

Cultures intermédiaires

Optimiser leur destruction

Les techniques de destruction des couverts sont nombreuses : gel, labour, herbicide total, broyage, roulage... Elles n'ont pas toutes la même efficacité selon les couverts semés. Et leur mise en œuvre ne présente pas la même faisabilité selon le climat local et la vitesse de ressuyage du sol.



La destruction de la culture intermédiaire est une étape cruciale, notamment pour la disponibilité en eau et en azote pour la culture suivante. Elle coïncide parfois avec le démarrage des opérations de travail du sol en vue d'implanter la culture (labour d'hiver, préparation superficielle...). La réglementation interdit dans certains cas la destruction chimique. Cela impose d'autres moyens, mécaniques ou par le gel, dont la faisabilité est variable selon le type de sol et le climat local.

Détruire le couvert végétal à la bonne date

Le choix de la date de destruction de la culture intermédiaire relève d'un compromis entre deux objectifs : laisser le temps au couvert de jouer son rôle (piégeage des nitrates, protection du sol...) et éviter un ef-

Les céréales sont particulièrement complexes à détruire mécaniquement (ici de l'avoine).

Un couvert développé se révèle plus facile à détruire qu'un petit couvert et il contrôle mieux les repousses ou adventices.

fet dépressif sur la culture suivante (implantation, eau, azote...). La date de destruction doit donc être adaptée, en fonction de la culture qui suit et du type de sol (*tableau 1*).

De manière générale, l'objectif d'une culture intermédiaire « piège à nitrates » est atteint à la mi-novembre.

À cette date, le couvert a en général absorbé les nitrates du sol et les a mis à l'abri du lessivage qui survient sans lui pendant la phase

de drainage ou lixiviation, en hiver. C'est pourquoi la réglementation autorise généralement la destruction des couverts dès le 15 novembre. Mais, parfois, la destruction peut être retardée à la sortie de l'hiver, par exemple avant des cultures implantées tard comme le maïs, dans des sols légers pouvant être travaillés au printemps. La destruction plus tardive se justifie ici par la volonté de garder les sols couverts en hiver (structure du

sol, érosion...) plus que par le volet « fuites de nitrates ».

Mettre en place des couverts s'avère plus difficile pour les sols argileux (plus de 35 ou 40 % d'argile), en particulier s'ils sont labourés. En effet, pour réussir l'implantation de la culture suivante, le

labour doit être réalisé précocement sur un sol friable afin de permettre l'évolution du futur lit de semences (alternances humectation-des-

siccation et gel-dégel). Un labour en novembre est très aléatoire. Un labour plus précoce donnera de meilleurs résultats mais pose la question de l'efficacité du couvert qui n'a pas le temps de croître assez pour assurer pleinement son rôle. De nombreux départements ont mis en place des dérogations à l'implantation des couverts dans les sols argileux en raison de toutes ces inconnues qui exigent de nouvelles références.

La date de destruction des couverts dépend aussi des arrêts pris par chaque département.



Tableau 1 : Date conseillée de destruction des couverts, en fonction du sol et de la culture suivante

Type de sol	Culture suivante		
	Blé, orge d'hiver	Betterave, orge, pois et féverole de printemps	Maïs, 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 climat et 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

→ Il faut se référer à la directive nitrates de son département pour déterminer à partir de quelle date on peut détruire son couvert.

De nombreuses techniques de destruction

Il est possible de détruire une culture intermédiaire par des moyens très différents : le gel,

La destruction des cultures intermédiaires peut faire appel à des outils très différents, du broyeur au rouleau à la charrue.

les herbicides ou des moyens mécaniques (charrue, déchaumeur, broyeur, rouleau...). Les outils à disposition sur l'exploitation, les motivations

comme les contraintes de l'exploitant ainsi que les espèces à détruire déterminent le choix de la technique de destruction.

