



LA CULTURE DE **LA BETTERAVE** SUCRIÈRE

RAISONNER L'ITINÉRAIRE BETTERAVE



Sommaire

1. Le site Internet de l'ITB.....	3
2. Choisir ses variétés	5
3. Interculture.....	7
4. Acidité et Chaulage	12
5. Fertilisation Phosphatée, Potassique et Magnésie	15
6. Oligoéléments : Bore, Manganèse, Soufre	18
7. Apports organiques	21
8. Fertilisation azotée	23
9. Travail du sol	27
10. Semis	32
11. Gestion des bioagresseurs.....	36
12. Désherbage.....	39
13. Gestion jeune plantule.....	48
14. Gestion plante adulte	53
15. Gestion stade récolte	62
16. Irrigation.....	68
17. Récolte	69
18. Stockage.....	73
Contacts.....	77

Focus sur BetaGIA

Préparer la nouvelle campagne sanitaire avec BetaGIA

En cette période de fin de campagne, il est nécessaire d'anticiper le choix variétal et les pratiques agronomiques à mettre en oeuvre pour s'adapter à la situation sanitaire de chaque parcelle betteravière. Présenté lors des Culturales en juin 2017, le guide BetaGIA est pensé pour répondre aux besoins des observateurs en matière de reconnaissance et de gestion des bioagresseurs. Il permet d'identifier tous les bioagresseurs actuels de la betterave (ravageurs, maladies et plantes parasites), de mieux connaître leur cycle de vie et les facteurs les impactant. Enfin, il présente les méthodes de lutte préventives et curatives à mettre en oeuvre pour réduire leur impact.

1. Comprendre les facteurs de pression du bioagresseur

Identifier les bioagresseurs récurrents sur la parcelle

Dans les parcelles qui seront implantées en betterave en 2018, il est important de réaliser le diagnostic des bioagresseurs présents, et notamment de différencier ceux spécifiques à l'année et ceux récurrents historiquement sur au moins 2 rotations.

Identifier les causes de leur pression

Pour vous aider dans ce diagnostic, le guide BetaGIA permet d'identifier via une fiche synthétique par bioagresseur les facteurs climatiques, agronomiques, paysagers et parcellaires qui ont un impact sur la pression du bioagresseur.

2. Raisonner la gestion de la parcelle

Identifier les bioagresseurs les plus impactants...

Tous les bioagresseurs n'ont pas le même impact dans une parcelle même s'ils touchent la même surface de la parcelle. Il est donc important d'identifier les plus impactants en termes de gravité.

... et prioriser la lutte

L'outil de gestion intégrée inclus dans BetaGIA permet de distinguer les bioagresseurs dont la gravité est forte et qui nécessitent une lutte prioritaire de ceux dont la gravité est moyenne ou faible et dont la lutte doit être raisonnée. La lutte raisonnée encourage à ne pas intervenir de façon systématique lorsque cela n'est pas nécessaire.

3. Adapter ses pratiques

Identifier les pratiques à mettre en oeuvre pour une lutte raisonnée

Les tableaux du guide recensent pour chaque bioagresseur les méthodes (paysagères, agronomiques, variétales ou chimiques) qui permettent leur régulation. L'observateur peut ainsi évaluer l'impact d'une méthode sur plusieurs bioagresseurs et donc faire des choix efficaces selon l'état sanitaire de la parcelle.

Par exemple, en cas d'infestation par le nématode à kyste, il est possible de semer des variétés tolérantes ainsi que de mettre en oeuvre des pratiques agronomiques adaptées, avant et après implantation.

Détailler les pratiques à mettre en oeuvre

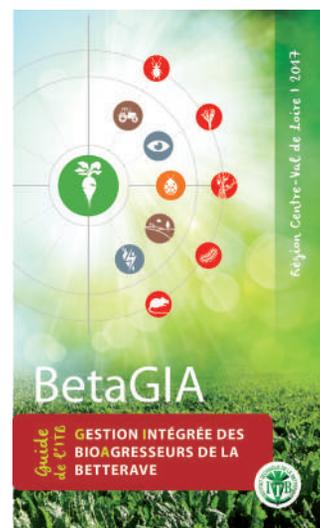
Une fois la ou les méthodes de lutte à mettre en oeuvre identifiées, leur détail pratique est décrit dans un encadré des fiches synthétiques par bioagresseur intitulé Méthodes de lutte.

Ainsi, pour la cercosporiose, les méthodes de lutte agronomiques pouvant être mises en oeuvre en préventif consistent à éliminer les résidus des cultures précédentes, à labourer le blé suivant une betterave fortement attaquée, à fertiliser au plus près des besoins de la plante et à éliminer les adventices hôtes (détaillées dans l'encadré "Plantes hôtes"). De plus, le choix d'une variété résistante est fortement recommandé.

Où se le procurer ?

Le guide BetaGIA 2017 est disponible en téléchargement gratuit sur le site : www.itbfr.org.

Compte tenu des différences régionales, cinq versions ont été éditées, chacune comportant un focus sur leurs spécificités réalisées par les experts ITB des régions Centre-Val-de-Loire, Hauts-de-France, Ile-de-France, Grand-Est et Normandie.



Le site internet de l'ITB www.itbfr.org

Le site internet de l'ITB a pour objectif de fournir un accès simple à des informations renouvelées régulièrement, et qui suivent jour après jour les évènements du terrain.

Il constitue aussi un lieu privilégié de diffusion de l'expertise technique de l'ITB sous de multiples formes : publications, outils interactifs d'aide à la décision.

L'actualité de la betterave

- Situations mensuelles
- Notes d'informations régionales
- Actualités sur les thèmes de saison (maladies, irrigation...)
- Evénements et manifestations



Les outils

EGES - Bilan énergie et gaz à effet de serre

Le calculateur EGES® permet de mesurer les émissions de gaz à effet de serre et le bilan énergétique de chaque rotation de l'exploitation.

Cet outil est conçu en collaboration par Arvalis-Institut du Végétal, Terres Inovia et l'ITB selon la méthode d'Analyse de Cycle de Vie.



FERTIBET - Raisonner sa fertilisation P et K

- Calculer la fertilisation phospho-potassique sur la base de la méthode Comifer
- Assurer la productivité de la culture de betteraves et des cultures suivantes
- Limiter les coûts de fertilisation à court et moyen terme



SILOBET - Bien gérer son stockage

Silobet permet de prendre en compte le risque de pourriture des betteraves pendant le stockage en silo pour raisonner la date d'arrachage, ou à défaut le choix des réglages de la récolteuse. Le risque résulte principalement des températures et de la durée de stockage.



DIAGBET - Maladies et ravageurs de la betterave

- > Clé d'identification des bioagresseurs
- > Fiches complètes avec facteurs de risques et moyens de lutte
- > Nouveauté 2017 : des fiches sur les auxiliaires de la betterave.

Accès gratuit :

- Application sur Playstore et IOS (mots clés "ravageurs et maladies de la betterave") :
- Outil web dans la rubrique OAD du site www.itbfr.org.

Cet outil est issu d'une collaboration européenne avec d'autres instituts : anglais (British Sugar BBRO), hollandais (IRS), allemands (LIZ, BISZ), belge (IRBAB), scandinave (Nordic Sugar) et suisse (SFZ CBS).



DIAGBET - Adventices de la betterave

- > Clé d'identification des adventices
- > Fiches complètes avec les caractéristiques des adventices (floraison, multiplication, distribution...)

Accès gratuit :

- Application sur Playstore et IOS (mots clés "adventices de la betterave") :
- Outil web dans la rubrique OAD du site www.itbfr.org.

Cet outil est issu d'une collaboration européenne avec d'autres instituts : anglais (British Sugar BBRO), hollandais (IRS), allemands (LIZ, BISZ), belge (IRBAB), scandinave (Nordic Sugar), espagnol (AIMCRA), italien (BETA) et suisse (SFZ CBS).



IRRIBET - Raisonner son irrigation

Ce programme nécessite d'être connecté à Internet au moment de son fonctionnement.

- Suivre l'évolution de l'eau, dans le sol, disponible pour la culture de betteraves
- Raisonner le déclenchement des tours d'eau à la parcelle
- Prévoir à 7 jours l'évolution des réserves en eau



PERFBET - Performance de récolte

Perfbet permet d'orienter l'utilisateur dans le choix d'une machine de récolte au travers de ses caractéristiques, de son coût et dans l'organisation de son plan de charge.



Choisir ses variétés

Le progrès génétique est un des principaux leviers d'action pour atteindre les objectifs de la double performance économique et environnementale de la filière. Chaque année, l'ITB teste les variétés dans des conditions de culture variées pour accompagner l'agriculteur dans son choix variétal, afin que celui-ci soit le plus adapté aux spécificités de ses parcelles.

1) Identifier le risque sanitaire dominant pour chaque parcelle

Face aux maladies et parasites tels que les nématodes à kystes, la forte pression rhizomanie ou le rhizoctone brun, le choix d'une variété tolérante est incontournable, quelles que soient les mesures agronomiques mises en place. Il faut donc tenir compte des observations faites durant la dernière campagne betteravière, sur cette même parcelle, pour choisir la variété adaptée à la pression des maladies ou des parasites rencontrés.

➔ Pour toutes ces situations, des variétés tolérantes existent :

Risque sanitaire		Symptômes
Nématodes à kystes		Ronds flétris, carence, kystes sur les racines.
Risque de forte pression rhizomanie (FPR)		Richesse faible, jaunissement, étranglement des racines.
Présence confirmée de rhizoctone brun		Pourriture sèche des racines, flétrissement par foyers (diagnostic racinaire indispensable).
Cercosporiose fréquente dans les zones géographiques à risque (à combiner éventuellement avec les parasitismes cités précédemment)		Présence de cercosporiose dans les parcelles voisines, rotation courte.

➔ En l'absence de ces risques sanitaires, choisir une variété tolérante à la rhizomanie seule.

2) Affiner le choix selon des critères agronomiques

- ➔ En terre argileuse, privilégier les variétés avec de faibles niveaux de tare-terre.
- ➔ En situation de levée difficile, choisir les variétés avec une bonne vigueur à la levée.
- ➔ En bordure maritime, limiter le risque de montée à graines par le choix de variétés peu sensibles et semer à partir du 15 mars.
- ➔ En situation de récolte tardive ou de rotation courte, choisir une variété peu sensible aux maladies foliaires.

3) Privilégier les variétés confirmées (expérimentées depuis au-moins deux ans)

4) Choisir plusieurs variétés sur l'exploitation

5) A niveau de productivité équivalent, choisir les variétés les plus riches

Listes des variétés recommandées pour les semis 2018, issues d'un regroupement des essais de l'ITB et des Services Agronomiques de Sucreries :

Variétés tolérantes à la rhizomanie et aux nématodes		
3 ANS	VIENNETA KWS	KWS FRANCE
	BTS 890	BETASEED
	MILLENNIA KWS	KWS FRANCE
	ACACIA	SESVANDERHAVE
	LORIQUET	FLORIMOND DESPREZ
	LOUISA KWS	KWS FRANCE
2 ANS	BAMBOU	SESVANDERHAVE
	CHARCOT	DELEPLANQUE
	BTS 7640N	BETASEED
	ANNABELLA KWS	KWS FRANCE
1 AN	CARDAMONE	MARIBO
	EGLANTIER	SESVANDERHAVE

Variétés tolérantes aux nématodes et FPR		
3 ANS	FLORENA KWS	KWS FRANCE
	MYRIA KWS	KWS FRANCE
2 ANS	BTS 9470N	BETASEED

Variétés tolérantes aux nématodes et à la cercosporiose		
3 ANS	VIENNETA KWS	KWS FRANCE
2 ANS	ANNABELLA KWS	KWS FRANCE
1 AN	EUCALYPTUS	SESVANDERHAVE

Variétés tolérantes à la rhizomanie et au rhizoctone brun		
3 ANS	FD WINCH	FLORIMOND DESPREZ
	OKAPI	SESVANDERHAVE
	CROTALE	SESVANDERHAVE
	ISABELLA KWS	KWS FRANCE
	BERLIOZ	DELEPLANQUE
	TIMUR	DELEPLANQUE
	MYRIA KWS	KWS FRANCE
	2 ANS	NAUTILE

Variétés tolérantes au rhizoctone brun et FPR		
3 ANS	ISABELLA KWS	KWS FRANCE
	MYRIA KWS	KWS FRANCE

Variétés tolérantes au rhizoctone brun et à la cercosporiose		
3 ANS	RIVOLTA	MARIBO
	BERLIOZ	DELEPLANQUE

Variétés tolérantes à la rhizomanie			
3 ANS	FD DROP	FLORIMOND DESPREZ	
	FORTISSIMA KWS	KWS FRANCE	
	LIBELLULE	SESVANDERHAVE	
	TISSERIN	FLORIMOND DESPREZ	
	CHLOELIA KWS	KWS FRANCE	
	CELCIUS	DELEPLANQUE	
	BARENTS	DELEPLANQUE	
	VULCANIA KWS	KWS FRANCE	
	CRICQUET	SESVANDERHAVE	
	RIPAILLE	MARIBO	
	BEETLE	SESVANDERHAVE	
	STANLEY	DELEPLANQUE	
	ORIGAN	MARIBO	
	2 ANS	BALZANE	MARIBO
		PEGAZ	MARIBO
PLATINA KWS		KWS FRANCE	
ECUREUIL		SESVANDERHAVE	
LANDON		DELEPLANQUE	
AUROCH		SESVANDERHAVE	
BTS 7845		BETASEED	
TELLIA KWS		KWS FRANCE	
1 AN		LAREINA KWS	KWS FRANCE
		FRISBEE	MARIBO
	FD JAVELOT	FLORIMOND DESPREZ	
	FD OPTIMIST	FLORIMOND DESPREZ	
	BTS 6125	BETASEED	
	EPERVIER	SESVANDERHAVE	
	CHAMOIS	SESVANDERHAVE	
MUSTANG	MARIBO		

Variétés FPR		
3 ANS	HERISSON	SESVANDERHAVE
2 ANS	BTS 7845	BETASEED
	LINOTTE	MARIBO
	LEWINIA KWS	KWS FRANCE
1 AN	BTS 6125	BETASEED
	LAREINA KWS	KWS FRANCE

Variétés tolérantes à la rhizomanie et à la cercosporiose		
3 ANS	VULCANIA KWS	KWS FRANCE
2 ANS	LINOTTE	MARIBO
1 AN	FD CHELEM	FLORIMOND DESPREZ
	AUCKLAND	SESVANDERHAVE
	DICKENS	DELEPLANQUE
	LAREINA KWS	KWS FRANCE

A noter

Pour connaître le détail des résultats, consulter La Technique Betteravière du Betteravier Français N°1065 du 28 novembre 2017 disponible sur www.itbfr.org, rubrique publications.

Couverts végétaux : choisir la bonne espèce et la bonne variété

Mode d'emploi : dans les tableaux 1 sur cette page, déterminez les objectifs que vous assignez en priorité aux couverts dans vos parcelles.

Puis identifiez à partir du tableau 2 les contraintes qui peuvent orienter le choix de l'espèce ou de la variété.

Dans la page suivante, en croisant les critères retenus pour ses parcelles dans les tableaux 1 et 2, les tableaux 3 et 4 proposent des choix adaptés. Les conseils sont différents selon la disponibilité, précoce ou tardive, de la parcelle.

