

Choisir l'espèce et la variété de culture intermédiaire

La couverture du sol avant culture de printemps est une obligation dans la grande majorité des régions betteravières. Les différences climatiques entre régions, auxquelles peuvent s'ajouter des différences de types de sols, créent des situations variées auxquelles le choix d'un couvert doit être adapté. Il s'agira à la fois d'assurer une fonction épuratrice de piégeage des nitrates, fonction première qui motive la réglementation, mais aussi d'autres services qui peuvent être attendus d'un couvert en interculture. Nous nous intéresserons ici essentiellement au choix de l'espèce et de la variété adaptée à des conditions déterminées, sans développer la partie technique de l'implantation et de la destruction. Le principe sera de croiser des objectifs et des contraintes liées aux conditions climatiques et caractéristiques de la parcelle.

Définir des objectifs

- Le couvert devra déjà assurer une fonction première de **piégeage d'azote, fonction "Cipan"**. Il faut assurer une durée de croissance active suffisante pour que le potentiel de piégeage puisse s'exprimer. Les couverts de crucifère ont un avantage certain, des choix de variétés précis permettront de s'adapter à la période de semis prévue. Dans les tableaux 1 à 4, lorsque cet objectif de réponse aux obligations environnementales est le seul visé, il sera intitulé "Cipan".
- Certaines conditions présentent un besoin de captation plus important d'azote minéral, à la fois pour éviter sa fuite par lessivage et pour le rendre disponible à la culture principale. Ces situations spécifiques, par exemple après des **apports de produits organiques fermentescibles** de type lisiers ou vinasses concentrées, seront identifiées par l'intitulé "**Cipan ++**" dans les tableaux.
- Une association d'un couvert conventionnel avec une légumineuse ne nuira pas à la fonction de piégeage. Par la fixation d'azote de l'air, la quantité d'azote totale dans le couvert est augmentée, et l'accroissement de la part d'azote relativement à la partie carbonée dans les résidus **favorise la restitution**. Cet objectif est identifié par l'intitulé "**restitution d'azote**".
- Des travaux ont montré que la vitesse d'établissement et la densité de couverture était un facteur de **limitation des levées et du développement des repousses et des adventices**. Ce critère peut être recherché lorsqu'il y a risque de salissement lié à la conduite de la parcelle. Cet objectif spécifique est intitulé "**couverture de sol**" dans les tableaux 1 à 4.
- Un objectif de "**structure de sol**" a été aussi individualisé. Même si le développement racinaire est limité par la durée de végétation, un couvert peut contribuer au maintien de la structure des horizons travaillés et peut être privilégié dans des situations de travail du sol réduit.
- Les tableaux ne proposent pas d'objectif de la limitation du parasitisme ou de maladies. Les variétés de



Caractérisations d'espèces et variétés de couverts. Essai ITB Nord-Est.

crucifères nématicides (radis, moutardes) sont prioritaires en rotation betteravière, et très prioritaire en cas de rotations courtes ou intégrant des cultures de colzas, afin d'éviter une multiplication du parasite, mais un effet marqué de réduction de la pression parasitaire suppose une coupure de cycle assurée par un semis dès la fin juillet, rarement pratiqué. D'une façon générale, les développements parasitaires ou de maladies seront plutôt considérés sous l'angle des risques et non comme des objectifs.

Caractériser le contexte de l'exploitation et de la parcelle

- Le climat régional est certainement le premier critère qui interviendra dans un choix de couvert. Les moissons d'août en régions Ouest excluent des semis précoces, et peuvent mettre hors jeu certaines associations avec des légumineuses trop sensibles à la baisse de luminosité en jours courts. C'est aussi un critère important dans le choix variétal d'une crucifère.

Comment lire les tableaux ?

On propose ici une démarche de choix d'espèces (et éventuellement de variétés) de couverts végétaux en interculture avant betterave. Les tableaux se lisent successivement, en partant des objectifs recherchés pour le couvert, listés dans le tableau 1. On identifie, dans le tableau 2, différents contextes, de l'exploitation et/ou de la parcelle, qui conditionneront l'implantation et de la destruction du couvert, ou qui amèneront à éviter certaines espèces. On croise ensuite les objectifs et les contraintes liées au contexte pour proposer les espèces ou variétés les mieux adaptées (tableaux 3 et 4). On considère la contrainte de libération de la parcelle et de disponibilité pour le semis comme premier critère de choix, les autres éléments de contexte interviennent secondairement. Le premier critère amène à distinguer 2 tableaux différents.

