelicots encore présents dans les champs, surtout si aucune application préalable n'a été effectuée avec un produit réellement efficace. Les solutions à base d'inhibiteurs de l'ALS peuvent être appliquées tardivement, cependant il faut privilégier des positionnements précoces. Mexol est une possibilité de rattrapage s'il n'a pas été appliqué en sortie d'hiver, puisqu'il est homologué jusqu'à 2 nœuds. Dans les essais de Surat et de Saint-Martin-sur-le-Pré, il obtient la même efficacité que positionné plus précocement ; par contre son efficacité sur l'essai de Bergerac se dégrade. Bofix, produit classique de rattrapage mais non spécifique du coquelicot, est intéressant suite à une première application d'automne ou de sortie d'hiver.

En conclusion, les meilleurs résultats sont obtenus avec une application en automne d'un produit racinaire à large spectre, tel Trooper, la meilleure modalité solo, ou Carmina Max. Cependant, les solutions de Picotop et Mexol sont intéressantes dans 3 essais sur 4.

Le choix de deux applications, en automne puis à la sortie d'hiver ou encore en sortie d'hiver suivie d'un rattrapage à 1-2 nœuds, permet d'approcher l'efficacité du Trooper. Les trois programmes testés (figure 1) ont des efficacités moyennes comprises entre 97 et 99 %. Avec Trooper, ce sont les seuls où l'efficacité dépasse 90 % dans l'essai très infesté de Bergerac.

En cas d'infestation importante de coquelicots (résistants ou non), un produit contenant de la pendiméthaline reste donc de loin la solution la plus rentable et la plus efficace. Il pourra si besoin être complété en sortie d'hiver.



En l'absence de résistance, appliquer des produits avec des modes d'action variés au cours de la rotation afin de préserver la sensibilité des populations.

© L. Bonin - ARVALIS-Institut du végétal

ISSN n°2266 - 6753 - Dépôt légal à la parution - Réf: 17111 - Impression: Imprimerie Mordacq (62)
Ont contribué à la réalisation des articles :
 - Pour Arvalis : Jean-Charles Deswarte, Lise Gautellier Vizioz, Ludovic Bonin, Pierre Taupin, Jérôme Labreuche, Damien Brun.
 - Pour Terres Inovia : Céline Robert, Laurent Ruck, Franck Duroueix, Luc Champolivier, Julien Charbonnaud, Véronique Biarnès, Anne Moussart.
Photo de couverture : N. Cornec - ARVALIS-Institut du végétal
 Imprimé sur du papier 100 % recyclé
 Document imprimé par une entreprise Imprim'Vert



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

La prise de décision est multifactorielle

Une étude récente apporte un nouvel éclairage dans la lutte contre les limaces. Il n'apparaît pas possible de relier un niveau de capture du ravageur et une nuisibilité sur les cultures de blé ou de colza. Un ensemble de règles de décision est proposé pour accompagner techniciens et agriculteurs dans la nécessité de protéger ou non les cultures.



En blé, les attaques sur graines conduisent à la disparition plus ou moins importante de plantes.

Le niveau de nuisibilité des limaces (pertes de plantes, retard de développement, pertes de rendement, dégradation de la qualité) est difficile à prévoir. De nombreux éléments entrent en jeu, comme l'appétence de la culture, la durée du stade sensible ou encore la rapidité du développement de la culture. La capacité de compensation de la plante est également variable selon ses caractéristiques intrinsèques (tallage, PMG, nombre d'inflorescences...) mais aussi selon les conditions pédo-climatiques. La germination est généralement la période la plus à risque. En céréales à paille et oléagineux, les attaques de limaces sont d'autant plus nuisibles qu'elles interviennent précocement.

Grande variabilité des pertes

Une enquête réalisée auprès d'agriculteurs (Resolim 2013-2014) témoigne du fait, qu'en année à forte pression, des ressemis ont été nécessaires chez une proportion importante d'exploitations : 20 % d'entre elles en colza, 16 % en tournesol et 10 % en céréales à paille, avec une variabilité très forte selon les parcelles. Afin de mieux évaluer la nuisibilité des limaces grises selon le niveau de piégeage, les cultures et le stade de développement, le groupe de travail « nuisibilité » du CASDAR Resolim a analysé les résultats provenant de 229 essais mis en place par les partenaires de ce réseau entre 1975 à 2015 (De Sangosse, Bayer, Phyteurop, ACTA, Terres Inovia, Arvalis, ISARA...). En colza, il a été constaté une grande variabilité de pertes de plantes pour un même niveau d'activité des limaces. Aucune relation directe entre ces pertes et le nombre de limaces piégées n'a pu être mise en évidence. Les attaques de limaces sur colza



La relation entre le nombre de limaces piégées et les pertes sur colza semble meilleure en sols limoneux qu'en sols argileux.

sont très fréquentes à la levée mais les incidences sont très variables pour un même niveau de limaces piégées. Le travail du sol, qui a un impact sur les populations de limaces mais aussi sur la capacité de compensation de la culture, a également été analysé sans qu'il n'ait été possible de montrer de différence nette entre le labour et le travail superficiel. En revanche, le pourcentage de pertes est significativement plus fort en sols argileux qu'en sol limoneux sur colza.

De même en blé, lorsque des limaces ont été piégées, il a été constaté une grande variabilité d'attaques pour un même niveau de capture : 2 à 9 limaces observées dès la première attaque entraînent 3 à 52 % d'attaques, 23 à 374 limaces observées entraînent 11 à 100 % d'attaques. D'autres variables

explicatives ont été étudiées, comme le stade de développement au moment de l'attaque ou le travail du sol mais, là encore, aucune relation avec le nombre de limaces piégées n'a pu être mise en avant.

Un seuil d'intervention ne suffit pas

Dans cette étude (entre 30 et 50 données utilisables selon la culture), si une tendance se dégage malgré tout entre le niveau de dégâts et le nombre de limaces piégées, la grande variabilité des résultats empêche d'établir un seuil de nuisibilité valide et robuste. Il faut rappeler que le nombre de limaces piégées et les dégâts mesurés ne sont que des estimations. D'autre part, des erreurs de mesure sont possibles du fait de l'échantillonnage mais

Les prises de décision dans la lutte contre les limaces ne peuvent reposer uniquement sur un résultat de piégeage.

aussi des conditions de piégeage (climat, humidité) et de la grande variabilité du nombre de limaces piégées. Cette analyse tend ainsi à montrer que les prises de décision dans la lutte contre les limaces ne peuvent reposer uniquement sur un résultat de piégeage ponctuel, malgré l'intérêt de cet outil pour l'évaluation de l'activité des limaces. De ce fait, Arvalis et Terres Inovia ont élaboré des « arbres de décision » intégrant la multiplicité des facteurs. Le raisonnement de la lutte contre les limaces, qui repose néanmoins sur les observations au champ (*encadré*), est donc à adapter selon la nature des facteurs de risque liés à la parcelle (pratiques culturales, rotation, nature du sol, stade de développement de la culture). Les mesures à mettre en œuvre doivent être agronomiques (choix des espèces en interculture, travail du sol, préparation du lit de semence en évitant les mottes...), éventuellement accompagnées d'une lutte molluscicide.