Tableau 1 : objectifs du couvert et solutions proposées

Intitulé	Objectif	Caractères recherchés
Cipan 	Piéger l'azote minéral avant hiver, respecter la réglementation	Capacité de croissance et de piégeage d'azote
Cipan ++ 	Valoriser un apport organique ou l'azote restitué par un précédent légumineuse	Croissance rapide, grosse capacité de piégeage d'azote
Couverture du sol 	Étouffer les adventices et/ou protéger la structure du sol	Croissance rapide et port couvrant
Restitution d'azote 	Recherche d'économie d'azote grâce au couvert	Association avec légumineuses
Structure du sol 	Maximiser l'effet structurant du couvert, tout en protégeant le sol de la prise en masse	Fort développement racinaire, système fasciculé profond

Tableau 2 : contextes et contraintes

Intitulé	Contrainte	Caractères recherchés (espèce et variété)
Jours disponibles au semis 	Libération tardive de la parcelle	Aptitude à pousser en jours courts
Vitesse semis 	Surfaces à semer importantes, besoin de dégager du temps pour d'autres chantiers (colza, autres)	Tolérance à une qualité de semis moyenne, aptitude au semis à la volée
Praticabilité 	Sols non praticables en conditions humides, principalement les sols argileux	Bonne vigueur, végétation basse autorisant un labour direct.
Non labour 	Respect de la structure de parcelles en non labour ou parcelles préparées à l'automne	Facilité de destruction, caractère gélif, port couvrant
Rotation avec colza 	Retour fréquent du colza dans la rotation, risque de favoriser des bio agresseurs	Familles botaniques autres que crucifères
Rotation avec pois 	Éviter des relais des maladies des pois, féverole	Non hôte de maladies du pois ou féverole

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

	Aucune	Vitesse semis	Praticabilité	Non labour	Rotation avec colza	Rotation avec pois
Cipan (cas standard)	Moutarde, radis, toutes précocités	Moutarde, radis, toutes précocités	Avoines, moutarde précoce à intermédiaire	Avoine de printemps, avoine rude, moutarde précoce à intermédiaire	Avoines (si moutarde, variétés nématicides impératives)	Moutarde, radis, toutes précocités
Cipan ++	Moutarde précoce, radis intermédiaire à tardif, variétés notées "vigueur +"	Moutarde précoce à intermédiaire, variétés notées "vigueur+"	Moutarde précoce à intermédiaire	Avoine printemps, moutarde précoce à intermédiaire	Avoine, phacélie	Toutes espèces citées sur cette ligne
Couverture du sol	Phacélie, radis intermédiaire à tardif, variétés notées "couverture +"	Moutarde précoce à intermédiaire	Moutarde précoce à intermédiaire	Phacélie moutarde précoce, radis gélif, variétés "couverture +"	Phacélie	Radis intermédiaire à tardif, variétés notées "couverture +"
Restitution	Pas de bonne solution opérationnelle avec les variétés actuelles de légumineuses en semis tardifs Possible en association moutarde + féverole en double semis (type Delimbe + herse + semoir en ligne)					
Structure du sol	Avoine printemps, avoine rude					

Tableau 4 : grille de choix si des semis précoces sont possibles

	Aucune contrainte	Vitesse semis	Praticabilité	Non labour	Rotation avec colza	Rotation avec pois
Cipan (cas standard)	Radis, moutarde (tardives) avoine, phacélie.	Moutarde et radis tardifs à très tardifs	Avoine de printemps, moha, moutarde tardive	Avoine rude, moutardes tardives, radis très tardifs gélifs, seuls ou associés	Avoines, moha, phacélie, seuls ou associés avec légumineuse	Moutarde tardive, radis tardif ou très tardif
Cipan ++	Moutarde tardive, radis intermédiaire à très tardif, variétés "vigueur +"	Moutarde tardive, radis tardif et très tardif, variétés "vigueur +"	Moutarde tardive, variétés notées "vigueur +"	Avoine printemps, moutardes tardives, radis gélifs	Avoines, phacélie	Toutes espèces citées sur cette ligne
Couverture	Phacélie, radis intermédiaire à très tardif, variétés notées "couverture +"	Pas de solution adaptée, compromis difficile à obtenir	Moutarde tardive, variétés notées "vigueur +"	Phacélie, associations avec vesces (phacélie, radis gélifs)	Phacélie associations phacélie-vesce	Phacélie, radis tardifs ou très tardifs notés "couverture +", seuls ou associés avec trèfle d'Al.
Restitution	Toutes associations crucifères - légumineuses	Pas de solution adaptée (*)	Associations avoines- légumineuse	Associations avoine-trèfle d'Al., avoine-vesce, phacélie-vesce, radis gélif-vesce	Associations avoine ou phacélie avec trèfle d'Alexandrie ou vesce.	Associations avec trèfle d'Al. ou vesce variété non sensible aphanomyces
Structure du sol	Avoine printemps, avoine rude, associations radis-vesce, avoine-vesce	Avoine printemps, avoine rude, seigle	Avoine printemps, avoine rude	Avoine printemps, avoine rude, association avoine-vesce	Avoine printemps, avoine rude, association avoine-vesce	Avoine rude ou avoines printemps

(*) Les mélanges d'espèces sont assez exigeants en qualité de mise en terre. On pourra limiter les associations sur un nombre limité de parcelles, semées précocément, et garder d'autres parcelles pour une conduite conventionnelle avec un couvert standard.

Quelles sont les caractéristiques des variétés de crucifères nématocides ?

MOUTARDE			
Précocité	Variété	Commercialisation	Vigueur ¹
Très tardifs	Floraine	Semences de France	
	Athlet	Deleplanque	
	Carline	Carneau-Semences de France	
	Gaudi	Saaten Union	
	Lotus	Deleplanque	
	Lucida	Deleplanque	
	Luna	Alpha Semences	
	Sibelius	Semences de France	
	Ultimo	Ragt	
	Profi	Saaten Union	●
	Architect	Ragt	●
	Sirte	Semences de France	
Intermédiaires	Abraham	Jouffray-Drillaud	●
	Brilliant	Caussade	
	Octopus	Alpha Semences	
	Agent	Semences de l'Est	●
	Andromeda	Semences de l'Est	●
	Accent	Deleplanque	
	Achilles	Semences de France	
	Brisant	Alpha Semences	
	Candela	Carneau-Semences de France	●
	Caralba	Carneau-Semences de France	
	Cargold	Carneau-Semences de France	
Master	Saaten Union		
Précoces	Smash	Deleplanque	
	Forum	Saaten Union	●
	Carabosse	Deleplanque	
	Caribella	Carneau-Semences de France	
	Carnaval	Carneau-Semences de France	

RADIS					
Précocité	Variété	Commercialisation	Vigueur ¹	Couverture ¹	Gel ¹
Très tardifs	Adios	Semences de France			
	Commodore	Alpha Semences			
	Black Jack	Semental	●		non testé
	Discovery	Alpha Semences			
	Dracula	Alpha Semences			non testé
	Contra	Alpha Semences			
	Defender	Alpha Semences			●
	Final	Alpha Semences			●
	Melotop	Deleplanque			
	Terranova	Jouffray-Drillaud			
	Compass	Alpha Semences	●	●	●
	Doublet	Semences de France	●		
	Mercator	Semences de France	●	●	non testé
Tardifs	Comet	Deleplanque			non testé
	Control	Saaten Union	●		
	Litinia	Caussade	●		non testé
	Merkur	Saaten Union	●	●	
Intermédiaires	Anaconda	Ragt			
	Colonel	Deleplanque		●	
	Arena L	Semences de l'est		●	non testé

Légende:

(1) Vitesse d'installation (vigueur démarrage)

(2) Capacité à couvrir le sol

(3) Sensible au gel (destruction totale avec 2 jours de T° minimale de -10°C)

Quand semer, quand détruire ?

Espèces	Type variétal	Période de semis conseillée (*)	Densité de semis (**)
Moutarde	Très tardive	du 15/08 au 05/09	8 à 10 kg/ha
	Tardive	du 20/08 au 05/09	
	Intermédiaire	du 25/08 au 05/09	
Radis	Très tardif	du 01/08 au 01/09	12 à 15 kg/ha
	Tardif	du 10/08 au 01/09	
Seigle	Classique	du 01/08 au 01/09	80 à 100 kg/ha
	Multicaule		
Avoine	De printemps	du 01/08 au 01/09	40 à 70 kg/ha
Phacélie		du 15/08 au 01/09	6 à 8 kg/ha
Vesce de printemps		du 25/07 au 15/08	50 kg/ha
Trèfle d'Alexandrie		du 25/07 au 15/08	15 kg/ha

Périodes de semis et densités

(*) Pour obtenir de bonnes conditions de croissance tout en évitant une floraison avant début novembre.

(**) Une densité trop faible favorise le salissement et rend la destruction plus difficile. Peut être modulée selon le type de semis et le taux de levée escompté.

Etat attendu de la végétation pour des variétés de moutardes et radis

Semis	Etat le :	Somme de T° atteintes (*)	Moutardes précoces	Moutardes tardives	Radis demi-précoces	Radis très tardifs
15/08	15/10	Entre 900° jours et 1000° jours	Pleine floraison	Début floraison	Début floraison	Pas de fleurs
	15/11	1100° à 1200° jours	Floraison dépassée	Fin de floraison	Mi-floraison	Pas de fleurs
	15/12	1300° à 1500° jours	Début graines	Floraison dépassée	Fin de floraison	Début floraison
1/09	15/10	600° à 700° jours	Début floraison	Début floraison	Pas de fleurs	Pas de fleurs
	15/11	Autour de 900° jours	Plein floraison	Mi-floraison	Début floraison	Pas de fleurs
	15/12	Autour de 1000° jours	Floraison dépassée	Fin de floraison	Mi-floraison	Pas de fleurs

(*) Sommes de températures moyenne "base 0".

Etats en végétation attendus en l'absence de stress (accélèrent la floraison) et avec un niveau de population normal.

Comment évaluer le développement du couvert ?

Estimation de la production

Hauteur en cm	Production de matière sèche (t/ha)	Classe de développement dans Azofert®
moins de 20 cm	0 à 0.8	très faible
20 à 35 cm	0.8 à 1.3	faible
35 à 50 cm	1.3 à 2	moyen
50 à 70 cm	2 à 3	moyen
plus de 70 cm	3 à 5	élevé

Pour une moutarde, en mesurant sa hauteur

Poids de matière verte (kg) mesurée sur 1 m ²	Production de matière sèche (en t/ha)	
	Végétaux peu lignifiés, tendres	Végétaux partiellement lignifiés
0.5	0.7	0.9
1	1.4	1.7
1.5	2	2.6
2	2.7	3.4
2.5	3.4	4.3
3	4.1	4.1
3.5	4.7	6
4	5.4	6.8

Pour toute espèce, à partir d'une pesée feuille + tige + racine pivotante

Chauler pourquoi, comment ?

- L'acidification est un processus inhérent à la production agricole permanent dans les sols cultivés. La betterave sucrière est sensible aux baisses de pH. L'apport d'amendements basiques pour contrôler l'acidité est nécessaire dans tous les sols dépourvus de calcaire naturel.
- L'enlèvement des pailles dans la rotation est un facteur d'accélération de l'acidification, ainsi que les apports fréquents de lisier. Inversement, les restitutions de pailles et les apports de fumier pailleux ou de fientes de volailles la ralentissent.
- L'apport d'amendement basique doit être raisonné à partir d'une analyse physico-chimique de terre, selon les critères de décision présentés dans le tableau 1 ci-dessous.

Situations d'entretien ou de redressement

On distinguera 2 types de situations :

- Les situations d'entretien : l'état du sol est satisfaisant, les apports réguliers doivent compenser l'acidification (voir calculs dans le tableau 2).
- Les situations de redressement : les valeurs du sol ne sont pas satisfaisantes (en CaCO_3 et/ou en pH) ; l'apport devra rétablir un statut souhaitable pour le sol, ce statut souhaitable dépend de la battance du sol (voir calculs dans le tableau 3).

Raisonnement de l'apport d'amendement basique

1 - Diagnostic de la situation

Tableau 1 : En fonction du sol et des valeurs de l'analyse, réaliser un diagnostic de la situation

Sol	Valeurs de l'analyse du sol		Stratégie
	CaCO_3 (g/kg)	pH	
Sols non battants : argileux, sables		inférieure à 7	Apport pour augmenter le pH
		plus de 7	Entretien tous les 5 à 7 ans
Sols intermédiaires : limons argileux, limons sableux à matière organique supérieure à 2,2 %	inf. à 3	inférieure à 7,3	Apport pour augmenter le pH
		plus de 7,3	Apport pour augmenter la réserve carbonatée (CaCO_3)
	plus de 3	inférieure à 7,3	Apport pour augmenter le pH
		plus de 7,3	Entretien tous les 5 ans
Sols battants : limons moyens, limons calcaires, limons sableux à matière organique inférieure à 2,2 %	inf. à 3	dans tous les cas	Apport pour augmenter la réserve carbonatée (CaCO_3)
	plus de 3	inférieure à 7,5	Apport pour augmenter le pH
		plus de 7,5	Entretien tous les 3 à 5 ans

- Etat du sol satisfaisant, continuer l'entretien régulier
- Situation dégradée, intervenir le plus tôt possible et étaler le redressement en 2 apports

2 - Apports d'entretien : fréquence et besoins

Tableau 2 : Quantité à apporter en dose d'entretien exprimée en 1000^{ers} d'unités de Valeur Neutralisante (VN) par hectare

Type de sol	pH			fréquence
	6,8 à 7	7 à 7,5	7,5 à 8	
Argileux	2,0	2,5	3,0	tous les 5 ans
Limon argileux	2,1	2,6	3,1	
Limon moyen, limon sableux, MO=2 %	1,35	1,65	1,95	tous les 2 ans
Sable limoneux, sable	0,94	1,14	1,34	

Exemple : en sol argileux en bon état (pH = 7,4), veiller à l'entretien de la parcelle en apportant tous les 5 ans 2500 unités VN.

3 - Comment redresser une situation dégradée ?

Les conseils proposés dans les tableaux ci-après prennent en compte le type de sol et la situation de départ indiquée par l'analyse. Ils distinguent un apport à réaliser impérativement et rapidement (et un complément qui peut être différé d'une ou deux années sans prise de risque).

Tableau 3 : Besoins de redressement en 1000^{ers} d'unités de Valeurs Neutralisantes (VN) par hectare

Sols peu battants exemple : sol argileux (30 % d'argile)

CaCO ₃ mesuré	pH mesuré							
	5,8	6	6,2	6,4	6,6	6,8	7	7,2
0	5,3 + 2,1	4,7 + 2,1	4 + 2,1	3,2 + 2,1	2,2 + 2,1	3,3	2,1	2,1
0,5						2,2	entretien	entretien
1 et +							entretien	entretien

Sols intermédiaires exemple : limon sableux (10 % d'argile)

CaCO ₃ mesuré	pH mesuré						
	5,8	6	6,2	6,4	6,6	6,8	7
0	3,4 + 3,5	3 + 3,5	2,8 + 3,5	2,4 + 3,5	2 + 3,5	1,5 + 3,5	1 + 3,5
0,5					2 + 2,5	1,5 + 2,5	1 + 2,5
1						1,5 + 2	3,0
2							1,0
3							1,0

Sols battants exemple : limon moyen (14 % d'argile)

CaCO ₃ mesuré	pH mesuré							
	5,8	6	6,2	6,4	6,6	6,8	7	7,2
0	5,0 + 3,2	4,8 + 3,2	4,5 + 3	4 + 3	3,5 + 3	3 + 3	2,2 + 3	4,5
0,5					3,5 + 2	3 + 2	4,2	4,0
1						4,0	2,5	3,1
2							2,0	1,4
3							2,0	1,4

Exemple : en limon moyen pour un pH de 6,6 et un CaCO₃ de 0,5 apporter immédiatement 3 500 unités VN puis dans les 2 ans qui suivent 2 000 unités de VN.

4 - Traduire un besoin de VN en quantité de produit

Tableau 4 : Valeur neutralisante habituelle des principaux produits (par tonne de produit)

	VN/tonne		VN/tonne
Chaux	850 à 900	Craie	450 à 500
Chaux magnésienne	1000	Marne	400 à 500
Écumes	300	Calcaire magnésien	540 à 580
Calcaire naturel broyé	540	Dolomie	580

Exemple : pour un apport préconisé de 1500 unités VN, apporter 5 tonnes d'écumes.

5 - Exemple de raisonnement :

Situation de départ : • sol de limon moyen • taux mesuré de $\text{CaCO}_3 = 0$ • pH mesuré = 7

1. Diagnostic : tableau 1 - Prévoir un apport le plus tôt possible pour augmenter la réserve carbonatée (CaCO_3) = situation de redressement.
2. Comment redresser : tableau 3 - Il faudra apporter 2200 unités VN puis dans les 2 ans qui suivent 3000 unités VN.
3. Quantités à apporter : tableau 4 - Pour le 1^{er} apport par exemple 10 tonnes d'écumes ou 3 tonnes de chaux puis pour le 2^{ème} apport 13 tonnes d'écumes ou 4,3 tonnes de chaux.
4. Entretien : tableau 2 - Lorsque l'état du sol sera redevenu satisfaisant prévoir tous les 2 ans des apports en fonction du niveau de pH obtenu.

Conseils généraux

- L'efficacité du chaulage, en particulier des apports de redressement, est liée à la qualité de la répartition : veiller à répartir le produit amendement de façon régulière et travailler le sol pour améliorer la qualité de répartition.
- L'acidification commence généralement en surface et l'évolution du pH de l'horizon superficiel peut être très rapide. On surveillera particulièrement les valeurs analytiques des sols fragiles battants, limons fins et limons sableux.
- Il est difficile de corriger des symptômes d'acidité après leur apparition. L'action doit être préventive.
- Le maintien d'une bonne teneur en matière organique est un moyen d'éviter les baisses brutales de pH de l'horizon superficiel, surtout en sols sableux.
- Il est inutile de maintenir un pH supérieur à 7,5. Pour éviter des effets de surchaulage, même momentanés, apporter des quantités modérées d'amendements à intervalle rapproché, particulièrement en sols de limons sableux et sables.
- Éviter de chauler peu avant ou peu après un apport de fumier ou de lisier ou bien travailler le sol entre les 2 apports.

Quel produit choisir ?

Choisir le produit selon ses caractéristiques de vitesse d'action.

- Produits à action rapide : chaux, écumes, craies, calcaires broyés à solubilité carbonique élevée.
- Produits à action plus lente : calcaires plus grossiers ou durs.

Si l'analyse révèle une situation à risque (tableau 1 cases vert clair), l'apport est à réaliser impérativement à l'automne qui précède les betteraves, on apportera alors un produit à action rapide.

Pour des sols argileux, éviter les produits à action lente.

Remarque : les écumes sont également une source de phosphore assimilable.

Ces conseils ont été établis dans le cadre du groupe Chaulage du COMIFER.

Quelle dose apporter ?

Principe de la méthode Comifer présentation simplifiée

1. Noter la teneur en P_2O_5 ou en K_2O échangeable sur l'analyse de sol effectuée sur la parcelle. Pour P_2O_5 noter s'il s'agit d'une analyse Joret Hébert (J.H.) ou Olsen.
2. Situer la teneur en P_2O_5 ou en K_2O échangeable de la parcelle par rapport aux valeurs seuils (voir tableaux ci-contre).
3. Pour chaque situation, la dose préconisée pour les betteraves à venir sera fonction de l'apport de fertilisation des 2 années précédentes.
4. Lire sur les tableaux ci-contre la quantité de P_2O_5 ou de K_2O à apporter (kg/ha) en fonction du type de sol.
5. Pour K_2O , si les résidus de culture du précédent sont exportés (pailles enlevées) les quantités de K_2O à apporter seront supérieures (chiffres gris), sauf si le sol est à teneur élevée.

