



## Plantes de couverture : Quelle espèce, quelle variété choisir ?

La couverture des sols a été rendue obligatoire avant betteraves en intercultures longues, en application des programmes d'action de la directive nitrates dans les zones vulnérables. Cette obligation représente une contrainte puisqu'elle amène des travaux spécifiques et induit des coûts. Pour autant, il faut bien considérer aujourd'hui la couverture des sols comme faisant partie de l'itinéraire technique d'implantation de la betterave, et pour cela raisonner les choix d'espèces et de variétés qui correspondront le mieux au contexte de l'exploitation et des parcelles. De plus, l'interculture peut aussi offrir des opportunités agronomiques, des effets bénéfiques sur la fertilité, la valorisation des apports organiques et l'état structural des parcelles. Ces différents objectifs assignés aux couverts, et les contraintes identifiées, amènent à définir une démarche de choix des couverts que nous proposons ici.



Les cultures intermédiaires ont des objectifs multiples. Elles ont connu un développement rapide dans la dernière décennie, principalement dans un objectif de réduction des fuites de nitrates, d'où leur dénomination courante de "CIPAN", pour "Culture Intermédiaire Piège à Nitrates". La réussite d'une cipan a ses règles, mais on admet généralement son efficacité dès lors que le choix de l'espèce est adapté à la période de semis, et dès lors qu'une levée correcte est obtenue.

- Avec une "cipan", on valorise l'azote d'apports organiques réalisés en fin d'été ou début d'automne, sous réserve que l'implantation du couvert soit de qualité et son positionnement suffisamment précoce dans le cas de fertilisants organiques à minéralisation rapide (vinasses, lisiers, fumiers décomposés, fientes de volailles...).

La cipan peut avoir aussi un rôle majeur derrière des précédents légumineuses, comme pois, voire antéprécédents comme des luzernes.

- La restitution rapide d'azote des résidus des couverts est très dépendante de leur composition et de leur richesse relative en azote. Les associations incluant des légumineuses peuvent être implantées dans ce but. Nos expérimentations ont montré des gains potentiels de plusieurs dizaines d'unités d'azote disponible pour la betterave qui suit.

- Bien que plus difficile à mesurer, l'effet des couverts peut jouer sur l'état structural de la parcelle, par effet d'enracinement et par effet de protection de surface. Ces effets

sont recherchés en conduites sans labour, ils sont parfois négatifs quand le couvert est maintenu tardivement, en sortie d'hiver.

- Autre objectif, les couverts de crucifères avaient été proposés initialement pour la faculté nématocide de variétés spécifiques. Cette propriété reste utile dans toutes les situations à risque, et ces variétés sont toujours à privilégier dans les parcelles de betteraves. Les impacts des couverts, favorables ou défavorables aux parasites et maladies, doivent toujours être pris en compte.

- Enfin, la recherche d'un couvert dense, homogène et couvrant peut être privilégiée pour limiter le salissement des parcelles.

### Des intercultures dans des contextes variés

Face à ces objectifs, on doit tenir compte du contexte propre à l'exploitation, et propre à la parcelle. Ce contexte donnera plus ou moins de latitude dans la gestion de l'interculture.

- Premier paramètre, et forcément déterminant, la libération de la parcelle après récolte du précédent, très souvent une céréale. La date de moisson détermine la plage de semis, plus ou moins large. La surface à semer et la concurrence d'autres chantiers peut s'ajouter à la contrainte.

- Deuxième paramètre : le type de sol, qui peut influencer sur les conditions de semis et sur les conditions de destruction du couvert. Ce point concerne en particulier les sols argileux pour lesquels la réussite des semis en conditions sèches est délicate, et qui génèrent des dégâts structuraux si les conditions sont humides à la destruction.

- Il est important de considérer la rotation culturale dans son ensemble pour éviter des rapprochements d'espèces qui favoriseraient des développements de parasites ou de maladies. Ces soucis peuvent se poser également en termes de voisinages de parcelles pour des parasites communs aux crucifères et colzas, mais sans être réellement démontrés.

- Concernant la betterave, l'accent sera mis sur le risque nématode en rotations avec colza, avec une réduction du temps de présence des repousses en interculture courte, moins de 3 semaines si possible réglementairement, et le recours à des crucifères nématocides ou à d'autres espèces pour les intercultures longues.