1 Objectifs du couvert et solutions proposées				
		Signification	Contexte	Caractères recherchés
OBJECTIFS	Cipan	Respect de la réglementation. Piéger l'azote avant l'hiver	Respect de la directive nitrates	Espèces faciles et de bonne croissance
	Cipan ++	Piéger l'azote en cas de disponibilité élevée	Apports organiques, précédents légumineuses	Croissance rapide, grosse capacité de piégeage, enracinement rapide
	Couverture du sol	Recherche d'un couvert rapidement étouffant	Salissement et adventices, non-labour	Croissance rapide, port couvrant
	Restitution d'azote	Favoriser la restitution d'azote à la culture suivante.	Recherche d'économie d'azote	Quantité d'azote acquis, faible ratio carbone/azote des résidus
	Structure du sol	Favoriser le maintien de structure des horizons travaillés, éviter la reprise en masse	Sols très battants, systèmes pomme de terre - betteraves-légumes. Systèmes en travail simplifié	Espèces à fort développement racinaire, système fasciculé profond.

2 Quelles sont les contraintes sur votre exploitation ?

		Signification	Contexte	Caractères à rechercher
CONTRAINTES	Disponibilité	Libération tardive des parcelles, peu de temps disponible pour les semis	Climat océanique, moissons tardives, forte charge de travail (récoltes, concurrence avec autres semis)	Orientation vers des espèces de bonne vigueur et variétés aptes à pousser en jours courts.
	Praticabilité	Risque d'état du sol défavorable en fin d'automne	Destruction mécanique délicate, labours risqués, préparations d'automne à privilégier	Si labour d'été, puis semis, privilégier des espèces à croissance modérée, faciles à détruire, sensibles au gel. Si labour en novembre, se donner la possibilité d'un labour direct. Utiliser des espèces favorables à la portance.
	Non-labour	Parcelle en non-labour continu, travail du sol réduit.	Etat structural à protéger, limiter le salissement.	Espèce facile à détruire, si possible gélive. Espèces ne présentant pas de risque de floraison, graines, repousses. Bonne couverture du sol.
	Rotation avec colza	Attention aux parasites et maladies du colza (Risque sclérotinia + espèce hôte du nématode <i>Heterodera Schachtii</i>)	Colzas fréquents dans la rotation	Privilégier des espèces alternatives aux crucifères, éviter moutarde et radis. Si crucifères, caractère nématocide impératif
	Rotation avec pois	Attention aux maladies des pois, féverole	Légumineuses fréquentes dans la rotation	Précautions à prendre en choisissant les couverts avec légumineuses (sensibilité variétale)

3 Grille de choix en condition de semis tardif (derniers jours d'août ou début septembre)

		CONTRAINTES				
		Aucune	Praticabilité	Non-labour (*)	Rotation avec colza fréquent	Rotation avec pois fréquent
OBJECTIFS	Cipan (cas standard)	Moutarde précoce-intermédiaire, radis intermédiaire à tardif	Avoine de printemps, avoine rude, moutarde précoce à intermédiaire	Avoine de printemps, avoine rude, moutarde précoce à intermédiaire	Avoues (si moutarde, variétés nématocides impératives)	Moutarde précoce à intermédiaire, radis intermédiaire à tardif,
	Cipan ++	Moutarde précoce à intermédiaire, radis intermédiaire à tardif, variétés notées "installation +"	Moutarde précoce à intermédiaire,	Avoine de printemps, moutarde précoce à intermédiaire	Avoues, phacélie	Toutes espèces citées sur cette ligne
	Couverture du sol	Phacélie, radis intermédiaire à tardif, variétés notées "couverture +"	Moutarde précoce à intermédiaire,	Phacélie moutarde précoce, radis intermédiaire gélif	Phacélie	Phacélie radis intermédiaire à tardif, variétés notées "couverture +"
	Restitution d'azote	Pas de bonne solution opérationnelle avec les variétés actuelles de légumineuses en semis tardifs Possible en association moutarde + féverole en double semis (delimbe + herse + semoir en ligne)				
	Structure du sol	Avoine de printemps, avoine rude				

(*) Inclut aussi les sols en préparation d'automne avec semis de couvert sur sol labouré et préparé.