Attention : n'oubliez pas de tenir compte des fournitures des apports organiques (vinasses, fumiers, lisiers, etc.).

FERTIBET Raisonner sa fertilisation P et K

Pour un calcul complet et détaillé sur vos parcelles, l'outil en ligne Fertibet est disponible sur www.itbfr.org, rubrique outils. Il intègre les évolutions récentes du conseil selon la méthode Comifer.

Modalités d'apport de l'engrais

Quelle forme d'engrais ?

P_2O_5 : Choisir des formes d'engrais de très bonne solubilité dans l'eau, type superphosphates.

K_2O : On peut choisir indifféremment une forme sulfate ou chlorure pour la fertilisation potassique de la betterave. Trois tonnes de vinasses concentrées couvrent les besoins dans la majorité des situations.

Période d'apport

P_2O_5

- Si la teneur du sol est supérieure au seuil de renforcement (Tr), l'apport peut être réalisé à l'automne ou au printemps.
- Si la teneur est relativement faible, inférieure à Tr , un apport de printemps sera préférable, surtout en sol de craie et tous sols à pH élevé (> 7.5).

K_2O

Les apports importants sur sols battants doivent être réalisés avant l'hiver (risque de glaçage) :

- Si la teneur du sol est supérieure à Tr , l'apport peut être réalisé à l'automne ou au printemps.
- Si la teneur est relativement faible, inférieure à Tr , un apport d'automne reste préférable, compte tenu du risque de glaçage du sol avec un gros apport avant semis.

Suivre l'évolution de la fertilité phosphatée et potassique de la parcelle

- Suivre attentivement l'évolution des teneurs analytiques si des impasses sont fréquemment réalisées.
- Pas d'impasse continue sur plus d'une rotation (4 à 5 ans).

Déterminer la dose de P₂O₅

Détermination de la dose de P ₂ O ₅ à apporter sur betterave (abaque simplifiée de la méthode Comifer)														
Type de sol		Limon, limon argileux, argile							Craie, cranette, argilo-calcaire					
Seuils J.H.		100	160	180	200	360	540	280	360	400	440	800		
Seuils Olsen		50	90	100	110	200	300	140	180	200	220	400		
Apport P ₂ O ₅ des 2 années précédentes	Apport chaque année	95	65	55	45	35	0	0	95	65	55	45	35	0
	Une des 2 années sans apport	145	90	65	55	45	0	0	145	90	65	55	45	0
	Aucun apport sur les 2 années	165	120	90	65	55	35	0	165	120	90	65	55	35

Exemple

Ma parcelle est une cranette. L'analyse m'indique une teneur P₂O₅ (Olsen) de 160 ppm (ou 0.160 g/kg). J'ai réalisé une fertilisation sur l'anté-précédent, aucune sur la culture précédente. Je devrai apporter 90 kg/ha de P₂O₅ pour la culture de betterave.

Déterminer la dose de K₂O

Détermination de la dose de K ₂ O à apporter sur betterave (abaque simplifiée de la méthode Comifer)														
Type de sol		Limon							Limon argileux, argile, sols crayeux					
Seuils K ₂ O échangeable		170	270	300	330	600	900	200	360	400	440	800		
Apport K ₂ O des 2 années précédentes	Apport chaque année	270 (310)	190 (240)	160 (200)	130 (130)	95 (95)	0	0	270 (310)	190 (240)	160 (200)	130 (130)	95 (95)	0
	Une des 2 années sans apport	320 (360)	220 (270)	190 (240)	160 (160)	130 (130)	0	0	320 (360)	220 (270)	190 (240)	160 (160)	130 (130)	0
	Aucun apport sur les 2 années	360 (390)	240 (280)	240 (280)	210 (250)	160 (160)	120 (120)	0	360 (390)	240 (280)	240 (280)	210 (250)	160 (160)	120 (120)

Exemple

Ma parcelle est un limon. L'analyse m'indique une teneur en K₂O échangeable de 290 ppm (ou 0.290 g/kg). J'ai apporté une fertilisation sur les 2 cultures qui précèdent la betterave. Les pailles du précédent (blé) sont enlevées, et j'ai prévu d'apporter 35 t/ha de fumier bovin. La dose de K₂O à apporter est de 200 kg/ha. Comme le fumier contribue à hauteur des besoins, je ne ferai pas d'apport d'engrais minéral potassique. Si les pailles sont enfouies et que je n'apporte pas de fumier, je devrais apporter 160 kg de K₂O sous forme d'engrais minéral.

Conseils généraux

- Ne pas oublier de déduire la contribution des fertilisants organiques (vinasses, engrais de ferme, boues de STEP...) apportés pendant l'interculture précédant la betterave.
- Réaliser régulièrement une analyse chimique des parcelles.

Fertilisation magnésienne

Conseils généraux

- Les fortes fertilisations potassiques (plus de 250 kg/ha de potasse K₂O) doivent être systématiquement accompagnées d'un apport de magnésie au printemps (30 à 40 kg/ha).
- Les fertilisations au sol sont plus efficaces que des fertilisations en végétation.
- Les fertilisations en végétation ne peuvent être conseillées que sur des cas de carences marquées et durables en été. Leur efficacité n'est pas garantie après couverture.
- Des manifestations fugaces de carences, sans conséquences pour la productivité, peuvent exister en végétation après une période sèche.
- Les carences magnésiennes peuvent être des révélateurs de problèmes agronomiques autres : présence de nématodes, structure de sol défavorables, sols refermés, "bouchons" de pailles dans le sol.
- La teneur du sol évolue rapidement sous l'effet du prélèvement par la culture et sous l'effet du lessivage. L'analyse de terre régulière permettra de définir une fertilisation appropriée.



Déterminer la dose à apporter

C'est la teneur en MgO échangeable du sol qui détermine la fertilisation magnésienne à apporter :

Type de sol	Teneur du sol mesurée sur la parcelle (MgO échangeable en ppm ou mg/kg) (*)			
	moins de 40 ppm	de 40 à 60 ppm	de 60 à 80 ppm	plus de 80 ppm
Limons, limons argileux, argiles	80 kg/ha	60 kg/ha	pas d'apport	pas d'apport
Limons sableux, sables	60 kg/ha	40 kg/ha	pas d'apport 40 kg/ha si hiver pluvieux	pas d'apport
Craie, cranette, argilo-calcaire	80 kg/ha	60 kg/ha	40 kg/ha	pas d'apport

(*) l'analyse doit être récente (2 ans maximum, moins d'un an si sol filtrant ou superficiel)

Les conseils d'apport sont exprimés en kg/ha de MgO.

Période et formes d'apports

- La forme à privilégier est la forme sulfate de magnésie, à teneur comprise entre 16 et 25 % de MgO, qui peut être commercialisée sous le nom de «kiésérite» ou «magnésie technique».
- Les engrais potassiques peuvent apporter une fertilisation magnésienne rapidement disponible. Il en va de même pour les principaux effluents d'élevage.
- Les apports sous forme oxyde de magnésie ne présentent de l'intérêt que pour une fertilisation d'entretien en sol légèrement acide et ne sont pas conseillés en parcelle de betterave de pH supérieur à 7.
- En sols sableux, apporter de préférence l'engrais magnésien (sulfate) au printemps avant semis ou post-semis jusqu'au stade 4-6 feuilles. On peut l'apporter dès l'automne en sols de limon moyen ou argileux.
- Calculer la dose de produit commercial à apporter en fonction de sa teneur en magnésie (attention, ces teneurs varient suivant les engrais).

A noter

Quelle que soit la forme de l'élément dans l'engrais (sulfate de magnésie ou oxyde de magnésie), la teneur de l'engrais est toujours exprimée en unité MgO.

Fertilisation Manganèse



En sols calcaires à pH élevé ou en sols humifères peuvent apparaître des symptômes caractéristiques de la carence en manganèse : jaunissements des feuilles (voir photos) et coloration jaune orangé des radicelles.

A l'apparition de ces symptômes, une application de sulfate de manganèse suffit à corriger cette carence.

L'apport systématique en préventif n'est pas justifié.

Fertilisation Soufre



Betteraves carencées vert pâle



Tour de la parcelle non carencée : solution azotée soufrée

Des symptômes spécifiques de carence en soufre peuvent apparaître ponctuellement sur des parcelles ne recevant jamais d'apport de soufre et après des hivers et/ou printemps pluvieux. Ces symptômes ont surtout été observés en sols champenois.

Ces carences sont souvent fugaces et peuvent être le cas échéant corrigées en végétation.

Des apports systématiques ne sont pas justifiés avant betteraves, sauf présence remarquable sur la parcelle, lors des précédentes betteraves, de symptômes confirmés par l'analyse des feuilles.

Par ailleurs, l'apport de magnésium sous forme de sulfate constitue de fait un apport de soufre (100 kg de sulfate de magnésium à 25 % de MgO apportent 20 kg de S élémentaire).

Fertilisation Bore

La maladie du "cœur noir", symptôme de carence en Bore



Craquelures sur feuilles

Cœur noir et pétioles craquelés

Racine liégeuse

Conseils généraux

- La disponibilité du Bore pour la betterave dépend de nombreux facteurs : sol, teneur en Bore du sol, climat.
- La fertilisation en Bore est à ajuster selon les conditions climatiques de l'année.
- Les apports d'amendements basiques (chaulage) doivent être accompagnés d'une fertilisation boratée.
- A l'apparition de symptômes, la carence est déjà installée et peu maîtrisable par des applications curatives.

Périodes et formes d'apports du Bore

Les apports au sol doivent être réalisés avant préparation et semis.

Les apports en végétation sont à réaliser à environ 80 % de couverture, la deuxième fertilisation éventuelle est à réaliser 3 semaines à 1 mois après.

Les engrais de type *Solubor* ou *Foliarel* (tétraborates de sodium) sont adaptés aux 2 modes d'application (sol ou végétation).

Les engrais commercialisés pour pulvérisation foliaire sont tous à base de sels de Bore (tetra-, pentaborates). Ils présentent peu de différences entre eux quant à la disponibilité de l'élément Bore pour la plante. Par contre leur teneur en Bore élément est variable.

Quel que soit le produit utilisé, c'est la quantité de Bore élément apportée qui détermine la quantité de l'engrais à appliquer.

Préconisations pour la fertilisation Bore

L'analyse chimique est une référence indispensable pour établir une préconisation de dose. Cette analyse doit être récente (moins de 2 ans). Les préconisations ci-dessous indiquent à la fois des doses et des périodes d'apport. Les doses sont exprimées en quantité d'élément Bore, elles doivent être traduites en quantités d'engrais en fonction de la teneur de ceux-ci.

1 - le sol	2 - le ph	3 - la teneur du sol en Bore soluble (analyse récente)				
		moins de 0,2 ppm	de 0,2 à 0,3 ppm	de 0,3 à 0,4 ppm	de 0,4 à 0,5 ppm	plus de 0,5 ppm
Argile, limon argileux	supérieur à 7,5	sol 2 kg/ha + vég 0,5 kg/ha	vég : 2 x 0,5 kg/ha	vég 1 x 0,5 kg/ha (vég 2 x 0,5 kg/ha si stress hydrique)	pas d'apport (vég 0,5 kg/ha si stress hydrique)	pas d'apport
	inférieur à 7,5	sol 2 kg/ha (+ vég 0,5 kg/ha si stress hydrique)	sol 1 kg/ha (+ vég 0,5 kg/ha si stress hydrique) ou vég 2 x 0,5 kg/ha	pas d'apport (vég 0,5 kg/ha si stress hydrique)	pas d'apport	
Limon moyen	supérieur à 7,5	sol 1,5 kg/ha + vég 0,5 kg/ha ou vég 2 x 0,5 kg/ha	vég 1 x 0,5 kg/ha (+ vég 2 x 0,5 kg/ha si stress hydrique)	pas d'apport (vég 0,5 kg/ha si stress hydrique)	pas d'apport	pas d'apport
	inférieur à 7,5	sol 1,5 kg/ha + vég 0,5 kg/ha	vég 0,5 kg/ha			
Limons sableux	supérieur à 7,5	vég 2 x 0,5 kg/ha	vég 0,5 kg/ha	pas d'apport (vég 0,5 kg/ha si hiver ou printemps pluvieux)	pas d'apport	pas d'apport
	inférieur à 7,5	sol 1 kg/ha + vég 0,5 kg/ha ou vég 2 x 0,5 kg/ha	sol 1 kg/ha + vég 0,5 kg/ha			
Sols sableux		vég 2 x 0,5 kg/ha	vég 2 x 0,5 kg/ha	vég 2 x 0,5 kg/ha	vég 0,5 kg/ha	vég 0,5 kg/ha
Amendement calcaire très récent (tous types de sol)		sol 1 kg/ha + vég 2 x 0,5 kg/ha	vég 2 x 0,5 kg/ha	vég 2 x 0,5 kg/ha	vég 0,5 kg/ha	vég 0,5 kg/ha
Craie, cranettes		sol 1 kg/ha + vég 2 x 0,5 kg/ha	vég 2 x 0,5 kg/ha	vég 0,5 kg/ha	pas d'apport (vég 0,5 kg/ha si hiver ou printemps pluvieux)	pas d'apport

Légende :

"Sol" = Apport à réaliser au sol avec incorporation avant semis

"Vég" = Apport par application sur le feuillage, à 70 % de couverture (et deuxième apport éventuel décalé de 2 à 3 semaines).

Attention :

Les valeurs seuils des teneurs du sol en Bore soluble sont valables pour des analyses de terre obtenues par la méthode normalisée NFX31-122.

Cette méthode normalisée est appliquée par les laboratoires Galys, SAS Agro-Systèmes, laboratoire de la Chambre d'Agriculture du Loiret et laboratoire CAMA.



Le laboratoire LDAR (Laon) applique un mode opératoire différent pour lequel les conseils ci-dessus ne s'appliquent pas.

Apports organiques : Vinasses

Les vinasses de mélasses concentrées sont un co-produit normalisé (NFU 42-001). Leur utilisation permet un recyclage naturel des éléments fertilisants de la betterave.

Les vinasses constituent un fertilisant potassique de même efficacité qu'un engrais minéral. L'azote est valorisé indirectement via la culture intermédiaire en application d'automne, ou plus directement par la culture en application de printemps.

Conseils généraux

Les couverts végétaux assurent la valorisation de l'azote des apports de vinasses réalisés en été et début d'automne. Une mesure de reliquat à la parcelle et un calcul par la méthode du bilan garantissent le bon ajustement de la dose d'azote, pour la betterave qui suit.

On doit bien prendre en compte la contribution des vinasses dans la fertilisation potassique et azotée de la parcelle, en se référant à une analyse précise correspondant à la vinasse épandue.

Les quantités apportées ne doivent pas excéder 3.5 t/ha.

On déconseille d'apporter des vinasses en plus d'un autre produit organique riche en azote, effluent d'élevage ou autre.

Composition et valeur fertilisante (°)

Élément fertilisant	Teneur dans les vinasses concentrées (en %)	Quantités d'éléments fertilisants apportés par 3 t/ha de vinasses	Valeur fertilisante moyenne pour 3 t de vinasses épandues à l'automne	Valeur fertilisante moyenne pour 3 t de vinasses épandues au printemps
Potasse K₂O	5 à 6	150 à 180 kg/ha	150 à 180 kg/ha	
Azote N	1.5 à 2.5	45 à 75 kg/ha(**)	15 à 35 kg/ha (*)	40 à 60 kg/ha (**)
Phosphore P₂O₅	0.5 à 0.8	5 à 8 kg/ha	5 à 8 kg/ha	
Magnésie MgO	0.1 à 0.2	1 à 2 kg/ha	1 à 2 kg/ha	

(*) La composition des vinasses peut varier selon le site de production et l'année.

(*) Le chiffre additionne une contribution par restitution de l'azote piégé par le couvert, une contribution au reliquat d'azote minéral (sortie hiver) et une contribution directe par minéralisation au printemps.

(**) Contribution directe par minéralisation des vinasses au printemps.

Epandeur de vinasses concentrées à l'automne



Autres apports organiques

- Les fumiers de ferme : se référer au document «Fertiliser avec les engrais de ferme» 2001 ITAVI, ITCF, ITP.
- Les boues, composts, co-produits industriels : avoir en sa possession la composition du produit, en particulier la teneur en azote organique (N organique) et en carbone organique (C organique) ou le rapport C/N ainsi que les teneurs respectives en K₂O , P₂O₅ et MgO, et une évaluation de leur solubilité.