Les développements de tipules ne sont pas imputables directement à des choix d'espèces en interculture, mais peuvent être dus à des couverts mal levés, présentant des espaces vides propices aux pontes. Les limaces sont également plus liées à une conduite des couverts, surtout leur maintien prolongé en sortie d'hiver et l'absence de travail du sol, plus qu'à des espèces.

1 Objectifs du couvert et solutions proposées				
		Signification	Justification	Caractères recherchés
OBJECTIFS	Cipan	Respect de la réglementation. Piéger l'azote avant l'hiver	Respect 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, sols battants	Croissance rapide, port couvrant
	Restitution d'azote	Favoriser la restitution d'azote à la culture suivante.	Recherche d'économie d'azote	Association avec légumineuses
	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.

### 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 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.

2

Quelles sont les contraintes sur votre exploitation ?

		Signification	Justification	Caractères adaptés
Contraintes	Disponibilité	Libération de parcelle précoce /tardif	Tardif en régions à moissons tardives, forte charge de travail (récoltes pomme de terre)	Si tardif, orienter vers des espèces et variétés aptes à pousser en jours courts
	Praticabilité	Etat du sol défavorable en fin d'automne	Etat défavorable surtout en sols argileux, ou pluviométrie automne souvent importante.	Privilégier des espèces à croissance modérée, structurantes et sensibles au gel. Se donner la possibilité d'un labour direct.
	Vitesse semis	Aller vite lors du semis	Grandes surfaces, période de semis de colzas	Espèces moyennement exigeantes en qualité de semis, possibilité de semis à la volée
	Non-labour	Parcelle en non-labour	Non-labour, sols argileux en préparation d'automne	Espèce facile à détruire, si possible gélive. Pas de risque de floraison, graines, repousses, salissement.
	Rotation avec colza	Attention aux parasites et maladies du colza	Colzas fréquents dans la rotation	Privilégier des espèces alternatives aux crucifères, éviter moutarde et radis
	Rotation avec pois	Attention aux maladies des pois, féverole	Légumineuses fréquentes dans la rotation	Eviter les couverts avec légumineuses

3

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

		Aucune	Praticabilité	Vitesse semis	Non-labour (*)	Rotation avec colza	Rotation avec pois	
Objectifs	Cipan (cas standard)	Moutarde précoce-intermédiaire, radis intermédiaire à tardif	Avoine de printemps, avoine rude, moutarde précoce à intermédiaire	Moutarde précoce-intermédiaire, radis intermédiaire à tardif	Avoine de printemps, avoine rude, moutarde précoce à intermédiaire	Avoines (si moutarde, variétés nématicides 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,	Moutarde précoce à intermédiaire, variétés notées "installation +"	Avoine printemps, moutarde précoce à intermédiaire	Avoines, phacélie	Toutes espèces citées sur cette ligne	
	Couverture du sol	Phacélie, radis intermédiaire à tardif, variétés notées "couverture +"	Moutarde précoce à intermédiaire,	Pas de solution adaptée. Moutarde précoce comme meilleur compromis	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 printemps, avoine rude						

Remarque : Pour les spécifications variétales indiquées dans le tableau, se reporter aux tableaux 5 et 6  
(\*) Inclut aussi les sols en préparation d'automne avec semis de couvert sur sol labouré et préparé.

4

Grille de choix si des semis précoces sont possibles

		Aucune	Praticabilité	Vitesse semis	Non-labour (*)	Rotation avec colza	Rotation avec pois
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	Moutarde tardive, radis tardif ou très tardif	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 +"	Moutarde tardive, radis tardif et très tardif, 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 +"	Pas de solution adaptée, compromis difficile à obtenir	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	Pas de solution adaptée, compromis difficile à obtenir. Semer des associations sur un nombre limité de parcelles, répartir les dates de semis précoces et tardives entre parcelles	Associations avoine-trèfle d'Alexandrie, avoine-vesce, phacélie-vesce, radis gélif-vesce	Associations avoine-trèfle d'Alexandrie, avoine-vesce, phacélie-vesce, phacélie trèfle d'Alexandrie	Associations possibles avec trèfle ou féverole, vesces à éviter
	Structure du sol	Avoine printemps, avoine rude, associations radis-vesce, avoine-vesce	Avoine printemps, avoine rude	Avoine printemps, avoine rude, seigle	Avoine printemps, avoine rude, association avoine-vesce	Avoine printemps, avoine rude, association avoine-vesce	Avoine printemps, avoine rude, radis.

