

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. Il faut donc l'intégrer dans la succession des interventions culturales de fin d'été, et pour cela raisonner les choix d'espèces et de variétés qui correspondront le mieux aux possibilités techniques autorisées par la date de récolte du précédent et de libération de la parcelle, permise aussi par le calendrier de travail de l'exploitation, et adaptées aux conditions pédoclimatiques propres à l'exploitation et aux parcelles. L'interculture offre aussi des opportunités. La valorisation la mieux connue aujourd'hui est la restitution d'azote à la culture principale par l'association de légumineuses avec une autre espèce. D'autres effets bénéfiques peuvent être recherchés pour bénéficier au mieux d'apports organiques de fin d'été, ou pour préserver une bonne structure de sol. Les pages qui suivent proposent un guide de choix des espèces et variétés pour répondre à la fois aux contraintes et aux objectifs assignés aux couverts. Il y a certainement un ensemble de pistes, plus ou moins bien explorées et évaluées aujourd'hui, pour développer des techniques qui donneront aux couverts végétaux un rôle nouveau de "plantes de services".



Evaluation des restitutions d'azote par des couverts végétaux, essai ITB à Mesbrecourt (Aisne) en 2013.

Des objectifs multiples

L'objectif commun à toute implantation de couvert en interculture avant betterave est le piégeage d'azote. La fonction de "cipan" est l'exigence minimale pour toute plante de couverture en interculture longue. On peut nuancer cette fonction selon les situations. Le piégeage d'azote sera particulièrement primordial dans des situations d'apports de fertilisants organiques de fin d'été ou d'automne, et la capacité de prélèvement d'azote devra alors être optimale. L'objectif sera double : éviter les pertes par lessivage hivernal de l'azote minéralisé à l'automne, et valoriser l'azote restitué. On peut valoriser ces restitutions directement en

réduction de la fertilisation minérale pour la culture principale, et également par enrichissement en azote de la matière organique humifiée.

D'autres objectifs peuvent être recherchés, qui définiront des cahiers des charges spécifiques : le couvert végétal peut être un relais dans la mise à disposition d'azote à la culture par un produit organique, il peut aussi être directement une ressource en azote par l'association de légumineuses dans le couvert semé. Cette association est pressentie comme une voie prometteuse pour diminuer le recours aux engrais minéraux azotés sur la culture de betterave au printemps, et est à l'étude à l'ITB depuis plusieurs années. Nos expérimentations ont permis de démontrer l'efficacité de couverts

de légumineuses associées sur le piégeage d'azote du sol, complété par la fixation symbiotique de la légumineuse. Ils ont quantifié les niveaux de restitutions d'azote à la culture principale, et ont permis d'évaluer l'offre variétale actuelle de légumineuses aptes à une conduite associée en semis de fin d'été. D'autres objectifs peuvent être assignés aux couverts d'interculture : un effet favorable à la structure du sol grâce à un système racinaire développé qui, a minima, maintiendra une bonne structure déjà acquise, et facilitera les interventions de travail du sol ultérieures, ou un effet de couverture rapide pour limiter le salissement des parcelles tout en protégeant la structure superficielle de l'action des pluies.

Enfin, on ne doit pas oublier, lorsque le choix porte sur des crucifères, la priorité à donner aux variétés nématicides en rotations betteravières, choix de sécurité dans le cas général, choix qui peut être recherché par la limitation des infestations de nématodes avec des semis des variétés nématicides réalisés très tôt pour couper le cycle du parasite.

Des intercultures dans des contextes variés

La conduite de l'interculture est soumise à différents facteurs peu modifiables, qui orienteront les choix de conduite. Le premier est lié au temps disponible. Celui-ci est principalement déterminé par les conditions pédoclimatiques locales, et par les dates de libération des parcelles par la récolte des céréales qui précèdent généralement les betteraves.