Conseils généraux

- Bien évaluer la quantité apportée
- Bien connaître la composition
- Eviter les apports multiples la même année sur la même parcelle : vinasses + fientes par exemple
- Intégrer les apports organiques dans tous les calculs de fertilisation



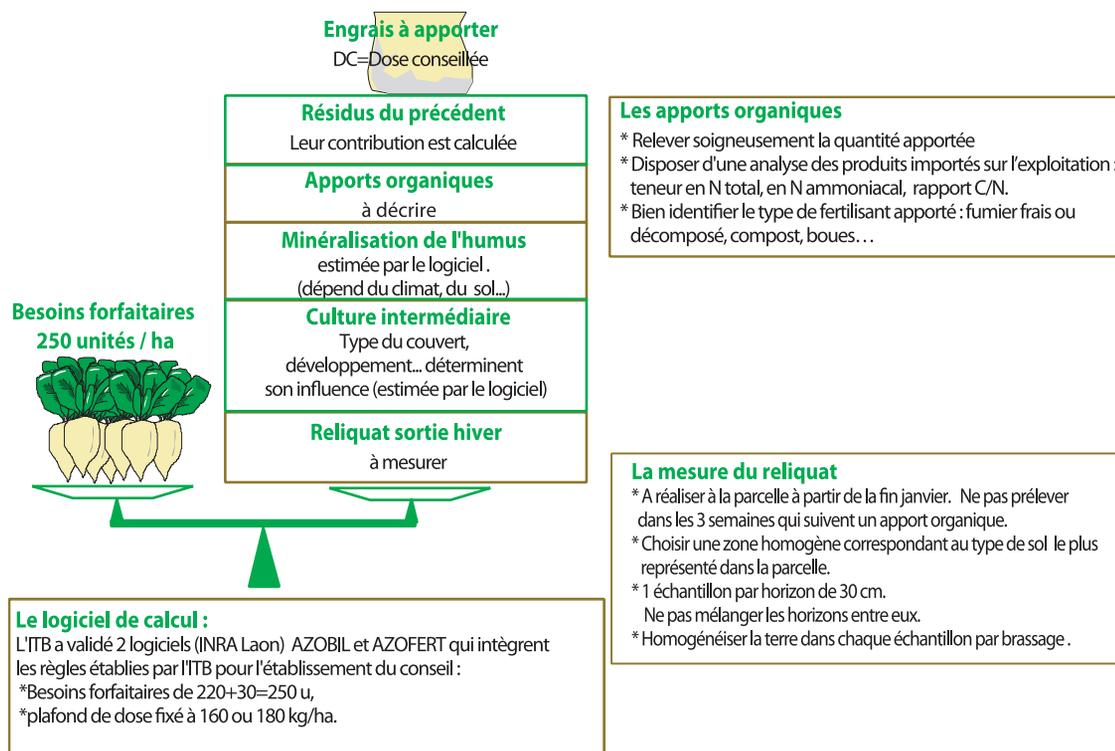
La contribution phosphatée, potassique et magnésienne des apports organiques

La contribution mesure la quantité d'élément disponible pour la betterave qui suit l'apport.

Produits	Doses	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)
Ecumes	15t/ha	120	15	90 à 110
Fumier bovin	20t/ha	45	170	40 à 50
	50t/ha	110	400	100 à 120
Lisier porcin	20 t ou m3/ha	80	120	25 à 35
	50 t ou m3/ha	200	300	60 à 75
Lisier bovin	20 t ou m3/ha	30	70	15 à 20
	50 t ou m3/ha	75	180	35 à 45
Fientes de volailles (85%MS)	2t/ha	55	40	15 à 20
	5t/ha	135	100	40 à 50

Ces valeurs sont des données moyennes, susceptibles de varier selon l'origine du produit.

Quelle quantité d'azote apporter sous forme minérale : la méthode du bilan

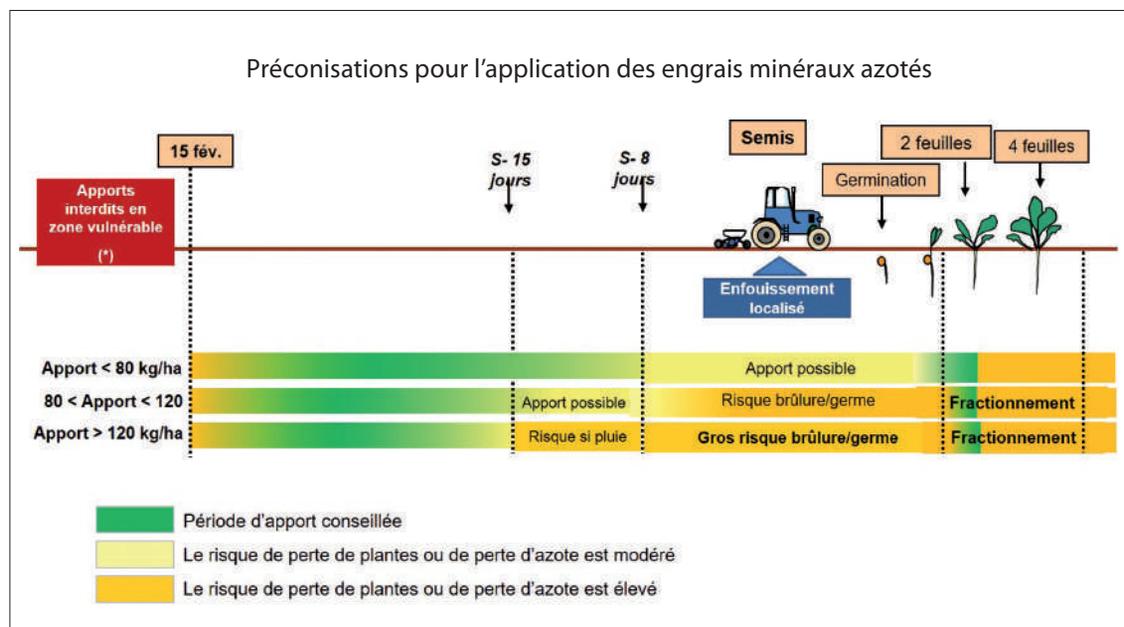


Règles générales pour le conseil de fertilisation azotée :

- La mesure du reliquat à la parcelle assure la qualité du calcul de dose par la méthode du bilan.
- Sauf sol superficiel limitant la profondeur d'enracinement à moins de 90 cm, le reliquat doit être établi sur cette profondeur, en trois horizons 0-30, 30-60 et 60-90 cm.
- Pour une grande parcelle, il est conseillé d'effectuer plusieurs mesures si la parcelle dépasse 10 ha. Il convient alors d'identifier des zones homogènes et de réaliser une mesure dans chacune de ces zones.
- Si le reliquat n'a pas été mesuré sur la parcelle, on peut se référer aux moyennes départementales établies par les laboratoires par situations.
- Attention, le recours aux moyennes dégrade fortement la précision du conseil.
- La fiche de renseignements qui accompagne le reliquat doit être remplie avec soin.

Modalités d'apport

- Réaliser l'apport avant travail de reprise ou préparation, en essayant de limiter le délai entre apport et passage d'outil. L'enfouissement de l'engrais réduit fortement la volatilisation ammoniacale.
- L'azote de l'engrais au contact de la graine peut brûler le germe. Les préconisations ci-dessous maintiennent un délai entre apport et semis pour les doses moyennes à élevées.
- Pour les apports après semis jusqu'au stade 6 feuilles, privilégier l'ammonitrate pour limiter la volatilisation ammoniacale.
- La technique d'enfouissement localisé est la plus appropriée pour mettre l'engrais à disposition des plantes avec une très bonne régularité de répartition.



* consulter les programmes d'actions nationaux, régionaux, et programmes des zones d'actions renforcées de la directive nitrates

Modalité de fractionnement :

En cas de dose conseillée supérieure à 80 kg/ha, si l'apport ne peut être réalisé avant préparations ou en localisé, il est possible de faire l'application en 2 apports : un premier apport de 80 kg/ha avant semis, en respectant le délai de 8 jours avant semis, et le deuxième apport à 2 feuilles pour compléter la dose totale.

Les apports fractionnés sont également recommandés en sols superficiels et/ou très filtrants.

Pour tout apport d'azote post-semis, une application sous forme ammonitrate est conseillée.



Remplir la fiche de renseignements AZOFERT

RENSEIGNEMENTS AGRONOMIQUES

Caractéristiques du sol (le type de sol intègre des données relatives au sous-sol)

>> Code type de sol de la parcelle (choisir dans la liste ci-dessous) :

DONNEES INDISPENSABLE : calcul du reliquat en kg/ha et conseil impossibles si non renseigné

Soils à dominante limoneuse	Soils à dominante argileuse	Soils à dominante sableuse	Soils avec présence de calcaire
LAP Limon argileux profond	ALP Argile limoneuse profonde	MSG Sableux sur grève	AC Argilo calcaire
LAS Limon argilo sableux	AP Argile profonde et argile lourde	MSK Sableux sur calcaire dur (bordure)	ACK Sol peu profond sur calcaire dur (bordure)
LMH Limon moyen hydromorphe	ASI Argile à silex	SAP Sable argileux profond	RGR Craie de Champagne
LMP Limon moyen profond	ASP Argile sableuse profonde	SLP Sable limoneux profond	GRA Cranette - craie sèche
LMS Limon moyen sableux profond	MAG Argileux sur grève	SP Sable	GRA Graveluche (Champagne)
LSA Limon sablo argileux		SC Sable calcaire	LCA Limon calcaire coloré (Champagne)
LSP Limon sableux profond			
CR6 Limon sur cranette à 60 cm			
CR6 Limon sur cranette à 90 cm			
LSI Limon à silex			

>> Teneurs de l'horizon superficiel en g/kg = %. Joindre copie de votre analyse ou référence de l'analyse

Teneur en argile vraie (avec décarbonation)	<input type="text"/>	%	Ph de l'horizon superficiel	<input type="text"/>	%
Teneur en sables	<input type="text"/>	%	Charge en cailloux	<input type="text"/>	%
Teneur en calcaire total (CaCO3)	<input type="text"/>	%	Profondeur de labour	<input type="text"/>	Cm
Carbone organique total	<input type="text"/>	%	Y a-t-il un obstacle à l'enracinement ?	<input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui, profondeur : <input type="text"/>	Cm
Azote total	<input type="text"/>	%			

Le renseignement du type de sol est indispensable, même si le détail de l'analyse est entièrement renseigné. Respecter les codes indiqués par le laboratoire.

Reporter ici les données d'analyse de sol en respectant les unités. En cas de doute joindre à la fiche une copie de l'analyse.

Lors de vos prochaines analyses de sol pensez à demander une analyse de teneur en azote total si vous ne l'avez pas.

On indiquera ici l'apparition éventuelle d'une pierrosité importante avant 90 cm de profondeur.

Non labour = travail superficiel et appliqué sur la parcelle depuis + de 5 ans. Ne cocher cette case que si ces 2 conditions sont remplies.

Historique culturel de la parcelle

Labour (occasionnel Ou permanent)	Habitudes d'apports organiques	Habitudes de cultures intermédiaires	Historique prairie (hors luzerne)
<input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui	0 <input type="checkbox"/> Pas de prairie
Devenir habituel des résidus	<i>Si oui :</i> Nature Fréquence	<i>Si oui :</i> Nature Fréquence	3 <input type="checkbox"/> Retournement depuis 3 ans ou + Sinon, retournement il y a :
1 <input type="checkbox"/> enlevés ou brûlés	2 <input type="checkbox"/> type lisiers, Vinasses, boues	2 <input type="checkbox"/> Crucifères	1 <input type="checkbox"/> 1 an ou moins
2 <input type="checkbox"/> enfouis 1 fois sur 2	3 <input type="checkbox"/> type fumiers, compost	3 <input type="checkbox"/> graminées	2 <input type="checkbox"/> 2 ans
3 <input type="checkbox"/> toujours enfouis		3 <input type="checkbox"/> 1 à 2 ans	Durée de la prairie
		<input type="checkbox"/> autres	1 <input type="checkbox"/> 2 à 3 ans
			3 <input type="checkbox"/> 7 à 10 ans
			2 <input type="checkbox"/> 4 à 6 ans
			4 <input type="checkbox"/> + de 10 ans

Indiquer ici la conduite habituelle de la parcelle. Ces paramètres interviennent pour ajuster le calcul de la minéralisation de l'humus.

Bien reporter les quantités de produits organiques épandues. Attention aux caractérisation des produits. La contribution d'un fumier décomposé est très différente de celle d'un fumier frais. Pour des effluents importés sur l'exploitation se procurer une analyse du produits : teneurs en carbone et azote organiques.

Nature du précédent culturel

Culture précédente : Date de récolte du précédent (à défaut, quinzaine) :

Rendement : Q/ha Devenir des résidus : enfouis enlevés ou brûlés laissés en surface

Fertilisation azotée : kg N/ha Dans ce cas, date de déchaumage ou d'incorporation :

Apports de produits organiques pour la culture à fertiliser

Apport Non Oui

Si oui, nombre de produit :

Fournir, si vous la possédez, Une copie de l'analyse par fiche De renseignement

Code Produit (voir liste)	Quantité (Tonnes ou m ³ /ha)	Date d'apport
Apport 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Apport 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Apport 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Code produits organiques :

FBD Fumier de bovin décomposé	FIV Fientes de volailles	BOPA Boudes de papeterie	CFPO Compost de fumier porcin
FBP Fumier de bovins pailleux	LPO Lisier de porcins	ECU Ecume de sucrerie	CU Compost urbain
FCH Fumier de chevaux	LB Lisier de bovins	VINA Vinasses de sucrerie	LOMB Lombricompost
FO Fumier d'ovins	LBD Lisier de bovins dilué	CDV Compost de déchets verts	EAUS Eaux de sucrerie
FPO Fumier de porcins	LV Lisier de volailles	CFB Compost de fumier bovin	EAUC Eaux de conserverie
FUCH Fumier de champignons	BUL Boudes liquides	CF Compost forestier	
FUV Fumier de volailles	BUD Boudes déshydratées	CFI Compost fientes de volailles	

Les différentes dates doivent être soigneusement renseignées car toutes conditionnent les calculs des modèles.

La date de destruction permet de calculer la part d'azote déjà libérée par les résidus du couvert et celle restant à minéraliser.

Culture intermédiaire précédant la culture à fertiliser

Présence Non Oui

Nature de la culture intermédiaire : Date d'implantation :

Rendement : En tonnes MS/ha Date de destruction :

(très faible 0.5 T ; faible 1 T ; moyen 2 T ; élevé 3 T) (chimique, broyage, mécanique ou par le gel)

La forme d'azote minéral est prise en compte dans l'estimation des pertes par lessivage et volatilisation.

Culture à fertiliser

Culture à fertiliser :

Date d'implantation de la culture* :

Date probable de récolte :

Type d'engrais majoritairement utilisé :

1 <input type="checkbox"/> Ammonitrate	5 <input type="checkbox"/> Ammonitrate anhydre
2 <input type="checkbox"/> Nitrate de chaux	6 <input type="checkbox"/> Phosphate d'ammoniaque
3 <input type="checkbox"/> Solution azotée	7 <input type="checkbox"/> Sulfate d'ammoniaque
4 <input type="checkbox"/> Urée	

Apport d'azote en localisé Non Oui

Irrigation Non Oui

quantité prévue : mm

Pour céréales, colza, Rendement prévisionnel : Q/ha

Mais, lin, tournesol : (moyenne des 5 dernières années)

Autre hypothèse de rendement Q/ha

>> si la culture à fertiliser est une céréale :

Variété	Stade végétatif	Population sortie hiver
1 <input type="checkbox"/> non levé	4 <input type="checkbox"/> 1 talle	1 <input type="checkbox"/> inférieure à 140 pieds/m ²
2 <input type="checkbox"/> 1 à 2 feuilles	5 <input type="checkbox"/> 2 talles	2 <input type="checkbox"/> de 141 à 180 pieds/m ²
3 <input type="checkbox"/> 3 feuilles	6 <input type="checkbox"/> 3 talles	3 <input type="checkbox"/> de 181 à 230 pieds/m ²
	7 <input type="checkbox"/> 4 talles et +	4 <input type="checkbox"/> de 231 à 270 pieds/m ²
		5 <input type="checkbox"/> de 271 à 320 pieds/m ²
		6 <input type="checkbox"/> supérieure à 321 pieds/m ²

>> si la culture à fertiliser est un colza :

Pour un apport localisé, le calcul conseille une dose ajustée qui ne devra pas être corrigée.

AZOFERT prend en compte l'irrigation, à la fois en quantité d'azote apportée par l'eau et par son effet sur la minéralisation.

Application recommandée : l'enfouissement localisé au semis

- Sécurise l'utilisation de l'azote par la plante en réduisant la volatilisation et en mettant l'engrais à proximité immédiate des racines.
- Permet une réduction de la dose (voir tableaux ci-dessous).
- Permet une bonne qualité de répartition, donc une régularité de développement en végétation.
- Evite les ornières de l'épandage avant semis.



Les apports localisés peuvent être réalisés avec des matériels adaptés sous forme liquide (solution azotée) ou solide (ammonitrate, urée).

Ajustement de doses pour une application localisée au semis

Le tableau, ci-dessous, permet de définir le pourcentage de la dose conseillée généralisée à appliquer, en cas d'enfouissement localisé au semis.

Ne pas réduire la dose conseillée si elle a été calculée avec Azofert® (mode d'apport déjà pris en compte).

Ces réductions de doses ne s'appliquent que si la dose conseillée est supérieure à 80 unités/ha.

1 - Caractéristiques culturales	2 - Type de sol		
	Limons, limons sableux, limons argileux	Sols de craie, cranettes	Sols argileux, sols argilo-calcaires
Tous précédents, avec apports de fumier, lisiers, vinasses	80 % de la dose conseillée	80 %	80 %
Précédents légumineuses (pois, luzerne...)	80 %	80 %	90 %
Précédents céréale sans apport organique	85 %	85 %	90 %
Parcelles irriguées	75 %	80 %	80 %

Remarque : en application localisée, la dose apportée ne doit pas dépasser 140 kg/ha.