ATTAQUES DE LIMACES SUR BLÉ : une grande variabilité empêche d'établir un seuil de nuisibilité

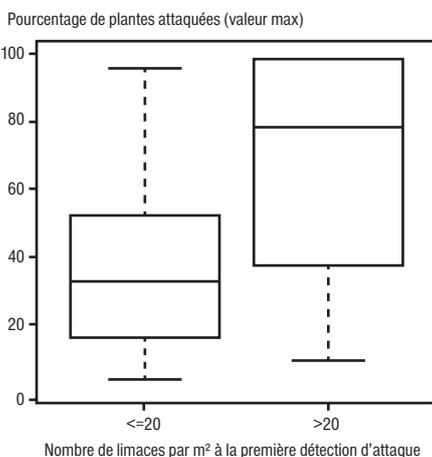


Figure 1 : Répartition de la quantité de plantes attaquées en fonction du nombre de limaces observées à la première détection d'attaque. Données Resolim, 1975 à 2015.

Estimer le risque en utilisant le piégeage

Chaque parcelle a ses propres caractéristiques. Le risque lié aux limaces peut être estimé par observation (quand le sol est humide, à l'aube par exemple) ou par piégeage. Le niveau de capture peut être très variable selon les conditions de la mesure (heure de la journée, répartition dans parcelle). Le piégeage précoce est conseillé (dans la culture précédente, l'interculture et au moins trois semaines avant le semis) et doit se poursuivre à proximité du semis. Des conditions sèches limitent les observations mais cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de limace. Un piégeage ponctuel est insuffisant, il est impératif d'assurer un suivi avant et après la levée de la culture.

Plus de précisions sur les moyens de lutte dans le dossier « Ravageurs : réduire les risques grâce aux moyens agronomiques », paru dans *Perspectives Agricoles* numéro 441, février 2017.



Impacts réciproques du choix de la date et des outils



De nombreux essais ont montré que les effets sur le sol, les cultures ou le cycle de l'azote étaient en partie dépendants de la date de destruction du couvert. Le choix de cette dernière est directement lié à celui de la technique envisagée.

Permettre au couvert de jouer son rôle de piège à nitrate et de protection du sol, préserver la disponibilité en eau et en azote pour la culture suivante, ne pas gêner l'implantation de la culture... le choix de la date de destruction du couvert résulte d'un compromis entre plusieurs objectifs. Il s'agit de laisser croître le couvert suffisamment longtemps pour qu'il soit efficace tout en limitant les effets potentiellement négatifs sur la culture suivante. Plusieurs paramètres sont à prendre en compte : la culture suivante, le type de sol et le mode d'implantation des cultures (tableau 1).

Cinétique de minéralisation

Une bonne gestion des restitutions de l'azote contenu dans le couvert après sa destruction nécessite de faire coïncider au mieux la période de forte minéralisation avec la période d'absorption intense de la culture suivante.

Des couverts ayant un rapport carbone sur azote (C/N) bas - légumineuses ou non-légumineuses à des stades précoces

de développement - présentent une minéralisation rapide et importante de leurs résidus. Des destructions tardives sont plus adaptées, à condition qu'elles ne pénalisent pas la culture suivante sur d'autres aspects (consommation tardive de l'eau du sol, qualité de semis...). Dans ce cas, les légumineuses, seules ou associées, ont un effet bénéfique sur la fertilisation azotée de la culture suivante.

Dans les situations de couverts à rapport C/N élevé (non-légumineuses généralement à un stade avancé de développement), une première phase d'organisation de l'azote intervient avant que la minéralisation ne prenne le dessus, généralement à des niveaux peu élevés. Des destructions précoces, éloignées de la date d'implantation de la culture suivante sont alors recommandées.

Une culture intermédiaire joue son rôle de CIPAN (Culture Intermédiaire Piège à Nitrates) en piégeant l'azote minéral du sol avant que le drainage n'ait commencé. Détruire en sortie d'hiver un couvert implanté tardivement aura une efficacité limitée, sa croissance démarrant réellement à

Date de destruction : intégrer de nombreux facteurs

Type de sol	Culture suivante		
	Blé, orge d'hiver	Betterave, orge, pois et féverole de printemps	Mais, tournesol
Limon sain, craie, sable	Juste avant le semis	Dès le 15 novembre	Février (au plus tard, début mars)
Limon argileux, sol argilo-calcaire			Labour : dès le 15/11 Non labour : entre le 15/11 et le 1/02 selon le climat et la vitesse de ressuyage
Sol argileux	Non labour : juste avant le semis Labour : anticiper la date de destruction et de labour	Non labour : 15/11 Labour : anticiper la date de destruction et de labour	Non labour : 15/11 Labour : anticiper la date de destruction et de labour

Tableau 1 : Date de destruction du couvert conseillée en fonction de la culture suivante, du type de sol et de la technique d'implantation. Ces préconisations sont d'ordre agronomique : il convient de bien prendre en compte la Directive nitrates applicable à chaque département.

ce moment-là. Dans une optique de piégeage des nitrates, le 15 novembre reste un point de repère pour détruire des couverts.

Adapter le mode de destruction aux pratiques culturales

Une forte couverture pendant l'interculture, voire dans la culture suivante en cas de semis direct sous couvert, protège les sols fragiles de la battance, du ruissellement et de l'érosion. Les fortes masses racinaires peuvent également avoir des effets positifs sur la structure du sol. La couverture végétale limite l'évaporation de l'eau grâce au mulch créé. Cependant, un couvert tardif peut réduire la réserve en eau du sol. De même, un mulch favorise certains ravageurs qui apprécient les sols humides, couverts et non perturbés (limaces, rongeurs).