Remarques : Pour les spécifications variétales indiquées dans le tableau, se reporter aux tableaux 5 et 6.

Eviter avoues et féverole en présence avérée de nématode *ditylenchus dipsaci*.

Grille de choix si des semis précoces sont possibles

	CONTRAINTES				
	Aucune	Praticabilité	Non-labour (*)	Rotation avec colza fréquent	Rotation avec pois fréquent
Objectifs					
Cipan (cas standard)	Toutes espèces radis, moutarde, avoine, seigle, moha, phacélie. Si semis tardif, privilégier les moutardes tardives	Avoine de printemps, avoine rude, moha, moutarde tardive	Avoine de printemps, avoine rude, moha, moutardes tardives, radis très tardifs variétés gélives	Avoines, moha, phacélie	Moutarde tardive, radis tardif ou très tardif
Cipan ++	Moutarde tardive, radis intermédiaire à très tardif, variétés notées "installation +"	Moutarde tardive, variétés notées "installation +"	Avoine printemps, moutardes tardives, radis gélifs	Avoines, phacélie	Toutes espèces citées sur cette ligne
Couverture du sol	Phacélie, radis intermédiaire à très tardif, variétés notées "couverture +"	Moutarde tardive, variétés notées "installation +"	Phacélie, associations avec vesces (phacélie, radis gélifs)	Phacélie association phacélie-vesce	Phacélie associations phacélie-vesce, radis intermédiaire à tardif, variétés notées "couverture +" (**)
Restitution d'azote	Toutes associations crucifères- légumineuses	Associations avoine printemps ou avoine rude et légumineuse	Associations avoine-trèfle d'Alexandrie, avoine-vesce, phacélie-vesce, radis gélif-vesce	Associations avoine-trèfle d'Alexandrie, avoine-vesce, avoine-trèfle d'Alexandrie, phacélie-vesce, phacélie trèfle d'Alexandrie	Associations possibles avec trèfle, féverole, vesces (**)
Structure du sol	Avoine de printemps, avoine rude, associations radis-vesce, avoine-vesce	Avoine printemps, avoine rude	Avoine de printemps, avoine rude, association avoine-vesce		Avoine printemps, avoine rude, radis.

(*) Inclut aussi les sols en préparation d'automne avec semis de couvert sur sol labouré et préparé. (**) Choisir une variété de vesce non hôte d'aphanomyces.

Remarque : Pour les spécifications variétales indiquées dans le tableau, se reporter aux tableaux 5 et 6.

Compte tenu de son caractère incontournable, ce critère de "disponibilité" est la première clé de choix, qui oriente vers l'un des deux tableaux 3 et 4, selon que la période de semis prévue est tardive ou précoce. A noter que ce critère de disponibilité peut être aussi relié à un calendrier de travaux chargé en fin d'été. On peut devoir répartir ces travaux en semis précoces sur certaines parcelles et semis tardifs sur d'autres.

- La contrainte peut être aussi liée au type de sol de la parcelle, et aux conditions de sol attendues à la destruction du couvert. C'est une contrainte forte en sols argileux, mais c'est un critère qui peut aussi intervenir dans des conduites en non-labour, afin de privilégier le respect de la structure. Il correspond à l'intitulé "praticabilité" des tableaux 2 à 4. En sols argileux, deux orientations sont possibles : labour puis implantation de couvert, ou labour en novembre d'un couvert semé sur déchaumage. Dans cette deuxième conduite, on prend le risque de mauvaises conditions de labour, d'une structure dégradée difficile à reprendre. L'option d'une préparation d'automne reste préférable pour la qualité d'implantation des betteraves, et la destruction peut bénéficier d'épisodes de gel en hiver.
- Le contexte spécifique de conduite de la parcelle en "non-labour", individualisé dans les tableaux, recoupe partiellement le critère de praticabilité. Il s'y ajoute un critère de vitesse de couverture, qui peut être recherchée pour limiter le salissement automnal.
- Certaines contraintes peuvent être générées par le système de culture dans laquelle s'inscrit la betterave. Ces situations doivent être analysées au cas par cas, en évaluant précisément le risque, mais la présence de parasites potentiellement favorisés par certaines espèces de plantes de couverture doit être prise en compte. Certains choix proposés sont plus une application d'un principe de précaution que l'identification d'une prise de risque forte. D'une façon générale, devant deux options équivalentes,