Chacune d'entre elles possède ses points forts et ses points faibles (tableau 2). Par exemple, le coût et

Tableau 2: Principaux modes de destruction des cultures intermédiaires disponibles

Technique de destruction		Avantages	Inconvénients
Gel		Pas d'intervention nécessaire Pas d'herbicide utilisé Pas de dégradation de la structure du sol	Peu d'espèces très sensibles (à nuancer selon le climat régional) Pas d'action sur les repousses de blé Intensité et date du gel très aléatoire
Destruction chimique		Pas d'action sur le sol Choix de la date d'intervention Nombreuses espèces sensibles (dont graminées) Débit de chantier très élevé	Contraintes réglementaires, voire interdiction parfois Risque de transfert (eau) dans certains sols Pulvérisateur hors gel à cette époque
Broyeur à axe horizontal		Pas d'action sur le sol Choix de la date d'intervention Efficace sur moutarde Résidus du couvert moins gênants (plus courts)	Nombreuses couverts peu sensibles (graminées, repousses, petits couverts...) Risque de tassement Risque pour le gibier (modéré à cette époque)
Déchaumeur à disques indépendants		Outil polyvalent (déchaumage, préparation sol) Préparation du semis de la culture menée conjointement à la destruction du couvert Enfouissement superficiel des débris végétaux Passe bien dans des couverts développés Débit de chantier	Action limitée sur les repousses Nécessite un sol parfaitement ressuyé ou gelé Rouleau de l'outil pouvant être limitant Sol restant nu en hiver
Bêches roulantes		Outil polyvalent (déchaumage, préparation sol) Préparation du semis de la culture menée conjointement à la destruction du couvert Enfouissement superficiel des débris végétaux Passe bien dans des couverts développés Débit de chantier Fond de travail non linéaire	Action limitée sur les repousses Nécessite un sol parfaitement ressuyé ou gelé Sol restant nu en hiver Rouleau de l'outil pouvant être limitant
Cultivateur à 3 rangées de dents et disques de nivellement		Outil polyvalent (déchaumage, pseudo-labour) Préparation du semis de la culture menée conjointement à la destruction du couvert Enfouissement des débris végétaux Destruction facilitée de nombreux espèces (scalpage, enfouissement)	Choisir des outils à bon dégagement entre rangées de dents et sous bâti Nécessite un sol parfaitement ressuyé ou gelé Sol restant nu en hiver Rouleau de l'outil pouvant être limitant
Charrue 5 corps (sol lourd)		Préparation du semis de la culture menée conjointement à la destruction du couvert	Intervention lente et coût élevé Difficulté d'enfouissement de couverts hauts (ex. : moutarde développée) Destruction tardive du couvert si labour printemps Sol restant totalement nu en hiver (si labour d'hiver)
Charrue 5 corps (sol léger)		Efficace sur toutes les espèces Enfouissement total des débris végétaux	
Rouleau Cambridge		Action limitée sur le sol Outil existant sur l'exploitation Outil de grande largeur et peu tirant Epouse le dénivelé du terrain	Possibilités d'intervention limitées (heures avec gel) Risque de tassement (sol non gelé sous le couvert) Pas d'action sur les repousses Destruction souvent tardive (janvier)
Rouleau « couteau »		Action limitée sur le sol Rouleau pouvant être utilisé sur des couverts très développés aussi en l'absence de gel Outil pouvant être lesté (bonde, masses)	Nécessité de sols plats Investissement dans un outil spécifique Possibilités d'intervention limitées (heures avec gel) Risque de tassement (sol non gelé sous le couvert) Action limitée sur les repousses ou petits couverts
Outil spécialisé : lames + rotor animé		Rotor émettant le sol et agressif sur les couverts Préparation du semis de la culture menée conjointement à la destruction du couvert Enfouissement superficiel des débris végétaux Passe bien dans des couverts développés	Investissement dans un outil spécifique (coût pouvant être réduit si utilisation en déchaumage) Outil délicat à régler Nécessite un sol parfaitement ressuyé ou gelé (risque de lissage) Action limitée sur les repousses