Remarque : Pour les spécifications variétales indiquées dans le tableau, se reporter aux tableaux 5 et 6.  
(\*) Inclut aussi les sols en préparation d'automne avec semis de couvert sur sol labouré et préparé.

Vis-à-vis des champignons du sol, l'absence de travail mécanique et l'humidité maintenue sous un couvert sont susceptibles de les favoriser, en particulier les rhizoctones. On peut alors privilégier des couverts non hôtes, ou se donner des conditions de lutte active par biofumigation avec des moutardes brunes dans des parcelles où le champignon est déjà très présent. Elles seront broyées à floraison et incorporées immédiatement.

• Par ailleurs, dans des successions avec pois ou féveroles, il faudra rester prudent avec l'usage de légumineuses en interculture, des avoines pourront être un choix sans risque.

## Comment faire son choix ?

Les **tableaux 1 à 4** proposent une démarche de choix, en considérant, d'une part, les conditions connues a priori pour la mise en place des couverts, qui pourront se traduire par des contraintes, et, d'autre part, les objectifs recherchés. Le **tableau 1** présente un ensemble d'objectifs distincts assignés aux couverts, avec aussi des caractéristiques de couverts à privilégier pour les atteindre.

La **contrainte de plage de semis imposée par la récolte du précédent est considérée comme majeure, et sera le premier critère retenu**. D'autres contraintes moins déterminantes sont prises en compte, et sont listées dans le **tableau 2**. Le croisement des objectifs et des conditions d'implantation permet de proposer deux tableaux de choix, **tableaux 3 et 4**, le premier correspondant à la situation de semis nécessairement tardifs, le second étant proposé pour des plages de semis plus étendues et surtout plus précoces. La justification des choix est détaillée dans les paragraphes qui suivent.

## Adapter la variété à la période de semis prévue

Sauf exception, le climat des régions betteravières ne permet pas d'obtenir de bons niveaux de développement si les semis sont réalisés au-delà du 5 septembre, quelle que soit l'espèce implantée. Pour les crucifères, avec une offre variétale

assez large, la date de semis prévue doit orienter vers un type variétal, en regardant en particulier la précocité de floraison. Une crucifère précoce semée tôt arrivera rapidement à floraison, sa croissance sera ralentie. De plus, les tiges de moutardes tendent à se lignifier et deviennent plus difficiles à broyer. La disponibilité ultérieure de l'azote après broyage sera réduite. Comme la date de destruction est imposée réglementairement et ne peut pas intervenir, sauf exception, avant la mi-novembre en zones vulnérables, la précocité de floraison est le critère à considérer, selon la période de semis envisagée. Elle est notée dans les essais de référencement de l'ITB pour les variétés de crucifères nématicides (exemple : **figure 7**). Les notations réalisées par l'ITB dans ses essais permettent de proposer un classement variétal de précocité de floraison (voir **tableaux 5 et 6**). Ces essais permettent également de noter des **différences de vigueur** (levée, croissance), et d'identifier des variétés qui se démarquent sur ces critères. A noter que, généralement, la vigueur au démarrage de végétation des variétés à floraison précoce est généralement meilleure que celle des variétés plus tardives.

## Choisir un couvert pour sa capacité de piégeage d'azote

Il existe peu de références comparatives de variétés vis-à-vis de la capacité de piégeage d'azote, les conseils que l'on peut donner seront plus orientés vers des choix d'espèce. Plusieurs paramètres influent sur la capacité de piégeage, les principaux sont la vigueur de levée et d'installation du couvert, la croissance racinaire et le type d'enracinement,



la dilution plus ou moins forte dans l'azote dans la plante. Ce sont très généralement les crucifères qui ont les plus fortes capacités de piégeage, radis et moutardes, ce qui confère également une très bonne efficacité des associations légumineuses-crucifères.