il est judicieux d'opter pour des espèces qui créent une coupure dans la succession. Deux contextes ont été individualisés dans les tableaux 2 à 4 : les "rotations avec colza", et les "rotations avec pois".

Cheminer entre objectifs et contraintes

Objectifs et contraintes sont croisés sous forme de tableaux (1 à 4) pour proposer des espèces ou des variétés de couverts, ou des associations pluriespèces qui concilient ces deux paramètres. Dans un premier temps, tableaux 1 et 2, objectifs et contraintes sont traduits en caractères à rechercher pour le couvert. Les tableaux 3 et 4 précisent les orientations. Considérant que la première contrainte est celle de la date prévisible de moisson de la parcelle, donc la période disponible pour les semis des couverts, ce critère est la première clé d'entrée, et oriente vers le tableau 3 ou vers le tableau 4 selon le cas.

On peut expliciter plus en détail chacune des orientations qui sont proposées dans ces tableaux.

Prendre en compte la date de semis prévisible

Le critère de précocité/tardivité de floraison différencie nettement les variétés de crucifères. On ne s'orientera pas systématiquement vers des variétés tardives, car la tardivité de floraison est associée à une vitesse de croissance plus lente, donc pénalisante pour les semis au-delà du 5 septembre. Les variétés les plus tardives devront être prioritaires si le semis est réalisé avant le 25 août, pour éviter une floraison et un lignification précoce des plantes. L'importance de ce critère justifie des notations en essais de précocité/tardivité, ainsi que de vigueur, des variétés de crucifères nématocides commercialisées. Pour des semis d'associations avec légumineuses, un semis tardif et une durée de végétation

trop courte limite les choix. C'est un enjeu pour le développement de ce type de couvert de pouvoir disposer de variétés de légumineuses aptes à l'association et aptes à des semis intermédiaires, voire tardifs. Pour des exploitations ayant des conditions climatiques qui autorisent des semis précoces, mais contraintes par un pic de temps de travail, une option est de débiter par des semis d'associations rapidement après moisson.

Favoriser piégeage et restitution d'azote

La capacité de piégeage n'est pas un critère isolé, il est déterminé principalement par la vitesse de développement et le potentiel de croissance en conditions automnales. Il est également induit par le mode de croissance et le rapport carbone sur azote des tissus végétaux ; ces critères sont étroitement liés à l'espèce, et la capacité de piégeage est rarement établie à l'échelle de la variété. Ce sont très généralement les crucifères qui ont les plus fortes capacités de piégeage, radis et moutardes, et peuvent répondre à des disponibilités fortes en azote après des apports organiques. D'autres espèces comme des graminées (seigle ou avoine) ont une bonne capacité de piégeage, mais les résidus plus riches en carbone ralentissent leur décomposition et la mise à disposition de l'azote pour la culture suivante. Les légumineuses ont la capacité de prélever l'azote minéral du sol, mais cette capacité est limitée et la fonction de piégeage est obtenue par l'association avec une non-légumineuse.

Fournir de l'azote à la betterave

Pour favoriser la vitesse de restitution et la quantité d'azote mise à disposition de la culture suivante, le couvert doit avoir un bon développement et ses résidus un rapport carbone sur azote faible, inférieur à 20. Les crucifères ont des résidus qui présentent des valeurs autour de 25, mais la valeur du ratio augmente si la floraison a été dépassée. C'est l'association à une légumineuse qui permet, d'une