Le type de sol et le mode d'implantation des cultures (labour, non-labour, semis direct) doivent guider en amont le choix de la date de destruction du couvert, elle-même à adapter en fonction de la technique de destruction retenue : mort naturelle du couvert, voie chimique ou moyens mécaniques. La destruction chimique des cultures intermédiaires est appréciée pour sa facilité de mise en œuvre : de nombreuses

espèces y sont sensibles, la dépendance à l'humidité du sol est assez faible et le chantier rapide. Les interventions se font sans dégât sur la structure et laissent le sol en place. La destruction chimique requiert des conditions favorables (portance, vent, température, hygrométrie...), généralement moins limitantes que celles des interventions mécaniques, grâce à sa rapidité d'intervention. La principale limite à la mise en œuvre de la destruction chimique du couvert provient de la Directive nitrates. Ce mode de destruction est généralement interdit en zone vulnérable. Il existe localement des dérogations, en particulier si la parcelle est située dans un îlot non labouré.

Le broyage est l'une des techniques les plus faciles à mettre en œuvre. Seules les espèces se développant relativement en hauteur, et ne repoussant pas après avoir été coupées, sont adaptées à ce mode de destruction. La moutarde blanche, le tournesol et le sarrasin en sont des exemples. Les résidus broyés peuvent constituer une protection pour le sol. Le risque de tassement par les roues du tracteur est à prendre en compte, en particulier sur les sols sensibles à l'engorgement d'eau. Avec le broyage, des précautions sont également à prendre vis-à-vis de la faune sauvage (vitesse réduite, commencer par le milieu de la parcelle, barre d'effarouchement...).

En labour, privilégier les espèces faciles à enfouir

Le temps de travail et le coût du labour sont élevés mais la destruction du couvert intervient en même temps que cette préparation de sol sans surcoût chez ceux qui utilisent déjà cette technique. La majorité des espèces est sensible à ce mode de destruction si le labour est correctement refermé. Des couverts très hauts comme une moutarde développée peuvent être difficiles à enfouir en un seul passage. La solution la plus répandue consiste alors à broyer ou déchaumer le couvert, préalablement au labour. Pour éviter ce passage supplémentaire, des montages sont parfois mis en œuvre, par exemple avec un système de chaîne derrière chaque corps ou un rouleau à l'avant du tracteur qui laboure (rouleau qui peut être remplacé par un broyeur). La solution la plus simple consiste cependant à choisir des espèces plus faciles à enfouir et moins hautes, même lorsqu'elles produisent beaucoup de biomasse, comme la phacélie.

Les couverts de légumineuses détruits tard au printemps ont un potentiel de minéralisation d'azote élevé mais peuvent impacter la réserve en eau du sol et l'implantation de la culture suivante.



Un rouleau traditionnel peut suffire pour détruire des couverts végétaux si les conditions d'intervention sont satisfaisantes, ce qui peut être difficile lors des hivers doux.



© R. Légère - ARVALIS-Institut du végétal

Un des risques avec le labour est d'enfouir, en fond de raie, de la matière organique qui va se décomposer au cours de l'hiver et conduire, en sol hydromorphe, à la création de « pseudogley ». Si le couvert suit une céréale, réaliser un ou deux déchaumages avant le semis des couverts est alors conseillé. Une autre possibilité serait de détruire le couvert par broyage ou déchaumage quelques semaines avant le labour, si les conditions le permettent. Le plus simple est de labourer sans rasette, ce qui laisse plus de matière végétale sur le flanc de labour, plutôt qu'en fond de raie.

Un labour d'hiver (novembre-décembre en sol à texture intermédiaire à légère) est bien adapté à la destruction du couvert, même s'il impose une intervention assez précoce. Il trouvera ses limites dans les sols les plus lourds où la date de labour doit être retardée, avec des risques quant aux conditions d'intervention. En sol léger, le labour de printemps est moins adapté à la destruction du couvert, du fait de la trop grande proximité entre la date de destruction et le semis de la culture. Un autre mode de destruction préalable est alors nécessaire.

Saisir les bons créneaux pour le déchaumage

Les opérations de travail superficiel à l'aide de déchaumeurs sont possibles pour détruire les cultures intermédiaires. Les matériels de déchaumage offrent en général des coûts et un débit de chantier plutôt favorables. Ils sont adaptés

Éviter les effets dépressifs

Un délai rapproché entre la destruction du couvert et le semis de la culture suivante augmente le risque de pertes de rendement par rapport à un sol nu. À l'exclusion des contraintes liées au travail profond des sols argileux, il est généralement préconisé de respecter un minimum de deux mois entre la destruction du couvert et l'implantation de la culture suivante. L'espèce de la culture intermédiaire peut aussi avoir un impact. Une céréale avant une orge de printemps n'est ainsi pas conseillée, de même qu'un maïs après un couvert de crucifères.

à un plus grand nombre d'espèces que le broyage mais certaines sont moins sensibles à ce mode de destruction. C'est le cas des plantes qui tendent à repartir par le pivot (radis) ou par tallage (graminées).

Avant un labour, les déchaumeurs réalisent un premier mélange résidus-terre qui améliorera la répartition des débris dans le profil. En non-labour, ils préparent le semis

“ **Le type de sol et le mode d'implantation des cultures doivent guider en amont le choix de la date de destruction du couvert.** ”

de la culture suivante, sous réserve d'être utilisés dans de bonnes conditions.

La destruction d'un couvert avec un déchaumeur n'est pas toujours facile à mettre en œuvre entre novembre et février : risque de lissage, création de grosses mottes, bourrage du rouleau... Il faut saisir les possibilités d'intervention en bonnes conditions dès que possible en automne, ou plus tard sur sol gelé en hiver ou encore en début de ressuyage des terres au printemps.

Associer gel et roulage

Compter sur le gel pour détruire le couvert comporte de nombreux aléas, plus limités avec des espèces très gélives ou dans des secteurs très gélifs. Une alternative peut être de rouler un couvert lors de petites gelées (dès -2 °C par exemple).

Une bonne efficacité du roulage a été observée sur des espèces gélives en particulier si elles sont bien développées. À l'inverse, les couverts peu gélifs (graminées adventices, repousses de blé) sont globalement peu sensibles au roulage. En l'absence de gel, les résultats d'un roulage sont souvent décevants sur quasiment toutes les espèces. Dans ce cas, l'utilisation de rouleaux hacheurs (creux et à lames), voire de rouleaux couteaux (rolo faca), peut être nécessaire. Un roulage conserve les résidus sur le sol mais augmente le risque de tassement sous les roues du tracteur, en particulier si le sol n'est pas gelé sous le couvert.