Temps de retour sur investissement

Equipement du semoir	12 rangs liquide avec installation, cuves et pompe à membrane + régulation Dpae enfouisseurs		12 rangs engrais solide avec installation, trémies + socs enfouisseurs		12 rangs engrais liquide, achats éléments séparés et installation personnelle		6 rangs engrais liquide avec installation, pompe et régulation, enfouisseurs		6 rangs engrais solide avec installation, trémie, enfouisseurs		
	coût d'équipement	Valeur basse	Valeur haute	Valeur basse	Valeur haute	Valeur basse	Valeur haute	Valeur basse	Valeur haute	Valeur basse	Valeur haute
		12 000 €	20 000 €	5 000 €	13 000 €	3 000 €	6 000 €	7 000 €	10 000 €	2 500 €	4 000 €
15 ha		13 ans	22 ans	5 ans	14 ans	4 ans	7 ans	8 ans	12 ans	3 ans	5 ans
30 ha		7 ans	11 ans	3 ans	7 ans	2 ans	4 ans	4 ans	6 ans	2 ans	2 ans
50 ha		4 ans	7 ans	2 ans	4 ans	1 an	2 ans	-	-	-	-

Dans le tableau ci-dessus, les temps de retour sur investissement pour l'acquisition d'un équipement de fertilisation azotée localisée sur semoir ont été calculés sur base des hypothèses suivantes : économie d'azote évaluée à 15 kg/ha, prix de l'unité d'azote de 0.6 € (solution) et 0.9 € (ammonitrate), gain de rendement de 2 % et prix de la tonne à 16 de 24.3 €.

Cinq règles d'or pour optimiser le travail du sol :

- 1 - Améliorer la structure à long terme.
- 2 - Penser à l'implantation des betteraves dès la récolte du précédent.
- 3 - Déchaumer : une étape importante après la moisson.
- 4 - Raisonner le positionnement du labour.
- 5 - Adapter aux conditions de l'année les passages de reprise et de préparation superficielle.

Améliorer la structure à long terme : une bonne structure facilite l'implantation

- Être attentif au bilan humique : la stabilité structurale est liée à la teneur en matière organique. L'objectif est une teneur d'au moins 1,8 à 2 % de matière organique en sol de limon battant.
- Planter régulièrement des couverts en interculture longue. Ils évitent la reprise en masse et apportent des matières organiques fraîches.
- Ne pas négliger le chaulage : il améliore la circulation de l'eau et le ressuyage.

Penser à l'implantation des betteraves dès la récolte du précédent

- Bien répartir les pailles offrira de meilleures conditions d'implantation de la betterave.
- Si les pailles ne sont pas enlevées, elles doivent être bien réparties dès la moisson : éparpilleur efficace sur moissonneuse, coupe haute suivie d'un rebroyage.
- La qualité de répartition et la finesse de broyage des pailles seront particulièrement importantes en sol argileux avec préparation d'automne et en conduite sans labour.
- Dans les parcelles affectées par des baisses de rendements dues au nématode à kystes, penser à planter un couvert de crucifère anti-nématode le plus tôt possible après moisson.

Déchaumer : une étape importante après la moisson

Déchaumer favorise la décomposition des résidus de récolte, lutte contre le salissement et perturbe les parasites présents.

- L'incorporation superficielle des résidus est nécessaire à leur décomposition.
- Effectuer au moins un déchaumage dès la fin de la moisson, avant la fin de l'été : un premier passage de déchaumage trop tardif, en fin d'automne ou en hiver, retarde la décomposition des résidus et peut entraîner une faim d'azote sur les betteraves.
- Pratiquer des faux semis est utile dans des parcelles présentant un risque de salissement (repousses de colza, graminées résistantes...) ou une forte pression de betteraves adventices. On réalisera plusieurs déchaumages superficiels, espacés de 3 semaines, entre la récolte du précédent et la mi-septembre. Cette pratique est contraignante vis-à-vis du semis d'un couvert.
- Un déchaumage trop motteux (chisel, canadien) est défavorable au semis d'un couvert. C'est aussi le cas d'un travail trop profond (plus de 10 cm).



Le labour : son positionnement doit être raisonné

Bien positionner la période de labour en fonction du type de sol, c'est obtenir une structure favorable qui facilitera les préparations avant semis.

- En sols argileux (teneur en argile supérieure à 30 %), priorité aux préparations d'automne : le labour sera réalisé dès la fin d'été (voir description de l'itinéraire plus loin, dans "itinéraires spécifiques").
- En limons argileux, sols argilo-calcaires, limons moyens (teneur en argile de 14 % à 18 %), le labour sera réalisé à l'automne. Un labour dressé favorisera l'écoulement de l'eau et la pénétration du gel.
- En sols fragiles, limons fins (taux d'argile inférieur à 12 %), sols de craie, labourer de préférence en fin d'hiver ou avant semis (labour de printemps).
- Choix de ne pas labourer : voir encadré ci-dessous.



Implantations sans labour : règles générales

En sols de limons argileux, argiles, argilo-calcaires :

- Réaliser un ameublissement profond (20 cm environ) en fin d'été.
- L'itinéraire doit éviter la présence trop importante de résidus à la surface lors du semis :
 - les pailles devront être bien réparties à la moisson, éventuellement broyées,
 - éviter un développement important des couverts,
 - détruire les couverts suffisamment tôt (avant l'hiver).
- Préparer superficiellement avant semis, sauf bonne évolution de la structure superficielle en hiver.

En sols de limon, sol de craie, cranette :

- Un ameublissement profond (20 cm environ) est fortement recommandé avant betteraves. Il sera réalisé à l'automne avant implantation d'un couvert, éventuellement au printemps dans les sols à faible stabilité structurale.
- Le travail du sol doit maintenir les résidus (pailles et résidus de couvert) en surface ou dans l'horizon superficiel. Réaliser un déchaumage superficiel. Choisir un outil ameublisseur qui ne mélange pas les horizons.
- Les résidus en surface présenteront une protection mécanique contre la battance s'ils couvrent au minimum 30 % de la surface.
- L'absence d'enfouissement profond des résidus augmentera progressivement la teneur en matière organique des premiers centimètres et donc améliorera la stabilité structurale. Pour bénéficier d'un effet cumulatif à moyen terme éviter l'alternance labour/non labour.
- Toujours réaliser un travail de préparation avant semis.

La préparation superficielle avant semis

Les objectifs de la préparation superficielle avant semis

La préparation du sol doit répondre à plusieurs objectifs distincts et complémentaires :

- 1 - Obtenir une surface régulière et plane avant le passage du semoir.
- 2 - Réaliser une structure favorable à la germination et à la levée (chaleur et humidité) et aussi favorable au début d'enracinement (base de préparation affinée, mais ferme).
- 3 - Contribuer aussi à maintenir la parcelle propre avant semis et à perturber les éventuels parasites en attente.

Choix de la préparation selon la situation en sortie d'hiver

Conseils généraux : c'est l'état du labour à la sortie de l'hiver qui dicte la préparation :

- Pas d'intervention sans observation de l'état de surface et de l'humidité du sol.
- Pas de schéma trop systématique. Le climat de l'année doit être pris en compte.
- Adapter le délai préparation - semis selon le climat présent et à venir : attention aux vents desséchants.

Labour mal hiverné : éviter une reprise trop précoce (risque de marquage de roues)

- Privilégier le travail de pièces " agressives " : rouleau barres plates, dents et lames niveleuses, surtout en sols à tendance argileuse.
- Un outil à dents ou rouleau barres, porté à l'avant du tracteur, peut aider à réduire la taille des mottes et écrêter le labour. L'équipement avant aura un effet d'écrasement des mottes dans l'inter-roues du tracteur.
- Attention à adapter le nombre de passages à la situation : un seul passage risque d'être insuffisant pour bien affermir la structure avant de semer. La mise en terre sera perturbée si le sol est trop motteux (mauvais positionnement, manque de contact terre - graine, risque de bouchage du soc).
- Des croskillettes arrière compléteront le nivellement et la réduction des mottes.

Si le sol est de nature argileuse, envisager de passer à une préparation d'automne.



Labour battu

- Le ressuyage peut être lent : il faudra attendre une période de temps sec sans précipiter la première intervention. Une reprise précoce risque de provoquer des lissages. Attention à l'utilisation de dents courbes ou " pattes d'oie".
- Si une reprise pour réchauffer le sol est nécessaire, le tracteur sera équipé pour maximiser la surface de répartition de son poids.
- Il sera inutile de chercher à travailler en profondeur. Ne pas dépasser 6 à 7 cm, en favorisant la formation de petites mottes par les dents droites de l'outil.
- On veillera à ne pas trop affiner, donc à éviter les pièces trop agressives ou une trop grande vitesse de travail.

Si le sol est un limon fin ou limon sableux, envisager de retarder la période de labour.



Labour bien hiverné : un passage de reprise précoce est inutile

- En sol de limon ou limon calcaire, il y a risque d'affinement exagéré.
- Les équipements de type rouleau-barres ou spires seront à privilégier pour affiner en maintenant une bonne fermeté interne de l'horizon préparé.
- Attention, même si la structure est favorable, on doit rester patient et attendre un bon ressuyage avant d'intervenir.
- Adapter le nombre de passages : 2 passages peuvent être nécessaires si la structure est soufflée après le premier et doit être rappuyée.

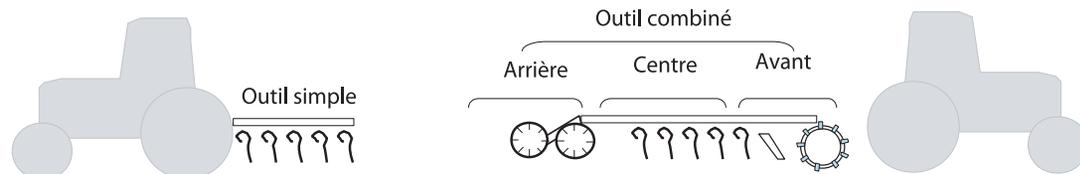


Équipements pneumatiques pour la préparation

- Obtenir, dans la mesure du possible, un roulage uniforme sur l'ensemble de la zone travaillée, grâce à des équipements de jumelage ou pneus larges, pouvant être complétés par des équipements (tasse-avant).
- Adapter la pression de gonflage (surtout avec un outil semi porté facilitant le transport sur route).
- Éviter toute surcharge non justifiée sur le tracteur. Retirer les masses à l'avant inutiles.



Types d'outil de préparation



Pièce	Nom	Position dans outil combiné	Action	Utile sur	Type de sol	Remarque
	Rouleau à barres plates	AV	Écrêtage de labour, réduction des blocs et des grosses mottes	Labour motteux	Limons moyens ou argileux bien ressuyés	Risque d'affinement excessif en sol battant
	Barre niveleuse	AV	Écrêtage et nivellement	Labour motteux, mottes dures	Tous sols	Complète l'action d'un rouleau avant
	Dent vibrante	AV-Centre	✗ Écrêtage (AV)	AV sur labour motteux, cahoteux	Tous sols mais à privilégier en sols à tendance argileuse	Dents droites à privilégier Des dents nombreuses et rapprochées auront un fort effet d'affinement.
	Rouleau à barres rondes	AV - AR	Nivellement	Labour motteux non durci, ou sols soufflés	Sols battants, sols de craie	Bon maintien de la profondeur de travail de l'outil
	Spires	AV AR	Nivellement et rappuyage	Labour un peu motteux, pas trop cahoteux	Tous sols non caillouteux	Rappui la base de préparation
	Roto herse	AR	Réduction de mottes et tri mottes / terre fine	Petites mottes✗	Tous sols non caillouteux ressuyés	Pas d'action de rappui
	Crosskillettes	AR	Écrasement des mottes, nivellement	Sols motteux	Tous sols non argileux	Attention à l'excès d'affinement en sols battants

Un équipement sur relevage avant (dents droites ou rouleaux barre) peut améliorer le nivellement du sol. Les herse rotatives seront utilisées sur labour durci et grossier ou en préparation d'automne des sols argileux.

Itinéraire spécifique n°1 : les préparations d'automne

Les préparations d'automne sont conseillées dans les sols de texture argileuse ou argilo-calcaire.

- A réserver aux parcelles de teneur en argile supérieure à 30%.
- Cette préparation peut être appliquée en sol moins argileux, mais le résultat sera dépendant de l'hiver et pourra nécessiter une reprise de printemps.
- Le déchaumage doit être soigné. Une bonne répartition des pailles, complétée éventuellement par un broyage, donnera le meilleur résultat.
- La préparation à l'automne peut rester relativement grossière, avec des mottes de plus de 10 cm. Par contre, après cette préparation, la surface du sol doit être plane.
- Le semis ne nécessite pas d'équipement particulier si une préparation superficielle le précède ou si le tracteur semeur est équipé d'un rouleau avant. Dans les autres cas, un semoir à disque sera préférable.
- En cas de parcelle salie, réaliser un passage de glyphosate avant semis.



Déchaumage (plusieurs passages sont conseillés).

Labour dès la fin d'été.

Préparation superficielle en début d'automne, avec une herse rotative ou un vibroculteur.

L'alternance gel-dégel en hiver affine naturellement la structure superficielle. Un passage complémentaire peut être envisagé en hiver sur sol gelé.

On peut semer directement ou après préparation très superficielle.

Itinéraire spécifique n°2 : implanter ses betteraves en Strip Till

En implantation sans labour, une technique consiste à utiliser un outil de Strip Till, qui localise le travail du sol profond sur le futur rang de betteraves. Deux types de conduites sont possibles, selon le type de sol.

- En sols de limons argileux, argiles, argilo-calcaires :

Privilégier un passage à l'automne dans le couvert. L'objectif est de former une butte qui sera soumise à l'action du climat. Si possible, reprendre au printemps sans la dent de travail pour affiner et rappuyer avec pour objectif d'améliorer la qualité du lit de semence et la levée.

- En sols de limon, sol de craie, cranette :

En terres plus légères, privilégier un passage au printemps juste avant le semis, en laissant ressuyer le sol, ce qui favorisera son réchauffement. En terres très séchantes, on peut utiliser l'outil en combiné avec le semoir.



Passage d'un outil Strip Till



Les résidus dans l'inter-rang limitent l'érosion et la battance

Dans quels cas faut-il ressemer ?

La décision de ressemer doit prendre en compte 2 critères :

- La perte de rendement liée à la perte de plantes
- La perte de rendement liée au décalage de semis

Le ressement est conditionné par la rapidité du diagnostic au champ :

- à 30 000 plantes/ha, le ressement est justifié s'il est réalisé dans les 35 jours qui suivent la date du 1^{er} semis.
- à 40 000 plantes/ha, un ressement est justifié s'il est réalisé dans les 30 jours qui suivent la date du 1^{er} semis.
- à 50 000 plantes/ha, un ressement n'a pas d'intérêt économique.

Réglage de la densité de semis

• Entraînement mécanique :

Modification de l'espacement entre graines grâce à la boîte de vitesse de semis. Le réglage de la densité de semis permet de positionner le bon nombre de graines par hectare. Il doit se faire à l'aide des abaques des constructeurs afin de choisir les bons rapports de boîte de vitesse et ainsi obtenir la population souhaitée. Un contrôleur de semis peut aider à la surveillance du semis rang par rang : quantité de graines par hectare, présence ou absence de graines, bouchage, problèmes éventuels...

• Entraînement hydraulique :

La boîte de vitesse est remplacée par un moteur hydraulique. Le réglage de la densité de semis se fait en cabine. Un contrôleur de semis peut aider à la surveillance du semis rang par rang : quantité de graines par hectare, présence ou absence de graines, bouchage, problèmes éventuels...

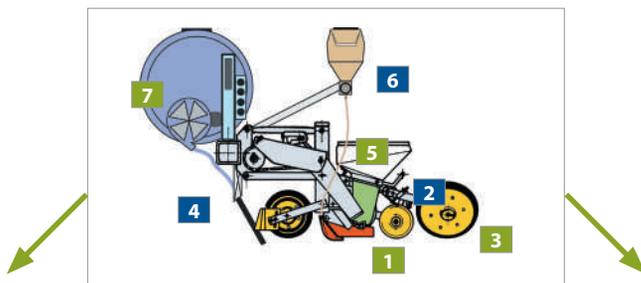
• Entraînement électrique :

Un entraînement électrique de chaque ligne de semis permet facilement en cabine de choisir sa densité de semis rang par rang. La distance entre graines est réglable en continu à partir du terminal en cabine. L'entraînement électrique permet des fonctions supplémentaires comme le débrayage et la modulation de dose rang par rang ou la coupure des rangs par GPS.

Lorsque la densité de semis est choisie, il est nécessaire de trouver les bons réglages de semis en particulier la profondeur afin d'obtenir une bonne levée des graines.



Entretien et contrôle du semoir



1 - SOCS

- **Vérifier l'usure** de chacun des socs en comparant avec un soc neuf conservé à cette fin.

2 - ÉLÉMENTS DISTRIBUTEURS

- **Numéroté** les éléments, les boîtiers et les disques.
- **Etat** de disques : vérifier l'usure des alvéoles sur les semoirs mécaniques ainsi que les jeux entre disques et boîtiers selon les instructions du constructeur. Vérifier la planéité des disques des semoirs pneumatiques et l'absence de rayures.
- **Boîtiers** : vérifier l'usure à l'endroit où les graines sont en contact. Attention au jeu dans les axes.
- **Sélecteurs et éjecteurs** : ils sont primordiaux pour la qualité de la distribution. Évaluer leur usure en comparant avec une pièce neuve conservée à cet effet.
- **Trappes de vidange** : vérifier leur fonctionnement et le verrouillage.
- **Dispositifs électriques et électroniques** : vérifier que l'alimentation en courant est suffisante et constante. Contrôler les connexions (oxydation). Faire un test suivant les recommandations du constructeur.