5 Précocité des variétés de moutardes nématicides

Précocité	Variété	Commercialisation	Installation
Tardives	Architect	Ragt	+
	Athlet	Deleplanque	
	Carline	Carneau	
	Gaudi	Saaten Union	
	Lotus	Deleplanque	
	Lucida	Deleplanque	
	Luna	Alpha Semences	
	Profi	Saaten Union	+
	Sirte	Semences de France	
	Intermédiaires	Abraham (en association)	Jouffray-Drillaud
Accent		Deleplanque	
Achilles		Semences de France	
Brisant		Alpha Semences	
Candella		Carneau	+
Caralba		Carneau	
Précoces	Carabosse	Deleplanque	
	Caribella	Carneau	
	Carnaval	Carneau	

6 Précocité et caractéristiques des variétés de radis nématicides

Précocité	Variété	Commercialisation	Installation	Couverture	Gel
Très tardifs	Adios	Semences de France		+(2)	
	Commodore	Alpha Semences			
	Compass	Alpha Semences	+(1)	++	+(3)
	Contra	Alpha Semences			
	Defender	Alpha Semences	+	+	+
	Doublet	Semences Vertes			
	Final	Alpha Semences			+
	Melotop	Deleplanque			
	Terranova (en association)	Jouffray-Drillaud			
	Tardifs	Comet	Deleplanque		
Control		Saaten Union			
Merkur		Saaten Union			
Anaconda		Ragt	+		
Intermédiaires	Colonel	Deleplanque			

(1) Installation plus rapide

(2) Port très couvrant

(3) Assez sensible au gel :

Sensibilité proche de celle d'une moutarde, destruction proche de 100 % avec 2 jours à T° mini < -8°C et T° maxi ≤ 0°C

part, d'augmenter la quantité d'azote restituée et, d'autre part, de faciliter cette restitution rapidement en début de végétation de la betterave qui suit.

Les couverts associant légumineuse et crucifère, ou légumineuse et phacélie ou avoine, sont de vrais "cipan", qui ont de plus l'intérêt de fournir potentiellement des quantités d'azote plus importantes à la culture qui suit. Les essais ITB ont permis aussi de chiffrer une contribution allant de 10 à plus de 50 unités d'azote restituées. Il reste un travail à poursuivre pour déterminer les espèces et les variétés de légumineuses présentant à la fois une bonne croissance automnale et une bonne aptitude à l'association.

Des variétés de vesce comme Berninova (Sem-Partners), Candy (Carneau), le trèfle d'Alexandrie Alex, ont montré de bonnes aptitudes. Dans tous les cas, le semis doit être précoce, avant le 20 août.

Choisir un couvert pour son effet structurant

Les enracinements des espèces végétales sont très dépendants de l'espèce, ils peuvent être aussi propres à des variétés dans le cas des radis qui se différencient par les formes et

taille de pivots. Les moutardes n'ont qu'un très faible effet restructurant, car leur enracinement est assez superficiel et le pivot peut être facilement stoppé par une zone lissée ou compactée. D'autres espèces comme l'avoine ou la phacélie apparaissent plus efficaces, avec un développement de chevelu racinaire plus dense et une plus forte occupation de l'horizon 0-40 cm. Les vesces présentent également un développement racinaire intéressant.

Choisir un couvert pour son effet couvrant et protecteur

La vitesse d'installation et le taux de couverture peuvent être des critères recherchés pour éviter la reprise en masse superficielle, également pour limiter le salissement. Ce critère a été noté dans nos essais pour mettre en avant quelques variétés de radis qui se caractérisent par un développement couvrant (tableau 6). L'efficacité d'étouffement d'adventices suppose un développement rapide, dense sans forte croissance en hauteur, qu'on peut trouver avec la phacélie.

Ce qu'il faut retenir...

La gestion de l'interculture fait partie de l'itinéraire de mise en place de la culture principale, et ne doit pas être négligée. Les travaux de l'ITB ont pour objectif d'apporter des éléments de connaissance pour orienter les choix, en particulier pour le choix d'espèces et de variétés qui répondront aux besoins et qui seront adaptées aux conditions climatiques des régions betteravières. Les caractérisations variétales sont de plus en plus nécessaires, mais on peut aujourd'hui guider le choix selon les paramètres propres aux exploitations et aux parcelles.



Démonstration de destruction mécanique de couverts de l'ITB-Aisne.