## 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

### 5 Précocité des variétés de moutardes nématicides

Précocité	Variété	Commercialisation	Installation
Tardives	Architect	Joordens	+
	Carline	Carneau	
	Lotus	Deleplanque	
	Luna	Alpha Semences	
	Profi	Saaten Union	+
	Sirte	Semences Vertes	
Intermédiaires	Abraham	Jouffray-Drillaud	
	Accent	Deleplanque	
	Achilles	Semences Vertes	+
	Candella	Carneau	+
	Caralba	Carneau	
	Forum	Saaten Union	+
	Saloon	Deleplanque	+
	Précoces	Absolvent	Deleplanque
Très précoces	Carabosse	Deleplanque	
	Cargold	Jouffray-Drillaud	
	Caribella	Carneau	
	Carnaval	Carneau	
	Sirola	Semences Vertes	

### 6 Précocité et caractéristiques des variétés de radis nématicides

Précocité	Variété	Commercialisation	Installation	Couverture	Gel
Très tardifs	Adios	Semences Vertes		+(2)	
	Commodore	Alpha Semences			
	Compass	Alpha Semences	+(1)	++	+(3)
	Contra	Saaten Union			
	Defender	Alpha Semences	+	+	+
	Doublet	Semences Vertes			
	Final	Alpha Semences			+
	Ramses	Joordens			
	Terranova	Jouffray-Drillaud			
	Tardifs	Anaconda	Ragt	+	
Intermédiaires	Cardinal	Carneau		+	+
	Colonel	Deleplanque			
	Pegletta	Petersen	+	+	
Précoce	Radical	Joordens			
	Carlos	Carneau			

Légende :

(1) Installation plus rapide • (2) Port très couvrant • (3) Assez sensible au gel<sup>(\*)</sup>

<sup>(\*)</sup> Sensibilité proche de celle d'une moutarde, destruction proche de 100 % avec 2 jours à T° mini < - 8°C et T° maxi ≤ 0°C



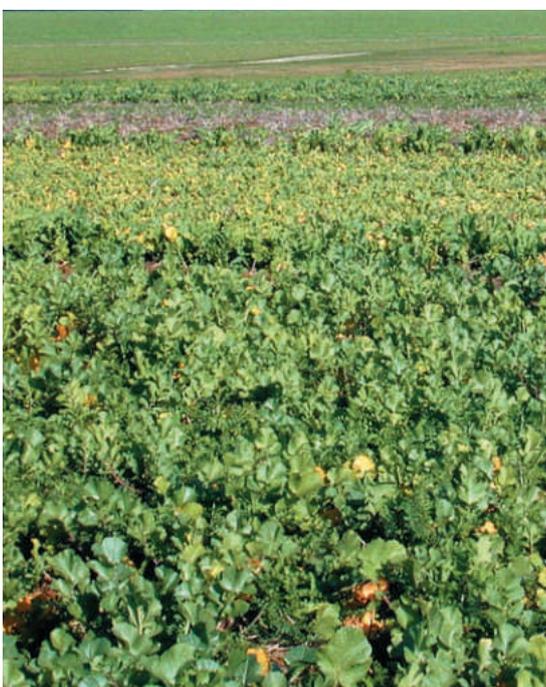
Plateforme de caractérisation variétale, ITB Champagne.

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.

Les couverts associant légumineuse et crucifère, ou légumineuse et phacélie ou avoine, sont de vraies "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



Mélange radis-vesce (premier plan).

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.

## Espèce et variétés déterminent le mode de destruction

Très généralement, on conseille de réaliser les destructions avant l'hiver, en respectant les obligations réglementaires régionales, afin de laisser le temps aux résidus d'évoluer, et éviter des perturbations de croissance de la culture principale. Dans les conditions climatiques des régions betteravières, les périodes de gel franc sont toujours aléatoires et elles interviennent généralement trop tardivement pour détruire la végétation aux périodes considérées comme souhaitables, c'est-à-dire avant la fin décembre. Il est donc très risqué, avec les crucifères disponibles aujourd'hui, et plus généralement avec toute culture d'intermédiaire, d'attendre son effet pour détruire la végétation. Le broyage n'est véritablement indispensable que pour des couverts hauts, et cette intervention peut être économisée en choisissant un radis plutôt qu'une moutarde. L'offre variétale ayant évolué, on peut se rassurer complètement en optant pour des variétés récentes de radis qui se révèlent aussi gélives que des moutardes, surtout si elles ont eu un long cycle de végétation. Le tableau 6 indique les variétés remarquées sur ce critère dans les essais ITB. Le roulage du couvert avec un rouleau crénelé peut être très efficace par temps de gel, même modéré, sur des couverts de moutardes ou phacélie.