Compte tenu des conditions nécessaires pour leur bonne utilisation, les rouleaux offrent une plage d'utilisation moins étendue que les autres types d'outils. En cas de gel un peu tardif, en janvier ou février, cette méthode de destruction n'est pas adaptée à l'implantation de cultures semées tôt au printemps comme l'orge.

Pour en savoir plus sur la gestion des couverts, consultez le dossier « Couverts permanents : jouer la carte de la sécurité » paru dans *Perspectives Agricoles* numéro 443, avril 2017.



L'agronomie au cœur de la lutte

La campagne 2016-2017 a confirmé la résistance du charançon du bourgeon terminal et de la grosse altise aux pyréthrinoides. La meilleure stratégie pour gérer ces populations vise à remettre l'agronomie au cœur du système, en soignant l'implantation du colza et en favorisant une croissance dynamique du couvert.

La campagne du colza 2015-2016 avait été marquée par des pontes massives, un développement rapide des larves durant l'automne doux et une reprise de végétation tardive en sortie d'hiver : la gestion de l'altise et du charançon à l'automne s'était avérée d'autant plus délicate que les populations présentent des résistances aux pyréthrinoides (figure 1). La campagne 2016-2017 malgré un démarrage difficile lié à un mois de septembre sec et frais a été moins problématique, car le développement larvaire a été ralenti durant la période de froid marquée et une reprise de végétation nette en sortie d'hiver.

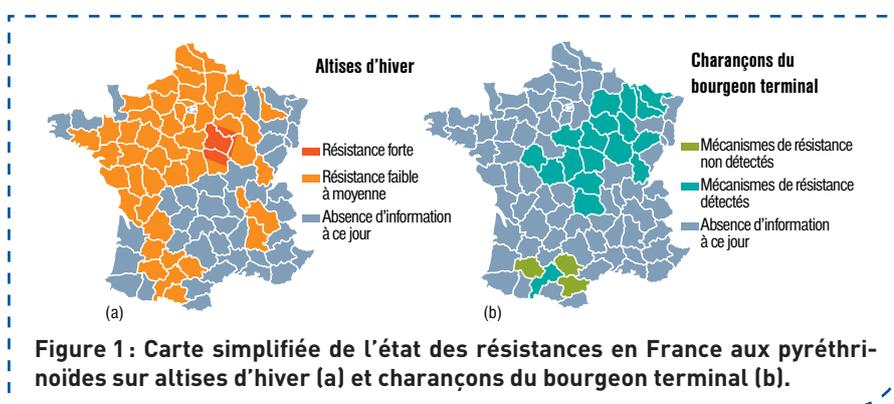
territoire et ils peuvent cohabiter au sein d'une même population. Leurs efficacités sont différentes selon le ravageur et le type de mécanisme impliqué, mais afin de conserver cette solution le plus longtemps possible dans les secteurs où ils sont encore efficaces, il est indispensable de limiter leur utilisation. Les alternatives à cette famille sont peu nombreuses (organophosphorés) et leur utilisation est limitée.

En cas de forte pression, place à l'agronomie

- Le moyen le plus efficace de faire face à ces insectes est de réussir l'implantation et de favoriser une croissance régulière du colza à l'automne et à la reprise,

Une fois atteint le stade 4 feuilles, le colza a dépassé sa phase de croissance lente et peut supporter les prélèvements foliaires des adultes de grosse altise. Attention, en Poitou-Charentes, en présence d'orobanche, un semis avant début septembre peut favoriser l'installation plus rapide de ce parasite : adapter le semis au contexte de la parcelle. Dans d'autres contextes particuliers comme le Sud-Ouest où des conditions sèches automnales peuvent empêcher une levée précoce des plantules, ou en Normandie où les semis ne peuvent être faits précocement, l'apport d'un engrais starter ou le roulage donnent un coup de pouce pour gérer les attaques des adultes qui peuvent être très rapides.

- Afin de réduire la nuisibilité des larves, la **dynamique de croissance** est importante. Le colza doit continuer à **pousser tout l'automne et reprendre rapidement au printemps**, pour limiter la migration des larves vers le cœur. Toutes les stratégies limitant les faims d'azote (apport organique, associations avec des légumineuses...) sont intéressantes. Tout accident à l'implantation ou en cours de végétation limitant la croissance du colza (phytotoxicité, mauvais enracinement) peut au contraire se révéler critique pour la culture. Ainsi, il a été constaté dans les essais une nuisibilité nettement réduite lorsque la biomasse fraîche du couvert (colza seul ou associé) en entrée d'hiver dépasse le 1,5 kg/m².



L'efficacité des pyréthrinoides n'est plus garantie

Les mécanismes de résistance aux pyréthrinoides se multiplient sur le

au printemps. **À l'automne, semer tôt pour atteindre 4 feuilles avant que les grosses altises n'arrivent en culture (en général vers le 20 septembre).**

Deux principaux mécanismes de résistance

- La résistance dite par mutation de cible : le génome de l'insecte présente une mutation qui engendre une déformation du site de fixation de l'insecticide. L'insecticide se fixe donc moins bien, ce qui se traduit par une moindre efficacité du produit. Les deux principaux mécanismes de ce type sont appelés « *knock-down resistance* » (kdr) et « *super-knock down resistance* » (skdr).

- La résistance métabolique : l'insecte produit une enzyme qui détruit ou inhibe en partie l'insecticide. Le niveau de résistance est variable selon les capacités de l'insecte à produire cette enzyme.

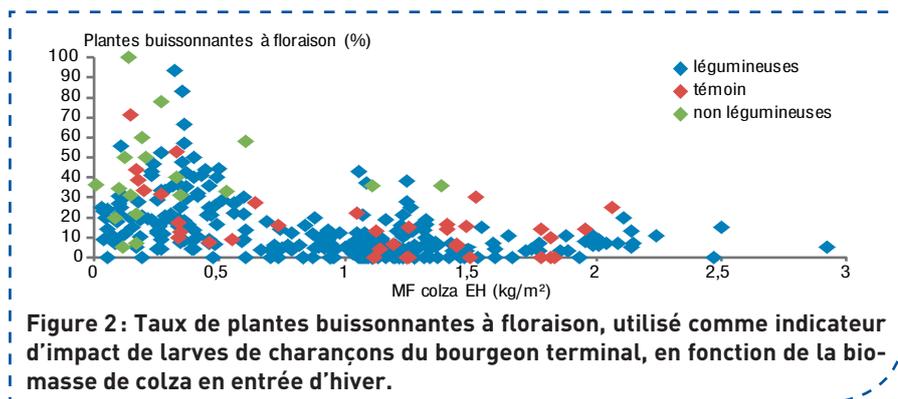


Figure 2: Taux de plantes buissonnantes à floraison, utilisé comme indicateur d'impact de larves de charançons du bourgeon terminal, en fonction de la biomasse de colza en entrée d'hiver.