3 - ORGANES DE PLOMBAGE ET DE RECOUVREMENT

- **Alignement** par rapport aux socs, vérifier les bagues et les axes.
- **Roues** plombeuses arrières en "V", vérifier leur écartement (à adapter au réglage de profondeur).
- **Vérifier** l'usure des bandages et grattoirs.

4 - ASPIRATION (semoirs pneumatiques)

- **Turbine** : usure et tension des courroies, roulements (pas de bruit suspect en fonctionnement). Penser à la sécurité : vérifier que les protections de cardan sont en place et en état.
- **Gaines** : étanchéité (en particulier aux endroits où elles touchent le métal) et raccords.
- **Planéité des disques** de distribution et usure des joints.

5 - CHASSIS

- **Entretien général** : nettoyage, graissage léger (éviter les excès sur les pièces en mouvement où la poussière va se coller et jouer le rôle d'un abrasif).
- **Pneumatiques** : contrôler usure, pression (si elle est trop faible, l'écart entre l'espacement réel entre graines et celui donné par les abaques du constructeur s'accroît).
- **Repliage** : vérifier le bon fonctionnement du dépliage / repliage du châssis et des traceurs.
- **Vrillage des éléments** : semoir levé, regarder chaque élément depuis l'arrière et vérifier que roue de jauge, soc, roulette étroite, roue(s) de recouvrement sont parfaitement alignés sinon la mise en terre sera défectueuse. Attention aux demi-tours en bout de champ.
- **Jeu latéral des éléments** : usure des bagues et/ou roulements.
- **Entraînement** : état des chaînes, pignons, tendeurs et/ou cardans.

6 - MICROGRANULATEURS

- **Nettoyage général**. Attention : certains types nécessitent une distribution spéciale pour appliquer des granulés antilimaces. Vérifier la correspondance avec l'utilisation prévue (rotor, entraînement).
- **Vérifier l'entraînement** du jeu de pignons, l'état des tuyaux de transport et/ou des descentes, l'absence d'obstruction.

7 - DISPOSITIF DE LOCALISATION D'AZOTE

- **Cuve(s)/trémies** : propreté, absence de corps étrangers.
- **Distribution** : propreté, état général, corrosion, état de l'entraînement, présence des jeux de pignons.
- **Pompe péristaltique** : état des tuyaux et galets presseurs. Si remplacement de tuyaux, prévoir un étalonnage.
- **Tuyaux, descentes** :
 - Engrais solide : état des tuyaux, absence d'obstruction.
 - Engrais liquide : étanchéité, joints, raccords, colliers. Présence et propreté des filtres.
- **Mise en terre** : état, écartement par rapport aux lignes de semis (7 cm).

Pour un semis de qualité

1/ Proscrire les semis de mélanges de variétés

- Semer le même lot de la même variété dans tous les éléments du semoir (même vitesse de levée, même émergence, même port foliaire). Il est plus facile de travailler avec des betteraves homogènes, protection de la culture, récolte...
- Conserver les étiquettes des lots utilisés.

2/ Raisonner sa date de semis

- Bonnes conditions de ressuyage et de préparation du sol.
- Absence de pluies annoncées dans les 3 jours qui suivent les semis, surtout dans les sols sensibles à la battance.
- Prise en compte du risque de montée à graine en fonction de la situation géographique et de la sensibilité variétale.

Dans tous les cas, il est conseillé de ne pas semer avant le 10 mars pour minimiser ce risque.

3/ Contrôler l'espacement entre graines

- Entre 17 et 17.5 cm pour un écartement de 50 cm
- Entre 19 et 19.5 cm pour un écartement de 45 cm

4/ Optimiser la profondeur de semis

- Positionner les graines pour qu'elles trouvent l'humidité nécessaire à leur germination.
- Les recouvrir de 2 à 2,5 cm de terre fine.

5/ Vitesse de semis

- Entre 5 et 7 km/h pour les semoirs pneumatiques.
- Entre 7 et 9 km/h pour les semoirs mécaniques (jusqu'à 12 km/h pour les semoirs mécaniques équipés de ressorts de pression et dans de bonnes conditions de préparation de sol).

Profondeur de semis

NE PAS :

- Semer à une profondeur trop faible dans une zone de terre sèche ou qui va rapidement s'assécher.
- Semer à une profondeur trop faible qui favorise les attaques de mulots.
- Recouvrir les graines de plus de 2,5 cm de terre.
- Avoir un lit de semence irrégulier.
- Ramener une hauteur irrégulière de terre au-dessus des graines. Ceci peut être dû à l'emploi de griffes ou de barres de recouvrement dont l'emploi est alors à éviter.
- Manquer de terre fine pour recouvrir correctement les graines. Ceci peut se produire en Technique Culturelle Simplifiée.

IL FAUT :

- Contrôler le positionnement des graines après avoir semé une dizaine de mètres.

Comment contrôler le positionnement des graines ?

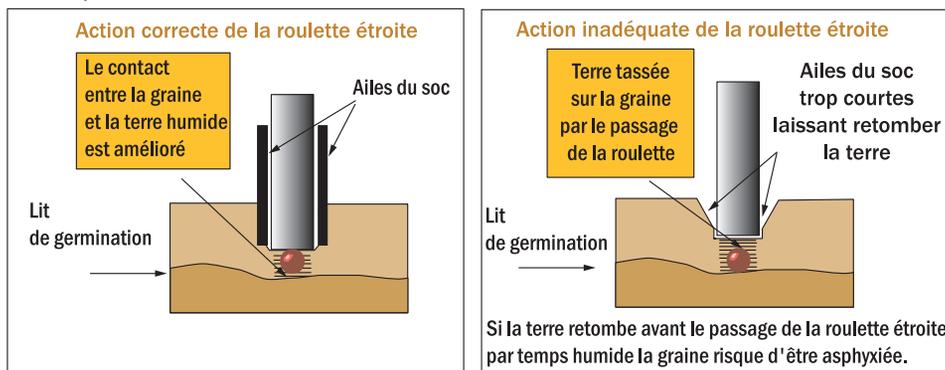
1 - Observer la position des graines	2 - Évaluer la hauteur de terre au-dessus de la graine (elle doit être régulière)		
	Moins de 1,5 cm	2 à 2,5 cm	Plus de 3 cm
Si les graines sont positionnées dans la terre humide.	Augmenter la profondeur de semis si risque d'attaques de mulots et/ ou si risque de dessèchement rapide du profil.	Bon réglage.	Semis profond : essayer de diminuer la profondeur tout en conservant les graines dans la zone humide. Contrôler à nouveau.
Si les graines sont positionnées dans la terre sèche.	Augmenter la profondeur de semis .	Vérifier la profondeur du lit de germination : s'il est un peu plus profond ajuster le réglage. On peut choisir de positionner les graines au niveau du lit de germination tout en décapant une fine bande de terre avec les chasse-mottes afin de ne pas avoir trop de hauteur de terre au-dessus des graines.	Décaper une fine bande de terre avec les chasse-mottes. Ne pas modifier la profondeur de semis. La préparation est-elle adaptée ?

A quoi servent les éléments de plombage et de recouvrement ?

Roulette étroite = plombage de la graine

Elle sert à appuyer sur les graines pour favoriser le contact avec la terre humide.

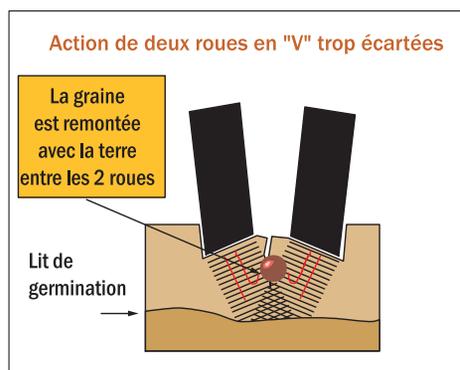
- Recommandée dans les conditions normales à sèches.
- Elle ne doit pas tasser de terre au dessus des graines.
- Elle peut perturber le semis en conditions humides : les graines qui collent au bandage sont remontées en surface ou déplacées. Dans ce cas relever la roulette, elle est inutile.



Roue de recouvrement = fermeture du sillon

Servent à ramener une quantité régulière de terre au-dessus des graines.

Permettent le plombage s'il n'y a pas de roulettes étroites.



A éviter :

- Roues en "V" trop écartées qui vont décoller les graines du lit de germination.
- Roues de recouvrement décentrées (écartement des roues en "V" dissymétrique, jeu excessif) qui vont travailler à côté du sillon.
- En préparation classique, éviter les griffes et barres de recouvrement qui ramènent de la terre au-dessus du sillon d'une manière irrégulière, compromettant l'homogénéité de la levée.

Conseils généraux

En cours de semis :

- Respecter une vitesse régulière.
- Contrôler l'espacement moyen entre graines. Calculer de préférence un espacement moyen sur plusieurs graines successives. Soulever sur quelques mètres les roues de recouvrement permet d'éviter de passer beaucoup de temps à découvrir les graines.
- Contrôler la profondeur de semis et l'adapter aux conditions. Tous les éléments ne doivent pas forcément être réglés à l'identique (par exemple derrière des pneumatiques larges).
- Semoirs pneumatiques : vérifier le réglage des sélecteurs (manques, doubles).

- Semoirs mécaniques : contrôler régulièrement et démonter les disques pour éliminer les graines difformes ou cassées et limiter ainsi le risque de bouchage d'alvéoles.
- S'assurer périodiquement du débit des éléments de semis, des microgranulateurs et des éléments de fertilisation localisée.

Après le semis :

Chaque jour remiser le semoir à l'abri et vidanger l'ensemble des trémies pour éviter qu'enrobages et microgranulés ne s'humidifient pendant la nuit.

Comment bien gérer les bioagresseurs de la betterave ?

Améliorer la gestion des bioagresseurs est un levier majeur pour optimiser le potentiel de rendement et réduire la dépendance aux intrants phytosanitaires. Une bonne gestion requiert une bonne connaissance des bioagresseurs et passe nécessairement par la surveillance des parcelles et l'identification du risque local. La lutte consiste en une combinaison réfléchie des différentes méthodes disponibles (variétale, agronomique, chimique), qui doivent s'envisager sur des échelles de temps différentes.

Les outils à disposition

➔ **Pour diagnostiquer et gérer les bioagresseurs :**
Le Guide BetaGIA, en ligne sur le site de l'ITB dans la rubrique Publications :
<http://www.itbfr.org/category/publications/guide-betaGia/>

BetaGIA, permet d'identifier tous les bioagresseurs actuels de la betterave (ravageurs, maladies et plante parasite) en détaillant leur cycle de vie et les moyens de les gérer.

BetaGIA propose notamment :

- Une clé de détermination simplifiée qui permet à partir des symptômes de diagnostiquer facilement un bioagresseur ;
- Une fiche synthétique décrivant les facteurs impactant la présence du bioagresseur dans la parcelle et les méthodes de lutte ;
- Un outil de reconnaissance visuel ;
- Des informations sur les auxiliaires ;
- Un outil de gestion intégrée qui permet de hiérarchiser les risques et d'adapter les pratiques à l'état sanitaire spécifique à chaque parcelle.

Compte tenu des différences régionales, cinq versions ont été éditées et sont disponibles sur le site internet de l'ITB. Chaque édition comporte un focus sur les spécificités régionales réalisé par les experts ITB de votre région.



➔ **Pour connaître l'état sanitaire de votre région chaque semaine**
Les Notes d'information en ligne sur le site de l'ITB dans la rubrique Publications :
<http://www.itbfr.org/notes-dinformations/>

Chaque semaine pendant la période culturale, l'ITB réalise une analyse de l'état sanitaire des parcelles betteravières à partir des observations réalisées sur le terrain dans le cadre de la Surveillance Biologique du Territoire (SBT) ou effectuées par les experts régionaux. Cette analyse de risque est diffusée dans le Bulletin de Santé du Végétal (BSV) de la région concernée et complétée par des conseils dans les notes d'informations régionales de l'ITB.

➔ **Pour déterminer les ravageurs et leurs symptômes**
DIAGBET, en ligne sur le site de l'ITB dans la rubrique Outils
 ou via l'application sur Playstore et IOS :
 - DIAGBET ravageurs et maladies
 - DIAGBET adventices

Mise en œuvre des traitements

Choix des produits

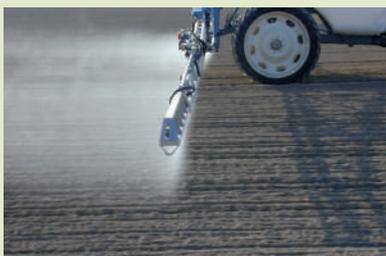
Choisir les produits référencés par l'ITB. Les doses indiquées sont des doses à l'hectare. Pour éviter les confusions, assurer un bon rangement du local de stockage des produits.

Volume de bouillie

- Un volume de 80 à 150 l/ha assure une bonne qualité de désherbage.
- Pour les insecticides ou les fongicides, un volume plus élevé est recommandé : 150 l/ha minimum à ajuster en fonction du développement du feuillage.
- Des traitements à volumes réduits, inférieurs à 80 l/ha sont possibles, mais ils demandent une grande technicité : entretien du pulvérisateur, choix des buses, de la pression, des conditions d'application.

Conditions de traitement

- Traitements de printemps : traiter le matin avec bonne hygrométrie (au moins 60 % d'humidité), absence de vent.
- Traitements d'été : éviter les traitements par forte chaleur, sur feuillage flétri.



Buses

La buse est l'élément essentiel du pulvérisateur. Le choix du type de buse, de son diamètre et son entretien vont influencer fortement sur la qualité de la pulvérisation.

- Utiliser soit des buses à fente, soit, pour limiter la dérive, des buses à pastille de calibrage.
- Les buses à injection d'air sont à réserver aux situations plus exposées au phénomène de dérive. Dans ce cas, le volume d'eau sera au minimum de 150 l/ha pour obtenir un nombre d'impacts minimum, garantie d'une bonne efficacité des herbicides de contact.

L'entretien et la surveillance de l'état des buses conditionnent pour une part importante la réussite ou non des traitements.

Ne pas hésiter à changer une buse qui présente une irrégularité de pulvérisation.

Pulvérisateur

Le maintenir en bon état (révision annuelle, contrôle de la qualité de pulvérisation). En particulier vérifier régulièrement l'état des filtres depuis la pompe d'aspiration jusqu'aux buses.

Contrôle de la pulvérisation

L'utilisation de papier hydrosensible permet de visualiser la qualité de la pulvérisation, nombre d'impacts, taille, régularité... Ces points sont primordiaux pour la réussite notamment des traitements herbicides.

Passages du pulvérisateur

- Pulvériser en suivant les rangs et préférer les roues larges (pour ne pas pénaliser la qualité de la récolte).
- Il est possible de prévoir des rangs non semés (évite le jalonnage, économie de semence).



Nettoyage

Nettoyer et rincer le pulvérisateur avec les produits adaptés dès la fin de la pulvérisation. Apporter un soin tout particulier au nettoyage des filtres et de l'incorporeur en particulier après un désherbage sur une autre culture.

Les produits conseillés dans les pages suivantes correspondent aux produits homologués à la date de rédaction de ce guide. Il convient de vérifier leur statut avant chaque campagne. Une lecture attentive de l'étiquette est indispensable avant chaque utilisation, en particulier pour les DAR éventuels, les ZNT ainsi que d'autres renseignements tels que le nombre maximal d'applications par an.

Réglementation*

A l'exploitation

- Disposer d'un local fermé à clé, ventilé pour stocker les produits phytosanitaires.
- Lors de la préparation des bouillies : éviter tout débordement de la cuve et tout risque de retour vers le circuit d'alimentation.
- Rincer les emballages vides, les stocker dans un endroit spécifique et les éliminer par les circuits appropriés (ADIVALOR).

Au champ

- Laisser près des points d'eau et des cours d'eau une Zone Non Traitée (ZNT) de 5 m minimum ou plus selon les indications mentionnées sur l'étiquette du produit.
- Ne traiter que si le vent est inférieur ou égal à l'indice 3 Beaufort = petite brise, «les drapeaux légers se déploient, les feuilles et les rameaux sont sans cesse agités».

Après traitement

- Respecter les délais de rentrée (consulter les étiquettes des produits).
- Diluer le fond de cuve à 5 fois son volume pour pouvoir l'épandre sur la parcelle venant d'être traitée.
- La vidange directe du fond de cuve est possible au champ si un rinçage au champ a déjà été effectué et s'il est dilué au moins au 1/100 de la concentration initiale.
- Si cette gestion au champ n'est pas possible, les effluents phytosanitaires seront stockés à l'exploitation et traités selon l'un des procédés agréés, "Biobed" par exemple.

Mélanges

L'arrêté "mélanges" d'avril 2010 précise les spécialités qui ne peuvent pas être utilisées en mélange :

- 1- Les spécialités ayant une ZNT (Zone Non Traitée) supérieure à 100 m.
- 2- Les spécialités fongicides à base de triazoles avec les spécialités insecticides à base de pyréthrinoïdes.

Une lecture attentive des étiquettes est donc primordiale à toute utilisation pour s'assurer des possibilités d'utilisation en mélange.