Largeur (en m)	Surface d'utilisation (en ha)	Puissance de traction (en CV)	Consommation de fuel (en l/ha)	Débit de chantier (en ha/h)	Coût d'utilisation (en €/ha)
			0		0
24	1000	100	1	10	13 (produit inclus)
4,5	100	130	10	2,8	25
5	300	150	5	4,8	16
5	300	150	5	4,8	20
3	300	150	14 travail profond type pseudo labour	1,9	20
2	100	160	26	0,9	51
2	100	130	21	1,3	39
6	100	100	3	5	12
3	50	100	3	1,9	12
3,5	50	130	8	2,2	40



La moutarde est sensible au gel, mais nécessite tout de même d'atteindre -5 à -10° selon son développement.

Le temps de travail sont très différents selon les moyens utilisés. Toutes les techniques de destruction ne sont pas adaptées à tous les couverts (tableau 3). Il faut adapter le mode de destruction aux espèces semées ou, à l'inverse, choisir les espèces semées en fonction de la destruction envisagée. D'autres paramètres sont aussi à prendre en compte comme le développement du couvert. En effet, un couvert bien développé se révèle paradoxalement plus facile à détruire, notamment par le gel, le roulage, le travail superficiel, voire le broyage. Par ailleurs, un couvert développé a un fort pouvoir concurrentiel sur les adventices comme les repousses, et laisse donc un sol « propre » à sa destruction. Avec un couvert peu développé, les repousses de céréales sont moins contrôlées et peuvent résister à la destruction.

La destruction des repousses de céréales peut être complexe.

Hypothèses :

- Ferme de 200 ha avec une rotation type maïs grain/blé/colza/blé
- Implantation des cultures en TSL (après 2 déchaumages) sauf blé de maïs après rebroyage puis labour
- Coût fuel : 0,50 €/l, tracteurs réalisant 600 h/an

→ La comparaison des outils de destruction montre l'importance d'un choix bien réfléchi, le coût d'utilisation pouvant varier de un à cinq.

Tableau 3: Sensibilité des principales espèces de cultures intermédiaires à différents modes de destruction

	Gel	Roulage sur gel	Broyage	Labour	Outil de travail du sol	Glyphosate
Moutarde blanche	+++	+++	++++	+++	++++	+++
Phacélie	++	++++	+++	++++	+++	+++
Radis	++	++	+	+++	++	++
Avoine d'hiver	++	+	+	+++	+	++++
Seigle	+	+	+	+++	+	+++
Trèfle incarnat	+	+	+	+++	+	+
Lentille, pois, vesce	++	+++	+	++++	++	++
Sarrasin	++++	++++	+++	++++	+++	+++
Tournesol	++++	++++	++++	++++	++++	+++
Nyger	++++	++++	+++	++++	+++	+++

++++ : très sensible ; +++ : sensible ; ++ : assez sensible ; + : peu sensible

→ Le choix de l'espèce conditionne le choix du mode de destruction et vice versa. Le développement du couvert est aussi à prendre en compte : plus celui-ci est important, plus le couvert est facile à détruire.

On note en effet sur le *tableau 3* que les graminées (cf. avoine d'hiver) sont parmi les couverts les plus difficiles à détruire si on exclut le labour et le glyphosate. La gestion des repousses de céréales est donc un problème d'importance.

La synthèse de 18 expérimentations, qui ont été mis en place par ARVALIS-Institut du végétal ou par les Chambres d'agriculture des Pays-de-la-Loire dans le cadre d'un groupe de travail régional, montre combien la sensibilité des espèces de couverts diffère face aux techniques de destruction. Les essais s'échelonnent des campagnes 2004-2005 à 2009-2010 et couvrent principalement l'Essonne et les Pays-de-la-Loire.

Des sensibilités très différentes au gel

Certaines espèces ont été touchées par le gel dans la totalité des expérimentations où elles étaient présentes, avec une perte de pieds totale comme le nyger ou le tournesol.