Dans les sols où l'azote peut être limitant au cours de l'automne, il est possible d'implanter un couvert associé au colza à base de féverole, voire de faire un apport au moment du semis (respecter la réglementation en vigueur). À la sortie de l'hiver, la gestion de l'azote doit être raisonnée selon les règles classiques de fertilisation.

- Si les infestations (adultes et larves) sont très fortes, l'utilisation d'insecticides ne sera pas suffisante. La **combinaison des leviers agronomiques et des insecticides** donnera les meilleurs résultats. Pas d'intervention inutile afin de limiter la pression de sélection sur les pyréthrinoïdes pour les conserver le plus longtemps possible, et de ne pas induire de problèmes de résistance sur les autres familles – suivant les mécanismes de résistance en jeu (métabolique), des résistances croisées positives sont possibles.

Si une intervention s'avérait nécessaire contre les **adultes de grosse altise**, privilégier le phosmet (BORAVI WG 1,0 kg/ha). Si le phosmet n'est pas disponible, utiliser Daskor 440® (association chlorpyrifos méthyl + cyperméthrine) pour réduire la pression de sélection sur les pyréthrinoïdes.

Sur larves de grosse altise et dans le cas général hors secteur avec forte résistance, utiliser Daskor 440® pour réduire la pression de sélection sur pyréthrinoïdes. Les pyréthrinoïdes conservent une efficacité sur larves de grosse altise même en présence de mutation kdr : environ 50 % d'efficacité avec une variabilité de 25 à 75 % selon les mécanismes de résistances en jeu. Les pyréthrinoïdes peuvent donc

encore être utilisés mais l'efficacité est plus aléatoire et cela augmente la pression de sélection sur cette famille.

Sur larves de grosse altise dans l'ensemble de l'Yonne et les départements voisins (Aube, Nièvre et Côte-d'Or), le niveau de résistance est très élevé. D'autres mécanismes de résistance ont été mis en évidence : mutation « super kdr » et détoxification. Ne plus utiliser des pyréthrinoïdes seuls qui sont inefficaces mais Boravi WG 1,5 kg/ha ou à défaut Daskor 440® si Boravi WG n'est pas disponible. Si un traitement s'avère nécessaire sur **charançon du bourgeon terminal** résistant, privilégier Daskor 440®. En l'absence de résistance, les pyréthrinoïdes seuls peuvent encore être utilisés.

Un traitement effectué sur charançon devrait également être efficace sur larves d'altises si elles sont présentes et sensibles au traitement. Vérifier l'efficacité du traitement charançon sur larves d'altises par une Berlèse.

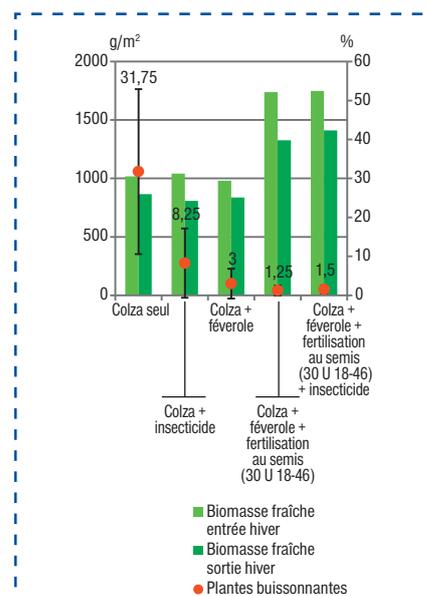


Figure 3: Résultat de l'essai Terres Inovia de Jégun - 32 (2016-2017).

Comparaison de différentes stratégies de gestion des altises d'hiver et du charançon du bourgeon terminal.

La combinaison des leviers, la clé du succès !

Les essais de Jégun et de Nitry illustrent l'importance de combiner les leviers (figures 3 et 4) pour faire face aux attaques larvaires des altises et des charançons du bourgeon terminal. À Jégun où les 2 ravageurs étaient présents, la combinaison de tous les leviers disponibles (association avec des légumineuses et fertilisation au semis) donne même de meilleurs résultats (que la lutte uniquement chimique).



Figure 4: Essai de Nitry - 89 (2015-2016). Illustration de l'importance de cumuler les leviers pour gérer les altises d'hiver et les charançons du bourgeon terminal.

Pour plus de détails sur le positionnement des traitements (seuils), consulter le site de Terres Inovia (www.terresinovia.fr).



Raisonnez la postlevée

Le mois de septembre est l'heure du premier bilan sur l'efficacité de la prélevée. Complément de postlevée ou rattrapage, gestion des modes d'action contre la résistance, un ensemble de questions se pose.

Évaluons l'efficacité des herbicides de prélevée et observons les mauvaises herbes passant au travers. Nous retrouvons les graminées avec en tête les repousses de blé ou d'orge très peu sensibles à l'action des herbicides de prélevée. En forte densité (à partir de 5-10 plantes/m²), leur nuisibilité s'exerce à l'automne, limitant le développement du colza. Dans ce cas, l'utilisation d'un antigraminée foliaire est de mise (famille des fop et dim : Pilot, Agil, Fusilade Max, Stratos, etc.). En application précoce (avant le tallage des repousses), la modulation de dose est possible pour limiter le coût du désherbage (voir étiquette du bidon). En pression plus faible (moins de 5-10 plantes/m²), la gestion des repousses peut se faire en même temps que le contrôle des autres graminées via la propyzamide (produits de type Kerb Flo, Ielo) en novembre.

Gestion durable de la cléthodime

La cléthodime (Centurion 240 EC, Foly R, etc.) est encore efficace sur ray-grass ou vulpin dans un bon nombre de

situations alors que les autres antigraminées foliaires sont confrontés à la résistance. Pourtant, la cléthodime fait partie du même mode d'action (inhibiteurs de l'ACCase). Mais dans les systèmes céréaliers, la résistance à cet herbicide progresse en raison de son utilisation fréquente sur d'autres têtes d'assolement (lin, pomme de terre, betterave, protéagineux). L'emploi du pinoxaden (herbicides Axial Pratic, etc.) sur céréales contribue également à augmenter ce risque. Le recours à la cléthodime sera uniquement réservé aux cas d'urgence du rattrapage sur ray-grass et vulpin étouffant le colza en octobre et complété ensuite par une application en novembre de propyzamide à pleine dose (produits de type Kerb Flo, Ielo). Cette application complémentaire est le seul moyen de contenir la progression de la résistance.