1 Objectifs du couvert et solutions proposées				
	Objectif	Signification	Justification	Caractères recherchés
OBJECTIFS	Cipan	Respect de la réglementation sans objectif spécifique	Respect directive nitrates	Espèces faciles et de bonne croissance
	Cipan ++	Disponibilité élevée en azote	Apports organiques, précédents lég.	Croissance rapide, grosse capacité de piégeage, enracinement rapide
	Couverture	Recherche d'un couvert rapidement étouffant	Salissement et adventices, sols battants	Croissance rapide, port couvrant
	Restitution	Favoriser la restitution d'azote à la culture suivante.	Recherche d'économie d'azote	Association avec légumineuses
	Structure	Favoriser le maintien de structure des horizons travaillés, éviter la reprise en masse	Sols très battants, systèmes pomme de terre - betteraves-légumes.	Espèces (et variétés ?) à fort développement racinaire, système fasciculé profond.

2 Conditions de gestion de l'interculture générant une contrainte

		Contrainte	Signification	Justification	Caractères adaptés
Conditions	Majeure	Disponibilité	Libération de parcelle précoce /tardif	Tardif en régions à moissons tardives, forte charge de travail (récoltes pomme de terre)	Si tardif, oriente vers espèces et variétés aptes à pousser en jours courts
		Secondaires	Praticabilité	Etat du sol défavorable en fin d'automne	Etat défavorable surtout en sols argileux, ou pluviométrie automne souvent importante.
	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 prépa automne	Espèce facile à détruire, si possible gélive. Pas de risque de floraison, graines, repousses, salissement.
	Rota-Colza		Attention aux parasites et maladies du colza	Colzas dans la rotation fréquents	Privilégier des espèces alternatives aux crucifères
	Rota-Pois	Attention aux maladies des pois, féverole	Légumineuses fréquentes dans la rotation	Précautions à prendre en choisissant un couvert avec légumineuses	

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

	Conditions secondaires	Aucune	Praticabilité	Vitesse semis	Non-labour (*)	Rota-Colza	Rota-Pois	
Objectifs	Cipan (cas standard)	Moutarde précoce-intermédiaire, radis intermédiaire à tardif	Avoine de printemps, avoine rude, moha, radis intermédiaire à tardif	Moutarde précoce-intermédiaire, radis intermédiaire à tardif	Avoine de printemps, avoine rude, moutarde précoce à intermédiaire.	Avoines	(Si moutarde, variétés nématicides impératives)	
	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	Phacélie, radis intermédiaire à tardif, variétés notées "développement +"	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 "développement +"	
	Restitution	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	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

	Conditions secondaires	Aucune	Praticabilité	Vitesse semis	Non-labour	Rota-Colza	Rota-Pois
Objectifs	Cipan (cas standard)	Toutes espèces radis, moutarde avoine, seigle, moha, phacélie. Si semis tardif, privilégier les moutardes tardives ou intermédiaires	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	Phacélie, radis intermédiaire à très tardif, variétés notées "développement +"	Moutarde tardive, variétés notées "installation +"	Pas de solution adaptée, objectifs et contraintes inconciliables	Phacélie, associations avec vesces (phacélie, radis gélifs)	Phacélie associations phacélie-vesce	Phacélie associations phacélie-vesce, radis intermédiaire à tardif, variétés notées "développement +"
	Restitution	Toutes associations crucifères- légumineuses	Associations avoine printemps ou avoine rude et vesce (trèfle déconseillé)	Objectifs et contraintes inconciliables. 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, avoine-trèfle al. phacélie-vesce, phacélie trèfle al.	Associations possibles avec trèfle ou féverole, vesces à éviter
	Structure	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.

Elles obligent à n'envisager que des fenêtres de semis tardives en régions à moissons tardives, essentiellement les régions nord et régions maritimes, en Haute-Normandie ou Picardie. Les "fenêtres de tir" sont généralement plus larges dans les régions Est, même si d'autres facteurs peuvent interférer. Ce critère différencie les espèces et beaucoup les variétés dans la famille des crucifères. Les plages de semis peuvent aussi être limitées par la concurrence sur l'exploitation d'autres interventions culturales ou des récoltes prioritaires en fin d'été : récoltes de pommes de terre, semis de colzas sont les deux interventions généralement concurrentes des semis de couverts. Les contraintes de temps disponible peuvent être accentuées si les surfaces à implanter en couvert sont importantes. La facilité de semis est donc un critère à regarder.