D'autres espèces ont été régulièrement touchées par le gel. Leur destruction à 100 % dépend de l'intensité des gelées et du développe-

ment du couvert à leur survenue. La moutarde blanche présente une sensibilité au gel assez bonne. Elle n'a cependant gelé totalement que

Certaines espèces comme le triticale ou le trèfle sont aussi peu sensibles au gel qu'au roulage.

dans 40 % des situations où elle était présente, lorsque le thermomètre a au moins atteint -7 °C. La phacélie s'est montrée un peu plus dure à détruire avec seulement 22 % de destruction totale sur les 9 situations observées. Dans

Des températures minimales d'environ -2 °C/-4 °C sous abri sont nécessaires pour détruire le tournesol.



91 % des cas, sa note de destruction égale ou dépasse 60 % : même si elle est rarement détruite à 100 %, elle est donc souvent détruite partiellement. D'autres espèces ont aussi montré une relative sensibilité au gel : l'avoine fourragère (*Avena strigosa*), le radis chinois, la féverole de printemps, la lentille fourragère, le trèfle d'Alexandrie, les vesces commune et pourpre. Pour ces plantes, encore plus que pour la moutarde blanche ou la phacélie, le stade du couvert au moment des gelées est très important. Un couvert développé se montre plus sensible.

D'autres espèces ont été régulièrement peu touchées par le gel. Elles sont rarement détruites à 100 %, notamment certaines céréales comme les céréales d'hiver qui atteignent le stade tallage au moment des gelées et leur résistent bien (triticale, repousses de blé...). Dans le réseau d'essai d'ARVALIS - Institut du végétal, les avoines de printemps n'étaient pas suffisamment développées (début à fin montaison) pour subir une destruction totale par le gel. Certaines crucifères se sont aussi montrées assez résistantes au gel comme le colza fourrager et le radis fourrager. Le pois fourrager, avec des stades peu développés, a subi des dégâts limités du gel. Le trèfle incarnat n'a pas été touché.

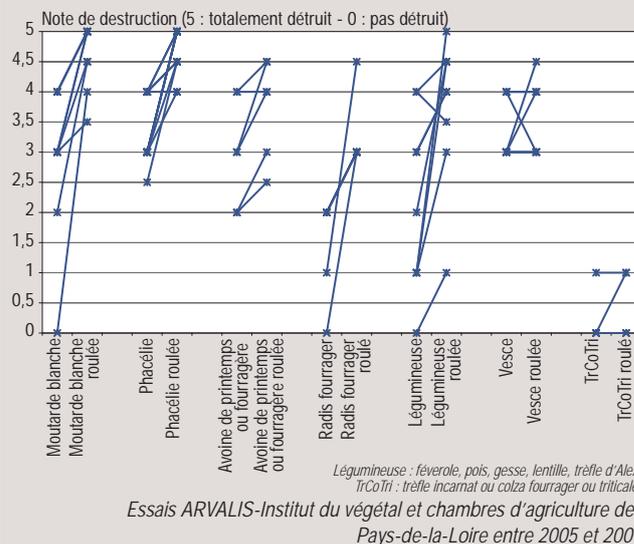
L'utilisation de rouleaux passés à un moment où il gèle est testée dans les essais de l'institut et des chambres d'agriculture depuis six années. Il s'agit de rouleaux Cambridge, Cultipacker, Crosskill ou rouleaux couteaux (« *rolo faca* »). Pour la synthèse présentée *figure 1*, seules les situations où le témoin n'a pas été détruit à 100 % ont été retenues (note du témoin inférieure ou égale à 4). Sur la moutarde blanche et la phacélie, le roulage effectué sur la gelée donne des destructions acceptables (note supérieure ou égale à 4). Sur certains couverts, les efficacités sont assez variables : céréales de printemps, radis fourrager et légumineuses à grosses graines (féverole, vesces...). Plus ces espèces sont à

La destruction mécanique des couverts intermédiaires peut emprunter plusieurs outils à bien choisir.