Le ray-grass, une gestion à l'échelle de la rotation.



La ravenelle : une mauvaise herbe difficile et fréquente.

Des dates de levée très différentes

Dès le mois de septembre, les échecs sur géraniums, bleuet, moutardes, ravenelle, calépine sont visibles. Ces mauvaises herbes lèvent dès la fin de l'été. Puis, fin septembre à début octobre apparaissent matricaire, coquelicot, gaillet, matricaire, véroniques, stellaire. En général ces mauvaises herbes tardives restent bien contrôlées par l'herbicide appliqué au semis. Un tour de plaine est donc l'occasion de gérer les rattrapages ou les compléments de postlevée : Atic-Aqua contre le coquelicot, Ielo ou Callisto. Il est aussi l'occasion d'estimer la pression adventice réelle des parcelles en vue de juger si l'on peut alléger ou non le programme de désherbage ou si l'on peut basculer un jour sur le tout en postlevée, annoncée dès 2018.

Focus sur les deux herbicides de postlevée les plus employés contre dicotylédones

• Ielo / Biwix / Yago (propyzamide 500 g/l et aminopyralide 5,3 g/l)

Dose d'AMM 1,5 l/ha, à partir du 1^{er} novembre, 10 novembre pour le Sud et jusqu'à fin janvier.

Qu'apporte Ielo/Biwix/Yago par rapport à Kerb Flo ?

Il a les mêmes conditions d'emploi et est aussi efficace que les produits de type Kerb Flo contre les graminées ; Ielo est efficace sur anthémis, bleuet, laitersons, légumineuses, mâche, matricaire, mouron des champs, stellaires et véroniques. Le produit fonctionne à basse température et présente aussi une efficacité intéressante sur pensée, lychnis, mercuriale et, en complément d'une base prélevée, sur coquelicot ou fumeterre.

L'efficacité sur chardon-marie peut parfois être jugée insuffisante (complément possible avec Callisto). Attention, des déceptions sont toutefois constatées si les stades des mauvaises herbes sont trop développés au moment du traitement (intervenir tout début novembre).

Ielo complète la lutte contre des infestations modérées de géraniums avec une base prélevée adaptée même à dose modulée (ex : Colzamid et/ou Alabama, Springbok, Colzor Trio, Axter, etc.). Les efficacités contre géranium disséqué, géranium à feuille ronde et géranium mou sont bien supérieures à celle obtenue sur géranium à tige grêle. Le produit limite leur croissance et leur montée à graines. L'intensité du froid hivernal joue un rôle important dans l'efficacité finale.

Quels sont les points faibles du spectre de Ielo ? Ielo n'apporte rien sur gaillet, crucifères (moutarde, ravenelle, capselle, etc.), ombellifères (anthriscus, carotte, scandix, Ammi Majus) ou encore lycopsis des champs.

Mélanger Ielo avec Callisto pour lutter contre chardon-marie par exemple ou moutardes. Le mélange n'est pas conseillé par les firmes, mais il est autorisé. Il sera réalisé sous la responsabilité de l'utilisateur. Terres Inovia valide ce mélange au travers de nombreux essais où Ielo ne modifiait pas la sélectivité du Callisto.

Quelles sont les conditions optimales pour l'application de propyzamide (Ielo, mais aussi Kerb Flo, etc.) ? Compte tenu des levées non systématiques de dicotylédones, la propyzamide peut

parfois suffire dans des parcelles où Ielo était initialement envisagé. La pluie et l'humidité du sol sont nécessaires pour mettre rapidement le produit au contact des racines. Les températures basses (T°C sol < 10 °C) limitent le délai de dégradation du produit. L'application peut se faire sur sol gelé. Lorsque les bonnes conditions sont réunies, il est préférable d'intervenir sur des graminées peu développées (plutôt novembre que fin décembre ou janvier). De façon logique, le produit est bien efficace sur des densités modérées que sur de très fortes populations de graminées (densité supérieure à 100 plantes/m²).

• Callisto 0,15 l/ha (mésotrione 100 g/l)

Callisto sera suivi ou non d'une deuxième application. Le produit est utilisable à partir de 6 feuilles sur des colzas en bon état végétatif, légèrement endurci (premiers froids d'octobre) et jusqu'au stade rosette, repos végétatif. Callisto détruit très bien calépine, capselle et moutardes. Doté d'une action foliaire et systémique, Callisto présente aussi une efficacité sur lamier, stellaire, véronique feuille de lierre. Pour les espèces ciblées, l'efficacité est meilleure à des stades jeunes. L'application peut être renouvelée trois semaines plus tard (cas des fortes pressions en crucifères). Le gel durant la fin de l'automne améliore les efficacités. La première application de Callisto s'accompagne souvent d'une forte décoloration, blanchâtre à jaune, et d'une légère réduction de vigueur d'une durée de 3 à 4 semaines. Pour limiter ces effets, il suffit de bien respecter les conditions d'emploi.

Contre ravenelle, il est possible d'associer Callisto 0,15 l/ha et Cent 7 0,2 l/ha, bien plus efficace (ce mélange autorisé, n'est pas couvert par les firmes). L'application est à renouveler 3 semaines plus tard. Respecter les bonnes conditions d'emploi du Callisto et du Cent 7. Cette association est également efficace sur jeunes lycopsis (1^{re} application mi-octobre).

Attention, les légumineuses associées au colza (trèfle, vesce, gesse, fougrec, lentille, féverole) seront détruites après usage de Ielo/Biwix/Yago ou Callisto. Ces produits peuvent donc répondre aussi à un besoin de désherbage et de destruction simultanée de plantes compagnes avant l'hiver (situations à faible probabilité de gel ou exubérance de végétation des légumineuses).

Pour vous aider à évaluer le risque d'apparition d'adventices résistantes selon les pratiques herbicides envisagées sur la parcelle, Terres Inovia, Arvalis, l'ITB et l'ACTA mettent à disposition l'outil en ligne R-sim : www.r-sim.fr. R-sim propose des stratégies herbicides pour chaque rotation prenant en compte l'alternance des modes d'action. Par exemple, contre les graminées, des programmes d'automne sont systématiquement conseillés en céréales (base urée associée) et en colza avec Clearfield (herbicide racinaire de type Kerb Flo).