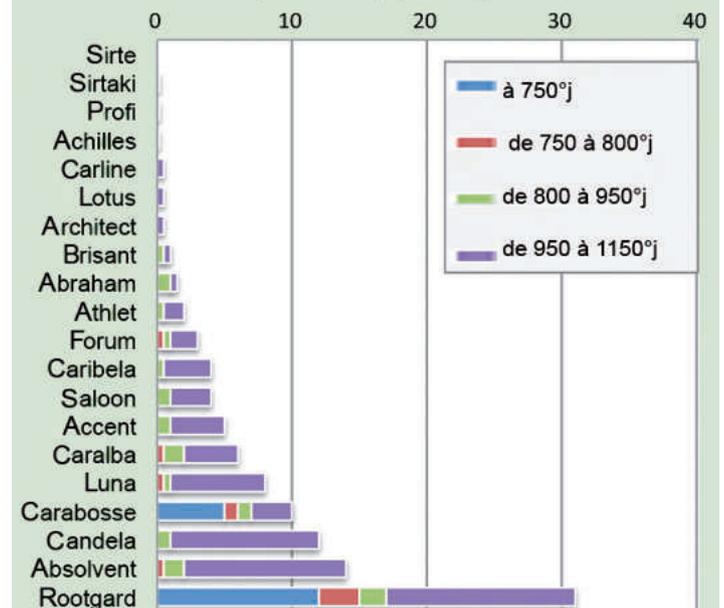
L'action du gel est aussi plus efficace sur un couvert qui aura été préalablement bousculé par un passage d'outil, même sans destruction complète.

La gestion des couverts végétaux en interculture reste très difficile en situations de sols argileux inaptes à des interventions de fin d'automne, ou avec des conséquences très négatives pour la structure, et un risque pour la mise en place et la productivité de la culture qui suit. Il y a peu d'alternative à un avancement de la date de destruction pour travailler en conditions acceptables, d'autant que les passages tardifs risquent de dégrader la structure des parcelles conduites en préparation d'automne.

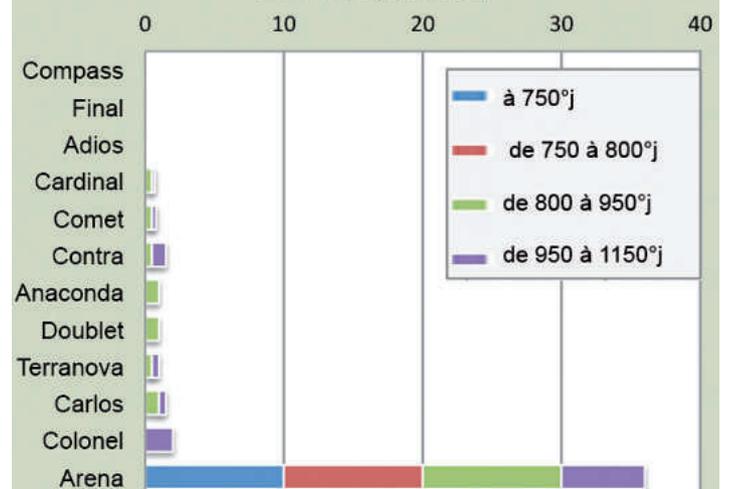
7

Variabilité des vitesses de floraison des variétés de moutardes et de radis, notées dans une expérimentation ITB (Aisne 2012)

Taux de floraison des moutardes (en % de la population)



Taux de floraison des radis (en % de la population)



Les graphiques présentent les taux de floraison des variétés de crucifères, en distinguant les séquences d'apparition de fleurs, exprimées en sommes de températures cumulées depuis le semis. Sur cet essai, on voit bien la différence de précocité des moutardes comparées aux radis, ainsi que la grande variabilité des variétés de moutardes sur ce critère. Le choix de variétés précoces de moutardes doit être réservé aux semis de début septembre. Les radis seront privilégiés pour tout semis précoce, avant le 20 août, qu'ils soient semés seuls ou en association.

### 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.