30 situations de test réparties sur tout le territoire ont permis d'analyser l'effet gel.



Figure 1 : Impact du roulage par température négative sur la destruction des cultures intermédiaires



Le roulage lors des gelées apporte un véritable plus sur la moutarde blanche et la phacélie alors que le trèfle incarnat y est peu sensible.

un stade développé, plus elles semblent sensibles au roulage. Des plantes à des stades végétatifs résistants au gel (triticale, colza, trèfle incarnat) semblent aussi peu sensibles au gel qu'à l'action des rouleaux.

Les conditions climatiques sont-elles au rendez-vous ?

La faisabilité de différentes techniques de destruction des cultures intermédiaires a été évaluée. Pour analyser le gel, le seuil de -6° est retenu car il correspond approximativement à la température minimum nécessaire pour faire geler une moutarde blanche bien développée, voire d'autres espèces si elles sont très développées (avoine fourragère, vesce, lentille...). On considère que le couvert est détruit si cette température est atteinte, ne serait-ce qu'une seule fois. À noter que les -6° sont mesurés sous abri, à 2 m de hauteur.

Trente situations ont été analysées. Le risque de gel est extrêmement variable selon la région (figures 2 et 3). Les situations du grand quart Nord-Est de la France et du Centre présentent une probabilité très forte d'atteindre les -6° au moins une fois au cours de l'hiver, proche des 100 %. Les autres zones à influence plus océanique sont



moins fréquemment touchées par le gel. Le pourtour de la Méditerranée est relativement épargné, à l'exception du site de Gréoux les Bains (04) qui est situé dans une « cuvette » contrairement à Valensole (04) très proche mais situé sur un plateau.

Aucun site ne permet une destruction précoce du couvert (au plus tard fin décembre) par un gel à -6° . Certains sites du Nord-Est en sont cependant proches et, au pire, la destruction ne devrait pas y être trop différée car janvier est le mois le plus froid de l'année.

Sept situations sont analysées en détail pour d'autres techniques de destruction des couverts (*tableau 4*). Les valeurs sont des déciles 2, c'est-à-dire qu'elles sont atteintes au moins 8 années sur 10. Cela donne une certaine marge de sécurité mais, en contrepartie, les valeurs peuvent être très faibles en situations assez régulièrement défavorables. C'est le cas dans le marais vendéen à St-Gemme-la-Plaine, en sol argileux ressuyant lentement, ou en bordure maritime de

Picardie à Abbeville, dans un limon battant. D'autres situations sont moins défavorables aux techniques de destruction mécanique des couverts, en sol à ressuyage plus rapide et/ou avec un climat plus favorable (régulièrement sec en hiver comme dans le Sud-Est ou très froid comme dans le Nord-Est).

Certains jours, le travail de destruction doit être évité car il pourrait alors avoir des conséquences négatives.

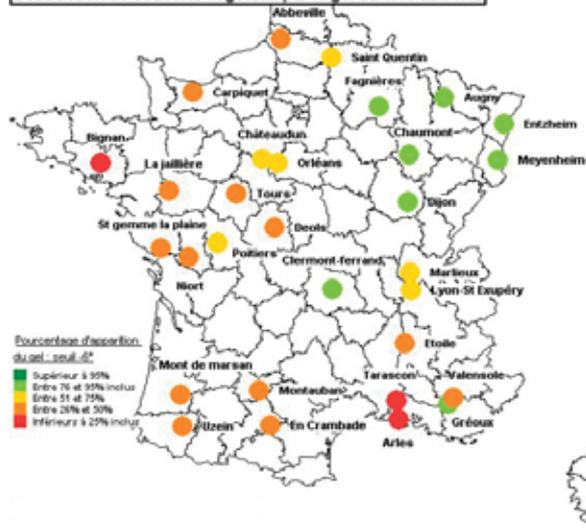
Certaines cases du *tableau 4* ont été coloriées en rouge lorsque la proportion de « jours à risque » est forte. Cela signifie que le travail peut avoir des conséquences négatives : travail très grossier ne pouvant pas forcément évoluer d'ici le semis surtout en non labour, lissage, bourrage du rouleau parfois... Une partie des jours

L'association tournesol + phacélie est assez facile à détruire.