Plus d'infos sur www.terresinovia.fr



De nouveaux outils au service de la fertilisation azotée du colza



Ces dernières années, Terres Inovia a noué des partenariats avec les principaux opérateurs proposant en France des outils et des services basés sur la télédétection pour le calcul de la dose d'azote à apporter sur le colza. L'institut expertise chaque année ces produits et contribue à leur amélioration.

Depuis une quinzaine d'années, la télédétection a ouvert de nouvelles perspectives dans le domaine de l'agriculture de précision. Elle présente l'intérêt de permettre l'estimation indirecte de variables d'état du couvert, de façon rapide, non destructive et à différentes échelles, en fonction du capteur et du vecteur choisi : de l'organe de la plante au territoire en passant par la parcelle agricole et la prise en compte de son hétérogénéité. S'agissant de mesures indirectes, il est ensuite nécessaire d'utiliser des modèles plus ou moins complexes pour traduire les données recueillies en variables agronomiques d'intérêt.

Des conseils de fertilisation spatialisés sur la base de la Réglette azote colza®

Les collaborations engagées entre Terres Inovia et différents acteurs privés ont permis la mise au point de nouveaux outils d'ores et déjà opérationnels et commercialisés pour l'ajustement de la fertilisation azotée du colza : Farmstar Expert (Airbus), Cérélia® (Geosys), les outils Wanaka,

Airinov, N-Pilot® (Borealis), ImageIT (Yara). Ils concernent le calcul de la dose prévisionnelle d'azote minéral à apporter au printemps, sur le colza d'hiver. L'utilisation de la télédétection via des capteurs embarqués par des satellites, des avions et des drones ou portés par l'homme permet d'estimer, de façon plus rapide et plus spatialisée, la biomasse fraîche aérienne à l'entrée et à la sortie de l'hiver. La Réglette azote colza® mise au point par Terres Inovia est utilisée dans tous ces outils pour calculer la dose d'azote à apporter à la culture, à partir des estimations de biomasse.

Les méthodes par capteurs sur appareils piétons

À ce jour, seuls l'application ImageIT et l'appareil N-Pilot font l'objet d'un accord de partenariat avec Terres Inovia. L'application smartphone ImageIT proposée par Yara consiste à analyser des photographies de la culture prises à la verticale. La prise en compte de la hauteur du couvert végétal a permis d'élargir son champ d'application

aux colzas allant jusqu'à 2 kg/m². Les photographies sont envoyées sur un serveur de Yara où elles sont analysées. Le résultat est ensuite renvoyé à l'utilisateur dans une durée variable, en fonction de la disponibilité du réseau.

L'outil N-Pilot développé par Borealis L.A.T possède un capteur multispectral relié à une tablette qui supporte l'interface d'utilisation et réalise les calculs en local. L'estimation de la biomasse prend également en compte la hauteur de la culture. Le paramétrage du modèle utilisé à la sortie de l'hiver a été réalisé en commun par Borealis et Terres Inovia sur la base d'un jeu de données pluriannuel acquis par les deux partenaires. Chaque année, de nouvelles références sont acquises au champ afin de pouvoir faire évoluer le paramétrage si nécessaire. Un travail semblable est en cours pour l'estimation de la biomasse à l'entrée de l'hiver.

Les méthodes par capteurs sur satellites

Deux fournisseurs ont des accords de partenariat avec Terres Inovia pour le conseil de fertilisation azotée sur colza : Airbus et Geosys.

Farmstar Expert proposé par Airbus est le produit le plus répandu (en nombre d'hectares couverts). Terres Inovia veille à la qualité du conseil agronomique délivré sur les parcelles livrées chaque année.

Le produit Cérélia est commercialisé par Geosys. Terres Inovia évalue chaque année la qualité du paramétrage global du modèle utilisé pour l'estimation de la biomasse en entrée hiver et sortie hiver, sans pour autant valider formellement les conseils spatialisés livrés parcelle par parcelle.

Pour réaliser ce travail de validation des outils faisant appel à la télédétection satellitaire, Terres Inovia réalise chaque année des mesures au sol de biomasse aérienne fraîche à l'entrée et à la sortie de l'hiver sur des placettes géoréférencées dans le cadre d'un réseau national de plus de 200 parcelles agricoles.

Les méthodes par capteurs sur drones ou avions

Plusieurs opérateurs proposent ce type de service. À ce jour, seuls Airinov (drone) et Wanaka (drone et avion) ont des



accords de partenariat avec Terres Inovia. Lors de chaque campagne, Terres Inovia évalue la qualité du paramétrage des modèles d'estimation de la biomasse en entrée et sortie hiver à partir des images. En revanche, l'institut ne réalise pas de validation des livraisons parcelle par parcelle.

Tous les outils avec capteur embarqué sur drone, avion ou satellite calculent une dose optimale d'azote mieux adaptée à la parcelle grâce à une meilleure représentation de la variabilité des états de croissance au sein des parcelles. Ils permettent en outre aux agriculteurs qui le souhaitent de moduler les apports au sein de la parcelle, soit avec un système piloté sur l'épandeur d'engrais, soit en modulant manuellement par grandes zones correspondant à des états de croissance différents. L'expérience montre que la dose optimale peut varier de 60 à 80 unités au sein d'une grande parcelle.

De nouvelles applications envisagées grâce à des capteurs plus performants

De nouvelles pistes de recherche et de développement sont en cours d'étude. Elles concernent l'utilisation de nouveaux capteurs multispectraux, embarqués sur satellites ou drones, pour continuer à améliorer la conduite de la fertilisation azotée du colza : estimation directe de la quantité d'azote absorbé par la culture à l'entrée et à la sortie de l'hiver (sans passer par la biomasse) et pilotage de la fertilisation au cours du printemps en fonction des besoins réels de la culture.



Plus d'infos sur www.terresinovia.fr



Insérer des légumineuses dans les systèmes de culture



© L. Jung - Terres Inovia

L'insertion de protéagineux (pois, féverole, lupin) ou d'autres légumineuses (soja, lentilles, pois chiche) dans les systèmes de culture permet d'en augmenter la durabilité. Terres Inovia dresse un panorama en faveur de cette pratique agronomique aux bénéfices multiples.