La deuxième principale contrainte porte sur les **modalités de destruction des couverts**. Les sols argileux ne sont pas favorables à des interventions en conditions automnales, et les occurrences de bonnes conditions sont très aléatoires. Ces conditions orientent les choix vers des cycles végétatifs courts et un développement rapide des couverts dans un temps de présence limité. De même, les parcelles en non-labour peuvent nécessiter un mode de destruction adapté, et une vigilance quant au risque de salissement par des adventices, ou risque de repousses d'un couvert mal détruit. Autre contrainte, l'état sanitaire de la parcelle, ainsi que les cultures présentes dans la succession peuvent orienter le choix de l'espèce à semer en interculture. Deux situations peuvent nécessiter des précautions particulières : des rotations (et des secteurs géographiques) avec présence importante de colzas, où on cherchera des alternatives aux crucifères, et des rotations avec légumineuses (pois, féverole, luzerne) générant la présence de maladies communes à d'autres espèces de la même famille.

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 conduite 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 ainsi que les façons de les intégrer. 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

En période d'interculture, c'est la date de récolte de la céréale qui détermine souvent le calendrier ultérieur et qui doit présider au choix d'une espèce et d'une variété de couvert. 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. La croissance de la plante est alors ralentie, et le piégeage d'azote moins actif. De plus, si la floraison est dépassée, les tiges de moutardes tendent à se lignifier et deviennent plus difficiles à broyer. La disponibilité ultérieure de l'azote après broyage sera réduite, et des faims d'azote sont possibles si l'incorporation est tardive. Enfin, dépasser la floraison peut faire prendre le risque de formation des siliques, donc d'un salissement ultérieur de la parcelle, même si le climat ne permet généralement pas une maturation complète des graines. 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 (exemples figures 7 et 8). 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. Ces caractérisations seront utilisées dans le guide de choix proposé page suivante.

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 risqué, avec les crucifères disponibles aujourd'hui, d'attendre son effet pour détruire la végétation. En parcelles labourées, une intervention préalable de broyage est généralement nécessaire pour les moutardes. Pourtant, le broyage n'est véritablement indispensable que pour des couverts hauts, et cette intervention peut être économisée en choisissant comme couvert 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. En situation de non-labour, on pourra intervenir mécaniquement sur un radis en cassant la partie

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	+
	Carabosse	Deleplanque	
	Cargold	Jouffray-Drillaud	
	Caribella	Carneau	
	Carnaval	Carneau	
Très précoces	Carnaval	Carneau	
	Sirola	Semences Vertes	

6 Précocité et caractéristiques des variétés de radis nématicides					
Précocité	Variété	Commercialisation	Installation	Développement	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	+	
Cardinal		Carneau		+	+
Intermédiaires	Colonel	Deleplanque			
	Pegletta	Petersen	+	+	
	Radical	Joordens			
Précoce	Carlos	Carneau			

Légende :

(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



Prélèvement des
couverts végétaux
pour mesure du
développement
et mesure de
quantité d'azote
immobilisé.
Essai ITB à
Mesbrecourt (Aisne)
en 2013

supérieure des racines tubérisées dans le sol. Pour éviter le repiquage, on doit éviter d'imprimer la végétation détruite dans le sol, mais plutôt de garder un sol veule. Le roulage du couvert avec un rouleau crénelé peut être très efficace par temps de gel, 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 inaptés 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. En sols argileux des régions sud, les levées délicates en conditions sèches et la difficulté de destruction limitent le choix à des espèces capables de croissance sur un cycle très court.

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 de 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 ou protecteur

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 différences entre variétés restent difficiles à établir sur des sites

expérimentaux. On peut remarquer que les crucifères restent assez décevantes si l'on recherche un fort effet restructurant, car leur enracinement reste assez superficiel et peut être facilement stoppé par un obstacle.