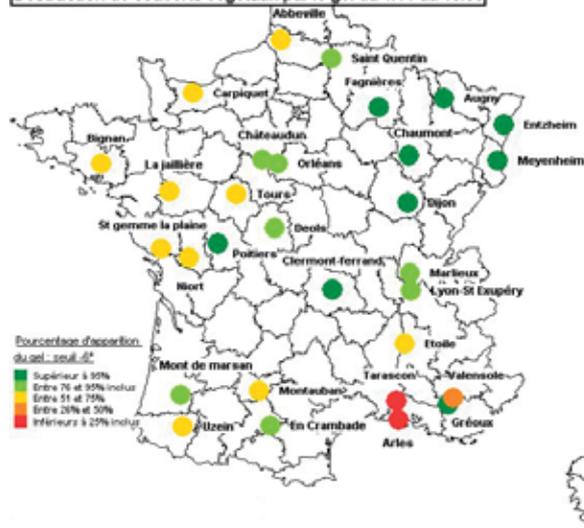


Figures 2 et 3 : Probabilité d'atteindre le seuil de -6° sur 2 périodes : du 1^{er} novembre au 31 décembre et du 1^{er} novembre au 15 mars.

Destruction de couverts végétaux par le gel du 1/11 au 31/12



Destruction de couverts végétaux par le gel du 1/11 au 15/03



Origine des données météorologiques : Météo France et ARVALIS-Institut du végétal.

Les conditions météorologiques sont très variables d'une station à l'autre et permettent d'évaluer la faisabilité des différentes méthodes de destruction.

Tableau 4 : Nombre de jours disponibles au moins 8 années sur 10 pour quatre techniques de destruction de cultures intermédiaires

	15/11 au 31/12				01/02 au 15/03				15/11 au 15/03
	Labour	Travail superficiel	Broyage	Roulage sur gel	Labour	Travail superficiel	Broyage	Roulage sur gel	Roulage sur gel
Abbeville (80)	+	+	+	+					++
Bignan (56)					+++	+++	+++	+	+
Chateaudun (28)	++	++	++	+					++
Chaumont (52)	+++	++	+++	+					++++
Montauban (82)					+++	++	+++	+	+
St Gemme la Plaine (85)	+	+	+	+					+
Valensole (04)	++++	++++	++++	+					+

Légende :

■ Conditions « limites » : risque de dégrader la structure du sol

++++ : ≥ 16 jours disponibles ; +++ : 11-15 jours inclus ; ++ : 6-10 jours inclus ; + : ≤ 5 jours

Abbeville : limon battant profond ; Bignan : limon sur schiste tendre ; Chateaudun : limon argileux profond ; Chaumont : sol argilo-calcaire superficiel ; Montauban : limon battant hydromorphe (boulbène) ; St Gemme la plaine : sol argileux de marais humifère ; Valensole : sol sableux calcaire superficiel.

→ Travail superficiel et labour ne peuvent pas se conduire tous les jours.

Le broyage est une des techniques les plus faciles à mettre en œuvre.

à risque peut être valorisée avec précaution en cas de gelées, rendant le sol friable et non pas plastique avant sa prise en masse ou en cas de dessèchement très superficiel du sol. Les fenêtres d'intervention sont cependant étroites et nécessitent beaucoup de réactivité de la part de l'agriculteur.

Une analyse à faire au cas par cas

Le contexte réglementaire souligne la problématique de la destruction des cultures intermédiaires, en particulier si elle ne fait pas appel à des moyens chimiques. Face aux

aléas du climat et à l'humidité des sols en hiver, la faisabilité de cette approche n'est pas aussi simple qu'elle paraît. Les premiers résultats ont été présentés sur les figures 2 et 3 ainsi que sur le tableau 4. Ceux d'une trentaine de situations sont en cours de validation au moment de la rédaction de cet article.