Des systèmes de culture plus durables

Les légumineuses présentent de nombreux atouts. Les intégrer dans les systèmes de culture permet tout d'abord de produire des protéines végétales, dont la demande est actuellement en plein essor. Elles sont par ailleurs économes en intrants. Elles permettent en effet, grâce à la symbiose avec des bactéries du sol de fixer l'azote atmosphérique de l'air et d'être autonomes en azote : elles ne nécessitent donc pas d'apport d'engrais azoté. Elles permettent également de limiter l'apport d'engrais azoté de synthèse sur les cultures suivantes (blé ou colza) tout en améliorant leurs rendements, ce qui constitue l'effet « précédent ». Les légumineuses permettent d'augmenter la diversité dans les systèmes et de couper les cycles des bioagresseurs, notamment celui des adventices (via la présence de cultures de printemps et des programmes de désherbage à base de molécules différentes) et globalement, de diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires de la

succession culturale. Enfin, ce sont des plantes respectueuses de l'environnement puisqu'elles entraînent moins d'émission de gaz à effet de serre (dont le N_2O (puissant gaz à effet de serre), qui est libéré lors de l'apport d'engrais azoté). Ces services environnementaux pourraient d'ailleurs être valorisés (valorisation carbone ou sociétale). Pour finir, elles amènent plus de biodiversité, moins de pollution des eaux (nitrates) et de l'air (acidification et particules fines).

Différents modes d'insertion

Il existe différentes façons d'insérer les légumineuses dans les systèmes : en culture pure (ou mono-spécifique) récoltée, en association de cultures (les 2 espèces sont récoltées, ou graminée en plante de service), en couverts d'interculture (mélange de légumineuses et de non-légumineuses) ou en couvert(s) de service pour une culture de rente (par exemple, colza associé à des légumineuses gélives).

Tableau 1 : Exemples de mode d'insertion des légumineuses en fonction du contexte et de l'objectif de production

Contexte	Objectif de production	Exemples
Polyculture-élevage	Autonomie protéique (fourrage ou graines)	Association triticale et pois fourrager
Agriculture biologique	<ul style="list-style-type: none"> • Introduire de l'azote dans le système • Blé riche en protéines 	<ul style="list-style-type: none"> • Féverole en pur (monospécifique) • Association pois-blé
Filière locale	<ul style="list-style-type: none"> • Production de protéines de pois (ingrédients agro-alimentaires) • Produire des légumes secs 	<ul style="list-style-type: none"> • Pois en pur • Association lentille-blé

Le mode d'insertion de la légumineuse doit se raisonner en fonction de plusieurs facteurs : le type d'exploitation (zone d'élevage, zone céréalière, zone mixte, mode conventionnel ou agriculture biologique), le pédoclimat (type de sol et conditions climatiques), la demande des acteurs locaux (collecteurs, fabricants d'aliments du bétail (FAB), industriels) et l'objectif de production (fourrage, production de pois, production de blé riche en protéines, production de graines de pois et de blé).

Le tableau 1 donne quelques exemples d'insertion.

Ainsi, en zone d'élevage, la production de fourrage est prioritaire et l'on développera plutôt une association triticale-pois fourrager ou une association blé-pois, qui sera récoltée tôt, au stade grain laiteux-pâteux. La production de graines peut également être envisagée pour nourrir les animaux. Dans ce cas, cela nécessitera de récolter les deux espèces lorsque celles-ci seront à maturité.

Pour un mode de production en Agriculture biologique, la culture de légumineuses vise surtout à introduire de l'azote dans le système. On peut ainsi envisager de produire une féverole en culture pure car celle-ci peut se désherber mécaniquement. L'objectif peut aussi être soit de produire du pois, ce qui est souvent difficile en pur, du fait de l'enherbement et des maladies (ascochytose), soit de produire du blé riche en protéines et de récolter aussi du pois. Dans ce cas, une association pois-blé est à envisager.

Enfin, en zone céréalière, et avec une demande locale en protéines de pois par un industriel, la culture de pois en pur sera privilégiée car cette production exige un produit sans gluten. Il faut donc éviter de cultiver une association avec du blé. Pour la production de certaines cultures comme la lentille ou le lupin, une association avec une céréale peut permettre de résoudre des problèmes d'enherbement.

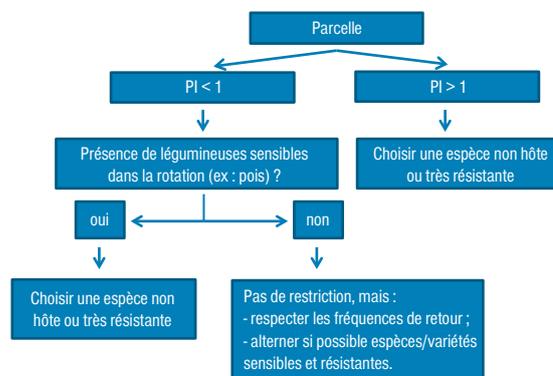
Attention : les légumineuses sont sensibles à de nombreux pathogènes du sol. Il est donc important de respecter les délais de retour préconisés pour chacune d'elle. Par ailleurs, certaines d'entre elles sont attaquées par des parasites

Aphanomyces du pois : Comment choisir les légumineuses de la rotation ?

- Le choix des légumineuses dans la rotation est très dépendant de la variabilité de sensibilité à *Aphanomyces*.

	Non hôte ?	Très résistante	Partiellement résistante à sensible
Lupin, pois chiche, fenugrec, lotier	X		
Féverole, soja, sainfoin		X	
Lentille, luzerne, gesse			X
Trèfle	Alexandrie, hybride, incarnat	X	
	Violet, blanc		X
Vesce	Pourpre, velue	X	
	Commune		X

- Ce choix se raisonne en fonction de la sensibilité à *Aphanomyces* d'une part et du potentiel infectieux (PI) de la parcelle d'autre part, quelle que soit la place dans la rotation (culture principale, couverts en interculture, dérobé ou associé, plantes compagnes...).



communs (*Aphanomyces* notamment). Il est donc nécessaire d'être vigilant lors du choix de la ou des légumineuses à introduire dans la rotation (*voir encadré Aphanomyces*). Ainsi, il n'est pas recommandé de cultiver du pois dans des parcelles ayant porté de la lentille et inversement car ces deux espèces sont sensibles à *Aphanomyces*, surtout avec des délais de retour très courts. Il est préférable par exemple d'alterner tous les 3 ans une espèce sensible comme le pois avec une espèce résistante comme la féverole sur une rotation de 6 ans.

Plus d'infos sur www.terresinovia.fr