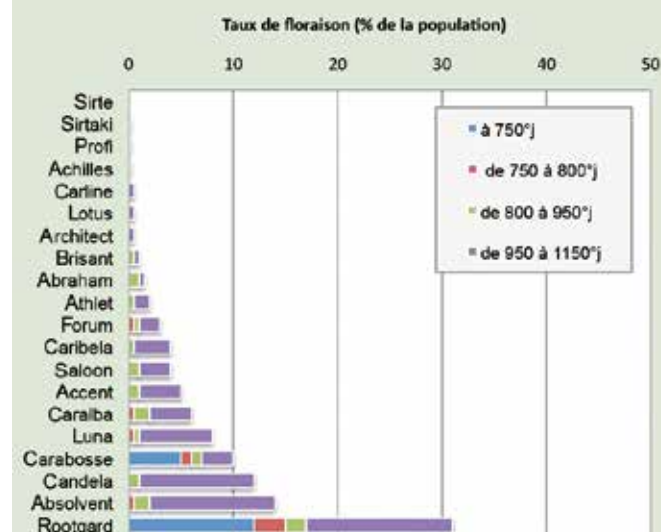
D'autres espèces comme l'avoine ou la phacélie apparaissent plus efficaces, avec un développement de chevelu racinaire plus dense et une plus forte occupation de l'horizon 0-40 cm. Les vesces présentent également un développement racinaire intéressant.

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).

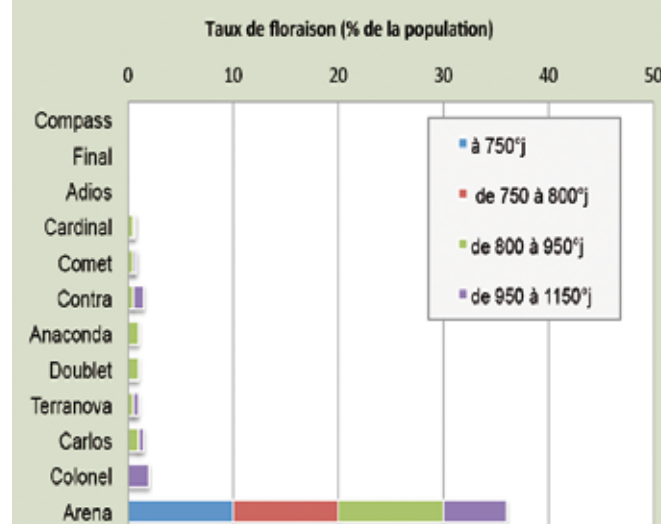
Valoriser l'interculture avec des légumineuses associées

Les légumineuses pures ne sont pas considérées comme des cultures piège à nitrates (Cipan), car leur fonction de fixation symbiotique de l'azote de l'air peut réduire leur prélèvement de l'azote du sol. Les couverts associant légumineuse et crucifère, ou légumineuse et phacélie ou avoine, sont par contre de vraies cipan qui ont de plus l'intérêt de fournir potentiellement des quantités d'azote plus importantes à la culture qui suit. Une expérimentation multi-sites menée par l'ITB avec plusieurs partenaires (Fdgeda de l'Aube, Arvalis, Soufflet, Ldar, ch.agr.de l'Aisne) pour mieux évaluer les quantités d'azote piégées et fixées par ces couverts associés, et évaluer aussi les quantités restituées à la culture suivante. Nos travaux ont permis aussi de préciser des aspects pratiques, choix d'espèce et variété, modalités de semis et de destruction. Des variétés de vesce comme Berninova (Sem-Partners), Candy (Carneau), le trèfle d'Alexandrie Alex, ont montré de bonnes aptitudes. La contrainte de ces associations est la date de semis, obligatoirement précoce, avant la mi-août, et la nécessité d'un semis de qualité. Le trèfle peut être semé superficiellement, mais la vesce demande plus de profondeur. C'est avec le trèfle qu'on obtient des coûts de semences modérés en mélange.

7 Taux de floraison (cumulé) des variétés de moutarde Essais ITB à Liesse (Aisne) en 2012



8 Taux de floraison (cumulé) des variétés de radis Essais ITB à Liesse (Aisne) en 2012



Conclusions

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 éléments de connaissance suffisamment détaillés au niveau variétal sont de plus en plus nécessaires pour ces orientations, afin de valoriser la variabilité intra-spécifique et de suivre le travail de sélection réalisé par les obtenteurs.