Le gel et le roulage sur gel sont intimement liés au climat, ils conviennent dans le quart Nord-Est de la France comme dans les zones à influence montagnarde. Le roulage est une pratique assez rapide et peu coûteuse, mais elle nécessite une grande réactivité, les périodes de gel étant parfois courtes et non programmables à l'avance ou trop tardives par rapport à l'objectif d'implantation de la culture suivante. Par ailleurs, le sol peut être tassé sous les passages de roues en l'absence de gelées fortes.

Le broyage est la technique la plus facile à mettre en œuvre. Il est adapté à presque toutes les situations sauf dans les sites franchement hydromorphes. Son débit de chantier correct ne le pénalise pas trop. En hiver, lorsque le sol n'est pas très bien ressuyé et en l'absence de forte gelée, le broyage est réalisable mais il faut garder en tête les risques de compaction d'une partie de la surface du sol.

Le labour est une pratique aussi facile à mettre en œuvre que le broyage, quand la texture du sol s'y prête. Son faible dé-

Le labour d'hiver (ici sur de la moutarde) permet de détruire le couvert sans opération spécifique.

bit de chantier le pénalise cependant, même s'il a d'autres fonctions que de simplement détruire un couvert. Dans les sols les plus lourds, retarder la

date du labour implique un risque d'évolution insuffisante de la structure du sol. En sol très léger labouré au dernier moment avant le semis, le labour peut parfaitement

Le respect de la nature des sols est un impératif pour tous les modes de destruction mécanique.

détruire un couvert mais se révèle inadapté pour stopper la croissance de la culture intermédiaire suffisamment longtemps à l'avance afin d'éviter des effets dépressifs sur la culture. Un autre mode de destruction préalable est alors nécessaire.

La faisabilité d'un travail du sol superficiel est tout à fait correcte du fait de son débit de chantier mais seules certaines situations lui sont favorables comme le montrent les jours à risque (*tableau 4*). Une humidité du sol « limite » peut avoir des conséquences sur



Le travail sur sol gelé permet de réaliser un travail correct en hiver.

l'implantation de la culture qui suit, notamment en non labour (mottes, lissages...). Pour éviter cet écueil, quand cela est possible, l'agriculteur doit faire preuve de réactivité pour saisir les courts créneaux d'intervention adaptés (sol gelé, intervention précoce sur sol ressuyé...).

La destruction de cultures intermédiaires par des moyens mécaniques peut faire prendre des risques vis-à-vis de la structure du sol car le ressuyage des sols est rarement total pendant la période hivernale. Le gel du sol est également retardé par l'effet isolant du couvert. Cela peut inciter certains agriculteurs à opter pour la destruction chimique qui permet de détruire le couvert à la date optimale tout en préservant la structure du sol, en particulier avec les techniques de travail du sol superficiel ou en semis direct.

Toutes les espèces de cultures intermédiaires ne sont pas sensibles à tous les modes de destruction. En fonction des techniques de destruction présentant une bonne faisabilité dans tel ou tel milieu, il faudra choisir des espèces adaptées. C'est une contrainte supplémentaire en plus d'autres critères de choix des couverts comme la rotation, la facilité d'implantation, le coût... La panoplie des cultures intermédiaires pouvant être détruites avec un labour ou une application d'herbicide total est plus large que pour une destruction par roulage ou broyage. ■

Jérôme Labreuche,

j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr

Damien Brun,

d.brun@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS-Institut du végétal

Audrey Collet

(stagiaire ESITPA)



PA on line

Abonnés au service web, retrouvez cet article sur www.perspectives-agricoles.com, avec, pour aller plus loin, la méthode utilisée et les règles de décision définissant un jour disponible pour détruire mécaniquement une culture intermédiaire.