- Les mélanges herbicide + herbicide référencés par l'ITB sont possibles : de 2 à 6 herbicides en mélange. Excepté le mélange à base de lénacile 80 % (Venzar, Varape, Betanal maxxpro...) et de triflusaluron méthyl 50 % (Safari) qui n'est plus autorisé depuis 2017 car la Commission Européenne a classé la matière active lénacile en H351.
- L'ITB recommande de ne pas mélanger les antigraminées avec d'autres herbicides.
- Un mélange herbicide + insecticide est possible, sauf contrainte réglementaire spécifique, si ce mélange est justifié agronomiquement par la présence simultanée d'adventices et de ravageurs.
- Les mélanges fongicide + insecticide, hors triazoles + pyréthrinoïdes, ne sont possibles qu'en cas de présence simultanée de maladies du feuillage et d'insectes. L'ITB ne recommande pas l'utilisation de tels mélanges.

Respecter l'ordre d'introduction des spécialités selon leur formulation :

1 ^{er}	:	sachet hydrosoluble
2 ^{ème}	:	WG (granulés dispersables)
3 ^{ème}	:	WP (poudre mouillable)
4 ^{ème}	:	SC (suspension concentrée dans un liquide)
5 ^{ème}	:	EC (concentré liquide émulsionnable)
6 ^{ème}	:	SL (concentré liquide soluble)
En dernier	:	huile

* Pour une information plus complète, se référer au site : www.ecophytopic.fr

Limiter les salissements par des pratiques agronomiques

- Soigner l'implantation de la culture et le choix des variétés afin d'obtenir une levée rapide et homogène.
- Utiliser une variété tolérante au nématode à kystes dans les parcelles où le ravageur a été identifié.
- Utiliser la rotation pour éliminer les adventices les plus difficiles à détruire (vivaces, betteraves adventices, chardons...).

Herbicides non-sélectifs

A utiliser avant semis en cas d'infestation d'adventices.

Non rémanents ils permettent de "nettoyer" la parcelle avant le semis :

- sur labour reverdi, en préparation d'automne ou en technique culturale simplifiée (non-labour),
- en cas de semis tardifs,
- en cas d'infestation de graminées.

Produits à base de glyphosate : 1 à 1,5 l de glyphosate à 360 g/l sur adventices jeunes,
2 à 3 l de glyphosate à 360 g/l sur plantes plus développées

Herbicides de pré-levée

Intervention à réaliser avant la levée des adventices.

A utiliser :

- si le risque de ruissellement ou d'érosion n'est pas à craindre,
- si l'historique de la parcelle est connu = forte infestation d'ombellifères → ZEPPLIN 2.5 l.

Traitement à réaliser juste après semis (48 heures maximum) : risque de toxicité sur les betteraves si l'application est plus tardive. Son intérêt est limité en conditions sèches et en cas de semis tardifs.

Herbicides de post-levée

Intervention à réaliser après la levée des adventices.

Règles générales

- 1 - Réaliser le 1^{er} post-levée au plus tard 2 à 3 semaines après le semis ou à 70 % de betteraves levées.
 - Ne pas utiliser **SAFARI** avant la levée complète des betteraves en terre de craie.
 - Ne pas utiliser **MERCANTOR GOLD** avant le stade 2 feuilles des betteraves.
- 2 - A chaque passage adapter le choix des produits à la flore la plus difficile à maîtriser .
Choisir les mélanges référencés par l'ITB : de 2 à 6 herbicides par mélange.
- 3 - A chaque passage ajouter 0,5 l d'huile et jusqu'à 1 litre en conditions difficiles. (Voir huiles recommandées ci-après).
- 4 - Renouveler les traitements après 6 à 10 jours, en fonction du climat et des levées d'adventices.
Ne pas laisser les adventices se développer. Le stade optimal pour intervenir est le stade cotylédons des adventices.
- 5 - Poursuivre les applications jusqu'à 70 % de couverture du sol.
- 6 - En cas de conditions sèches persistantes, augmenter les doses de produits de contact, phenmédiophame principalement, maintenir les produits racinaires dans le mélange et appliquer un volume d'eau au moins égal à 100 l/ha, ou utiliser la bineuse.

Mélanges herbicides

- Il n'est pas recommandé d'ajouter un graminicide au mélange herbicide, afin d'éviter tout antagonisme potentiel.
- Attention : si certains herbicides présentent des phrases de risque R40 ou R48 ils ne peuvent pas être utilisés ensemble dans un mélange.
- Depuis 2017, le mélange à base de lénacile 80 % (Venzar, Varape, Betanal Maxxpro...) et de triflusaluron méthyl 50 % (Safari) n'est plus autorisé.

Pour chaque produit utilisé, bien vérifier s'il existe un nombre maximal d'applications autorisées par campagne : regarder les étiquettes.

Optimiser l'utilisation du Centium 36CS

Depuis quelques années, l'ITB étudie le produit Centium 36CS à la dose de 0.035 l/ha. Lorsque les adventices sont au stade point vert-cotylédons étalés, l'utilisation du Centium 36CS à cette dose est possible dès le T2 (sauf en sol crayeux). Cette dose permet de diminuer les effets négatifs de la sélectivité, des blanchiments tout en conservant l'efficacité du produit. Voici les programmes qui peuvent être recommandés dès le T2 (sauf en sol crayeux), en fonction de la flore adventice : BTC0.035G, BTC0.035S, BTC0.035Mh, BSC0.035G sur une population de betteraves homogènes et poussantes (hors parcelles avec levées échelonnées des betteraves). Éviter le mélange avec la substance active lénacile (ex : Venzar, Varape...).

Accentuation des blanchiments :

- avec la technique de bas volume (augmentation de la concentration du produit dans la bouillie),
- en cas de délais importants entre la préparation et l'application.

Pourquoi utiliser le Centium 36CS au T2 ?

Le Centium 36CS est un produit qui agit sur la germination des adventices et pénètre dans les adventices aussi bien par la tigelle que par les racines (effet de contact et racinaire). Utiliser le Centium 36CS plus précocement permettra donc un meilleur contrôle des levées échelonnées du fait de sa bonne persistance d'action. Enfin, le Centium 36CS doit être utilisé comme tous les autres produits de la gamme herbicide betteraves, c'est-à-dire au stade cotylédons des adventices permettant ainsi de cibler une plus large flore et donc un meilleur contrôle de celle-ci pour une bonne réussite de son désherbage.

Recommandations avec le Centium 36CS

Des décolorations sur le feuillage des betteraves (blanchiments) peuvent apparaître. Ces symptômes sont temporaires et sans conséquences sur l'évolution du développement de la culture et donc du rendement.

Cependant, l'accentuation de ces blanchiments peut être dépendante de plusieurs facteurs.

- Des conditions climatiques après l'application, en particulier en cas :
 - De fortes précipitations
 - De températures élevées
 - D'une forte luminosité
- Du type de sol :
 - Sols sableux
 - Sols pauvres en matières organiques
 - Sols calcaires d'aspect crayeux

Du volume de la bouillie : si la quantité d'eau est inférieure à 100 l/ha, une augmentation de la concentration de la bouillie aura pour conséquence une augmentation du phénomène de blanchiment sur la culture.

Efficacité des herbicides

Quelle matière active pour quelle adventice ?

Matières actives	Exemple de spécialités	Dose homologuée par cycle cultural	Veronique fdl	Sanve	Ravenelle	Ren. liseron	Ren. persicaire	Ren. oiseaux	Pensée	P.S. D	Mouren blanc	Morelle	Mercuriale	Matricaire	Gaillet	Fumeterre	Ethuse	Colza	Chénopode	Atriplex	Ammi Majus	Amarante
Phenmedipham 160 g/l (PMP)	Fasnet SC, Bettapham ...	6 l/ha																				
Ethofumesate 500 g/l (ETHO)	Boxer SC500, Trammat F ...	2 l/ha																				
Méamitron 70% (METAM)	Goltix 70JD	4 kg/ha																				
Lénacile 80% (LEN)	Venzar, Varape ...	1 kg/ha																				
Triflusaluron méthyl 50%	Safari	0.12 kg/ha																				
Gomazone 360 g/l	Centium 36CS	0.2 l/ha																				
Dimethamid-P 720 g/l	Isard	1 l/ha																				
S-Merolachlor 960 g/l	Mercantor Gold	0.6 l/ha																				
Chloridazone 65% (CHLORI)	Better DF	2 kg/ha																				
Clopyralid 720 g/kg	Lontrel SG	0.174 kg/ha																				

Efficacité des produits associant plusieurs matières actives par adventice

Spécialités à plusieurs voies		Veronique fdl	Sanve	Ravenelle	Ren. liseron	Ren. persicaire	Ren. oiseaux	Pensée	P.S. D	Mouren blanc	Morelle	Mercuriale	Matricaire	Gaillet	Fumeterre	Ethuse	Colza	Chénopode	Atriplex	Ammi Majus	Amarante	
PMP, DMP, ETHO	Betanal Booster	4 l/ha																				
METAM, CHLORI	Menhir FL	5 l/ha																				
PMP, DMP	Beet Up Compact	4.5 l/ha																				
CHLORI, QUINIM	Zepplin	2.5 l/ha																				
PMP, DMP, ETHO, LEN	Betanal MaxxPro	4.5 l/ha																				
ETHO, METAM	Goltix Duo	3.4 l/ha																				

Il faut considérer ces résultats comme étant des valeurs indicatives. Seul le choix des produits qui composent un programme de désherbage est absolument essentiel pour lutter contre la flore adventice présente dans la parcelle.

Afin d'obtenir une parcelle propre, diversifier les programmes dans le temps en utilisant plusieurs substances actives ayant des modes d'actions différents.

Efficacité très satisfaisante	Efficacité faible
Efficacité satisfaisante	Efficacité insuffisante
Efficacité irrégulière	En cours de référencement
	-

Adaptation de la dose de produit

Post-levée : pour composer son mélange de post-levée, choisir les herbicides en fonction de la flore adventice. Ajouter 0,5 l à 1 l d'huile/ha à chaque passage. Intervenir 2-3 semaines après le semis sur adventices au stade cotylédons jusqu'à 70% de couverture des betteraves.

Pré-levée : non justifié dans la majorité des cas. Seules les parcelles à forte infestation d'éthuse ou d'ammi majus requièrent une application de Zeppelin 2.5 l.

Adapter la dose de produit/ha/passage en fonction du stade des adventices et des conditions climatiques

Stade des adventices <i>Les fourchettes de doses correspondent aux stades des adventices</i>	Fasnet SC Bettapham (1)	Boxer 500 Tramat F (2)	Betanal Booster (3)	Goltix UD (4)	Zeppelin (5)	Venzar Varape (6)	Safari (7)	Menhir (8)	Goltix Duo (9)	Mercantor Gold (10)	Isard (11)	Centium 36CS (12)
Point vert - cotylédons étalés	0.6 - 0.8 l/ha	0.15 l/ha	0.6 - 0.8 l/ha	0.3-0.5 kg/ha	0.6 - 0.8 l/ha	0.1 kg/ha	0.015- 0.020 kg/ha	0.6 - 0.8 l/ ha	0.8 l/ha	0.2 - 0.3 l/ha	0.2 - 0.3 l/ha	0.035 l/ha
2 feuilles naissantes à 2 feuilles vraies	0.8-1.2 l/ha	0.2 l/ha	1 l/ha	0.5 - 0.7 kg/ha	0.8 - 1 l/ha	0.1 kg/ha	0.020- 0.030 kg/ha	1 l/ha	1 l/ha	0.2 - 0.3 l/ha	0.3 l/ha	0.05-0.1 l/ha
Plus de 4 feuilles	binage											

(1) phenmédiphame	(7) triflusaluron-méthyl
(2) éthofumésate 500 g/l	(8) chloridazone + métamitrone
(3) phenmédiphame+éthofumésate + desmédiphame	(9) éthofumésate + métamitrone
(4) métamitrone 70 %	(10) s-métolachlor
(5) quinmérac + chloridazone	(11) diméthénamid-P
(6) lénacile	(12) clomazone

Pour les produits racinaires, la meilleure efficacité sera obtenue si l'application se fait sur sol humide ou si elle est suivie de précipitations dans les jours suivants.

Exemple d'adaptation des doses d'un produit de contact (Fasnet SC) pour le contrôle du chénopode



0.6 l/ha



0.8 l/ha



1.2 l/ha



Intervention
mécanique

Huiles recommandées : Actirob B, Actilandes TM, Végélux Pro.

Pour les autres produits (adjuvants ou huiles), une baisse d'efficacité peut être observée.

L'augmentation de l'huile Actirob B à 1 litre dans le programme herbicide, permet d'obtenir une meilleure efficacité du désherbage en conditions sèches et froides.

Adventices particulières

- **Chardons isolés, laitérons** : Lontrel SG 0.085 kg/ha + 1 l d'huile/ha en 2 passages à 10 jours d'intervalle sur des adventices de 5/10 cm de haut.
Chardons vivaces (ronds de chardons), laitérons : Lontrel SG 0.174 kg/ha + 1 l d'huile / ha en un passage sur des adventices de 15/20 cm de haut.
Conditions de traitements : appliquer lors de conditions poussantes le matin avec une bonne hygrométrie (> 60 %).
Réglementation : application au plus tard au stade BBCH 39 (fermeture des rangs).
- **Cuscute** : détruire les ronds de cuscute par une application de 3 l de glyphosate à 360 g/l dès l'observation des premiers foyers.
- **Repousses de pommes de terre** :
 - éviter les pertes à la récolte de pommes de terre
 - intervenir dans la rotation (glyphosate en interculture, fluoxypyr en céréales)
 - en betterave, biner avant tubérisation des pommes de terre sur repousses de 10-15 cm,
- **Montées à graines** : "betteraves mauvaises herbes", "betteraves adventices"
 - éliminer manuellement toute montée à graine présente dans la parcelle. En cas d'infestation de betteraves adventices, le binage est indispensable, il permet d'en éliminer environ 70 %.
 - compléter ce binage par une élimination manuelle régulière.
 - sortir du champ les montées dès que des fleurs sont présentes sur les hampes.
 - prévoir des faux semis d'automne pour les parcelles très infestées.
 - détruire impérativement les betteraves traînantes dans les chaumes (glyphosate) et/ou dans les céréales (sulfonylurées).
- **Volume de bouillie** : sur adventices développées (chardon, laiteron, chiendent) augmenter le volume de bouillie : 150-200 l/ha.

Gestion raisonnée pour un bon contrôle des graminées

La rotation

La lutte contre les graminées doit intervenir dans l'ensemble de la rotation, ce qui aura pour objectif d'alterner un maximum de modes d'actions herbicides différents. La rotation doit intervenir comme un outil de lutte contre les adventices, en diversifiant, en allongeant et en alternant les cultures de printemps, culture d'hiver, culture dicotylédones...

De même, il est important de profiter de l'interculture pour travailler le sol, afin de faire lever des adventices.

Associer lutte agronomique et lutte chimique

L'usage du labour et du faux semis sont des techniques toujours d'actualité et sont des étapes essentielles dans la gestion des adventices. Elles ont pour objectif une diminution du stock semencier et permettent un meilleur contrôle des adventices avant implantation de la culture.

Favoriser l'efficacité des anti-graminées en betterave

L'alternance des modes d'actions est l'un des principes de base lors de l'utilisation des herbicides. Cela peut permettre de limiter ou retarder les phénomènes de résistances, mais également de limiter la pression de sélection exercée par les différents produits (cf. tableau classification HRAC). Il est essentiel d'optimiser les traitements herbicides en mettant en place une stratégie des plus efficaces pour contrôler les graminées en culture de betteraves.

- *Utiliser différents programmes*
- *Respecter les bonnes doses (produits, adjuvants)*
- *Respecter les conditions d'applications (agronomiques, climatiques, stade de développement des graminées...)*

Graminicides de pré-levée

- En situation avérée de résistance vulpin, ray-grass, utiliser l'un des produits suivants : **Avadex 480 3 l**, **Mercantor Gold 0.6 l**, afin de recourir à différents modes d'action pour s'assurer d'une efficacité satisfaisante.
- Ces 2 produits doivent être relayés par un graminicide de post-levée.

		Vulpin et ray-grass résistants	
Avant semis	Avadex 480	3 l	Avadex 480 doit être incorporé rapidement, attention au délai de rentrée (DRE) : 24 heures.
Après semis, pré-levée	Mercantor Gold	0.6 l	Mercantor Gold doit être utilisé uniquement en cas d'échec répété des traitements, et à éviter dans les sols filtrants à cause de risque de phytotoxicité.

Le respect des doses d'herbicides et des adjuvants sont primordiaux pour optimiser l'efficacité du traitement. Il est essentiel de respecter la dose efficace recommandée selon les adventices et leur stade de développement. Il est impératif d'ajouter au graminicide de végétation, 1 à 2 l/ha d'huile végétale. Veillez à respecter les doses d'homologation de chaque produit. Diminuer la dose d'un produit herbicide équivaut à diminuer son efficacité, mais augmente la probabilité d'apparition de plante résistante au sein de la parcelle.



En cas d'utilisation d'Avadex en terres de limon battant, et/ou comportant peu de matières organiques (< 1.5 % MO) et peu d'argile (< 12 %), attention à bien adapter **vos premières applications de post-urgence** en retirant le lénacile (ex : Venzar) au programme herbicide pour éviter toutes apparitions de symptômes de phytotoxicité. En effet, ces terres sont très sensibles à l'égard des produits à action racinaire et ces effets peuvent être accentués en conditions froides et humides !

Le respect des conditions d'applications permet d'atteindre une efficacité :

- **L'hygrométrie** est un facteur important dans la capacité de l'adventice à absorber et diffuser l'herbicide. Les traitements de printemps doivent se réaliser le matin avec une hygrométrie d'au moins 60 % d'humidité, et en absence de vent.
- Pour une meilleure efficacité, **le sol doit être humide** sur les premiers centimètres. Cela favorise la pénétration des substances actives.
- Assurer le **bon réglage du pulvérisateur**, et le bon type de buse (cette dernière étant l'élément essentiel du pulvérisateur). Le choix du type de buse, de son diamètre et son entretien vont influencer fortement sur la qualité de la pulvérisation (volume de bouillie, pression...).
- Veillez à appliquer les traitements selon le bon stade de développement des adventices. Les graminicides à action foliaire seront d'autant plus efficaces que les adventices ciblées sont en croissance. Sur les vulpins, ray-grass, folle avoine, panic, sétiaire, et digitale, appliquer le produit au stade 3 feuilles, début tallage.



L'application séparée des graminicides est préférable pour obtenir une bonne efficacité. Éviter, en particulier, le mélange avec les herbicides racinaires car ceux-ci peuvent diminuer fortement l'efficacité des graminicides, notamment les spécialités à base de métamitron et de clomazone.

C'est l'association des techniques agronomiques, chimiques et mécaniques qui doivent permettre un résultat final de la qualité du désherbage des parcelles de 100 %. Ceci, afin d'éviter toute prolifération d'individus résistants.

Graminicides de post-levée		Vulpin, folle-avoine, panic, sétiaire, digitale	Ray-grass	Chiendent
		1 ou 2 applications sur graminées stade 3 feuilles		1 passage pleine dose
Herbicides de la famille des "fop"	Agil	0.3l		2l
	Etamine	0.6l		3l
	Fusilade Max	0.5l		3l
	Pilot	0.5l		3l
Herbicides de la famille des "dim"	Centurion 240EC*	0.5l	0.5l	1.25l
	Foly R*	1l	1l	2.5l
	Stratos Ultra	0.8l	0.8l	4l
association "fop" + "dim"	Vésuve	0.2l	0.4l	1.6l



vulpin



panic

* sur folle-avoine, ray-grass et vulpin, intervenir de préférence au stade début tallage pour une meilleure efficacité.

A partir du stade tallage des vulpins, sétiaires, digitales, intervenir avec la dose chiendent.

Désherbage combiné

Le désherbage mécanique retrouve un nouvel intérêt avec la demande sociétale, traduite dans le plan ECOPHYTO 2018, de réduction si possible de l'utilisation des produits de protection des plantes et en particulier des herbicides. Classiquement il est réalisé pour terminer le désherbage et intervenir sur des adventices particulières non contrôlées par les herbicides chimiques : betteraves adventices, repousse de pomme de terre. Aujourd'hui il doit s'envisager comme une des possibilités techniques de contrôle des adventices dès le début de la saison en complément ou alternance aux herbicides chimiques.

Les matériels

1 - Bineuse avec moulinets

Cette machine associe une bineuse traditionnelle betterave avec des moulinets travaillant sur le rang de betteraves.



2 - Houe rotative

Cette machine travaille à grande vitesse grâce à des cuillères qui projettent des particules de sol, 15-18 km/h sur toute la surface de la culture. Les résultats obtenus en Picardie (sol limoneux) ces dernières années, sont bons, par contre en Champagne, ces résultats sont nettement plus faibles.



3 - Herse étrille

Cette machine travaille sur toute la surface de la culture. Contrairement aux herse étrilles traditionnelles, chaque dent est réglée par un ressort ce qui permet d'adapter l'agressivité des dents au stade des betteraves.



4 - Roto-étrille

Cette machine travaille sur toute la surface de la culture. Chaque étoile est montée sur un bras réglable hydrauliquement de la cabine. Ce qui permet d'adapter l'agressivité des étoiles au stade de la betterave.



5 - Traitement localisé sur le rang

Cette méthode permet de traiter uniquement le rang de betteraves avec une rampe localisée. Ce traitement est couplé avec du binage en inter-rang soit en simultané (désherbineuse) soit en décalé (bineuse classique). Le traitement est effectué avec les mêmes produits, mêmes doses et au même stade d'intervention que le traitement généralisé.



Guidage

La performance du chantier et la précision de la bineuse vont également dépendre du système de guidage. L'objectif est d'ajuster le positionnement des éléments bineurs en respectant totalement les rangs sans que le chauffeur n'ait à intervenir. Cela facilite la tâche du chauffeur et augmente la vitesse de travail sans perdre en précision même en dévers. Il en existe plusieurs :

- Le guidage manuel avec une personne sur la bineuse ne répond plus aujourd'hui aux exigences des agriculteurs en termes de vitesse d'exécution et de main d'œuvre disponible.
- Les bineuses placées à l'avant du tracteur : le guidage se fait directement par l'orientation du tracteur. Ce système permet une grande précision, mais demande une forte attention du chauffeur et une faible vitesse de travail.
- Le guidage autodirigé : c'est le système de guidage le plus simple mais aussi le moins efficace en précision ou en dévers. La vitesse d'exécution est également limitée.
- Le guidage sur trace réalisée au semis : une dent placée sur le semoir imprime une trace au sol qui est retrouvée et suivie par une roue de guidage montée sur un parallélogramme de la bineuse. C'est un système fiable avec une vitesse d'exécution rapide et une bonne précision. Attention toutefois à l'effacement de la trace dans certains types de sol ou lors de certaines conditions météorologiques.
- Le guidage par caméra : une caméra filme un rang à suivre en continu. Un moniteur de contrôle commande les corrections à apporter. Ce système est performant, mais il trouve ses limites sur de trop jeunes plantules ou au début de la couverture du sol. Attention également aux parcelles avec de nombreuses adventices.
- Le guidage par GPS (RTK) : installé sur le système de guidage du tracteur, le GPS va permettre de diriger la bineuse avec une grande précision. Ce système est en pleine évolution. Il trouve doit également être utilisé par le semoir.

Désherbage mécanique en complément du désherbage chimique

Compte tenu des exigences de population des betteraves et du coût des semences, ces matériels ne doivent être utilisés qu'entre les stades 4 et 12 feuilles des betteraves.

Les passages de bineuse à moulinets, de houe ou de herse étrille Treffler présentent des risques de pertes de plantes lorsqu'ils sont réalisés avant le stade 4 feuilles de la culture, de l'ordre de 5 à 20 % selon les situations. Il convient donc d'intervenir avec des herbicides chimiques jusqu'à ce stade pour contenir les levées d'adventices. Au delà du stade 10-12 feuilles, les houes occasionnent des dégâts aux betteraves par éclatement, dégâts qui peuvent rapidement être excessifs.

- Les passages mécaniques exigent un bon nivellement du sol et, plus encore que pour les passages herbicides, l'efficacité des interventions est largement tributaire des conditions météorologiques. Les résultats sont peu probants si les sols sont trop secs mais un minimum de temps sec est nécessaire après le passage mécanique.

Les plages horaires d'intervention pour les passages mécaniques sont toutefois moins contraignantes que pour les traitements herbicides : si les conditions de la journée sont favorables, l'intervention peut se faire à n'importe quelle heure contrairement aux pulvérisations qui doivent être réalisées tôt le matin (hygrométrie, absence de vent).

- L'efficacité de la houe, de la bineuse à moulinets ou de la herse étrille Treffler est très dépendante du stade des adventices au moment de l'intervention. Elle est bonne avant le stade 2 feuilles des adventices et peut chuter rapidement lorsque les adventices le dépassent. L'efficacité de ces machines est faible sur les adventices vivaces et les graminées qui doivent donc être gérées dans la rotation et maîtrisées dans la culture par des traitements herbicides.



Conditions d'utilisation des outils de désherbage combiné

Le tableau suivant présente les conditions d'utilisation des bineuses et de la houe rotative

	Bineuse simple	Bineuse avec moulinets	Houe rotative	Herse étrille Treffler	Roto-étrille
Stade limite précoce	aucun	4 feuilles	4 feuilles	4 feuilles	4 feuilles
Stade limite final	80 % de couverture	12 feuilles	12 feuilles	12 feuilles	12 feuilles
Stade optimum d'intervention sur les adventices	Avant 4-6 feuilles	Avant 2 feuilles vraies	Avant 2 feuilles vraies	Avant 2 feuilles vraies	Avant 2 feuilles vraies
Efficacité sur dicotylédones	bonne	bonne	bonne	bonne	bonne
Efficacité sur graminées	bonne	Faible sur le rang	faible	faible	faible
Guidage	Roue profilée, caméra ou GPS	Roue profilée, caméra ou GPS			
Type de sol	Tous sauf cailloux	Tous sauf cailloux	Eviter en terre de craie ou avec cailloux	Tous sauf cailloux	Tous sauf cailloux
Vitesse de travail	10 à 12 km/h	10 à 12 km/h	15-18 km/h	5-6 km/h	5-6 km/h

Stratégies herbicides et désherbage mécanique

Il est possible de réduire les quantités d'herbicides sur betteraves grâce à différentes stratégies de désherbage. Tout d'abord, il n'est pas possible de se passer de désherbage chimique. De nombreux itinéraires permettent de concilier les deux objectifs que sont la réduction d'herbicide et la propreté finale des parcelles. Deux types de stratégies de désherbage correspondent aux deux objectifs :

- Réaliser 2 à 3 traitements herbicides traditionnels en plein afin d'arriver au stade 4 feuilles des betteraves puis intervenir en mécanique avec une bineuse traditionnelle betterave équipée de moulinets sur le rang ou une houe rotative.
- Réaliser le désherbage avec une rampe de localisation d'herbicide (voire une désherbineuse) qui ne traitera qu'entre 33 et 50 % de la surface de la parcelle. Les buses de la rampe pulvérisent l'herbicide uniquement sur le rang. Compléter par des passages de bineuse.

A l'aide d'un simulateur de temps de travaux, nous avons calculé les vitesses de travail (ha/h) et évalué l'impact des temps annexes à la pulvérisation : préparation des bouillies et rinçage du pulvérisateur ou temps de réglage pour la bineuse à moulinets. En prenant en compte les temps annexes, les avantages de vitesse du pulvérisateur sont fortement limités. Le pulvérisateur voit sa performance moyenne divisé par deux par rapport à sa performance instantanée, ce qui souvent n'est pas pris en compte dans la pratique.

Concernant les coûts, dans le schéma traditionnel on constate l'importance du coût herbicide (de l'ordre de 80 %) par rapport au total des coûts d'amortissement du pulvérisateur, de main d'œuvre et de traction. Concernant les itinéraires avec moins d'herbicide, on remarque que l'économie réalisée sur les produits herbicides peut être utilisée pour financer, dans un premier temps du matériel et, dans un deuxième, une augmentation des coûts de la main d'œuvre. Le coût de la main d'œuvre même sur des itinéraires moins performant en vitesse reste faible par rapport au coût final.

Perspectives

Les différents essais ou tests grandeur nature permettent d'améliorer la connaissance sur la meilleure utilisation de ces matériels et leur combinaison avec le désherbage chimique.

En vue d'améliorer le débit de chantier, est-il possible d'augmenter le nombre de rangs travaillés par une bineuse, 18 voire 24 rangs, sans pénaliser le poids des matériels et respecter la législation concernant le transport sur route ?

On peut espérer que le nouvel intérêt manifesté par les agriculteurs pour ce désherbage mécanique suscitera des idées nouvelles de la part des constructeurs.

Diagnostic des bioagresseurs de la jeune plantule

Levée à couverture du sol

→ Mulots - campagnols

Symptômes : graines décortiquées. Les symptômes peuvent être observés du semis à la germination.



→ Fonte des semis

Les champignons du sol (*Pythium*, *Phoma*, *Aphanomyces*) responsables du pied noir entraînent la fonte des semis.

Symptômes : nécroses à la base des cotylédons puis rétrécissement de la racine et noircissement sous le collet. A observer de la levée au stade 4-6 feuilles sur les racinelles des plantules et les cotylédons.



→ Limaces

Symptômes : plantules sectionnées. Les symptômes peuvent être observés de la levée au stade 4-6 feuilles de la culture.

Observations : les limaces sont à chercher sous les mottes de terre et sous les pierres, et à surveiller à l'aide d'un piège à limaces.



→ Tipules

Symptômes : plantules sectionnées avec éventuellement les cotylédons plantés dans le sol. Généralement sur sol humide.



→ Noctuelles terricoles

Les vers gris (larves de noctuelles) vivent dans le sol et s'alimentent sur les racines de betteraves, surtout au niveau du collet. Présence rare.

Symptômes : morsures importantes au niveau du collet pouvant entraîner la destruction de la plantule en cas d'attaque grave.



→ Taupins

Symptômes : les larves de taupin coupent les racines des jeunes plantes et endommagent les racines plus âgées au niveau du collet.



→ Atomaires

Petit coléoptère (1 à 1,5 mm) brun rougeâtre à brun foncé, qui s'alimente par temps sec juste sous la surface du sol et creuse de petits trous ronds sur la tige et la racine principale. Il peut tuer des plantules avant la levée, il attaque aussi les feuilles en conditions orageuses. Les dégâts peuvent être considérables lorsque la culture est au stade 1-2 feuilles.



→ Blaniules

Mille-pattes blanchâtres de 15-20 mm de long avec 2 rangées latérales de points rouges. Souvent groupées en amas près des jeunes racines.

Symptômes : plantules chétives, à la croissance ralentie. Les cotylédons et premières feuilles sont rougeâtres, la radicule mordue et noircie à l'emplacement de la morsure.



→ Scutigérelles

Mille-pattes blanc brillant de 5 à 8 mm très agiles dans le sol.

Symptômes : plantules chétives, à la croissance ralentie. Extrémité de la radicule mordue, poils absorbants broutés.



→ Pucerons verts

La nuisibilité des pucerons verts réside essentiellement dans leur propriété de vecteurs des virus de la jaunisse de la betterave.

Observations : présence de l'insecte aptère sur la face inférieure des feuilles ou au cœur des feuilles. Difficile à observer car de couleur semblable à la feuille.



→ Pucerons noirs

Le puceron noir joue probablement un rôle dans la dispersion du virus de la jaunisse au sein des parcelles. Insectes piqueurs-suceurs, ils sont également responsables de dégâts directs.

Symptômes : recroquevillement des feuilles, ralentissement de la croissance, souillures (par la fumagine, champignon noir favorisé par la production de miellat des pucerons).

Observations : présence de l'insecte aptère en colonie dans l'enroulement des feuilles.



→ Pégomyies

Symptômes : ces mouches pondent des œufs sur la face inférieure des feuilles. Les larves migrent entre les deux épidermes en creusant des galeries (mines) transparentes et irrégulières qui brunissent en se desséchant. Les symptômes peuvent être observés du mois de mai à septembre.

2 à 3 générations par an sont possibles.



➔ **Altises**

Très petit coléoptère, d'aspect métallique, brun foncé.

Symptômes : petites perforations irrégulières sur les feuilles ne laissant parfois que les nervures. Confusion possible avec les morsures d'atomaires sur feuilles. Les symptômes sont visibles du semis à la couverture du sol en sols légers ou sableux, au printemps essentiellement et moins souvent en été.



Stratégie de gestion des bioagresseurs de la jeune plantule

Les méthodes de lutte à disposition

Les tableaux suivants indiquent pour chaque bioagresseur les méthodes (paysagères, agronomiques, variétales ou chimiques) qui permettent leur régulation. L'utilisateur peut ainsi évaluer l'impact d'une méthode sur plusieurs bioagresseurs et faire des choix efficaces selon l'état sanitaire de sa parcelle.

		Bioagresseurs du sol lors de la levée													
		Fonte des semis	Rongeurs	Limaces	Blaniules Scutigérelles Taupins	Atomaires	Noctuelles terricoles	Tipules	Altises	Pégomyies	Pucerons noirs	Pucerons verts			
Détail des méthodes de lutte	Préventif	Entretien des bordures de parcelles		■											
		Elimination des résidus végétaux			■	■	■			■					
		Travail régulier du sol	■	■	■	■	■		■						
		Culture intermédiaire : espèces, biofumigation			■										
		Amendement, fertilisation, pH	■												
		Semis : date, profondeur	■	■											
		Lavage des outils de travail													
	Bon état sanitaire														
	Irrigation si possible														
	Variétés tolérantes à résistantes														
	Traitements de semences	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Curatif	Appâts		■											
		Intervention phytosanitaire en végétation			■				■	■	■	■	■	■	

Anticiper le risque

Identifier le risque historique

L'apparition et le développement de chaque bioagresseur dépend de différents facteurs :

- l'historique parcellaire, déterminant surtout pour les ravageurs souterrains ;
- les conditions climatiques : zones à risque régional mais aussi le climat particulier de chaque parcelle ;
- les pratiques culturales : rotations, assolements, fertilisation...
- les facteurs parcellaires : type de sol, proximité avec des haies...

Mettre en œuvre une lutte agronomique préventive

	Limaces	Mulots	Ravageurs souterrains
Aménagements paysagers	Pour favoriser la présence des carabes prédateurs		
Travail du sol	Déchaumage précoce Labour régulier, notamment en période sèche		Soigner les déchaumages mécaniques
Semis		Positionner la graine sous 2 à 2,5 cm de terre	

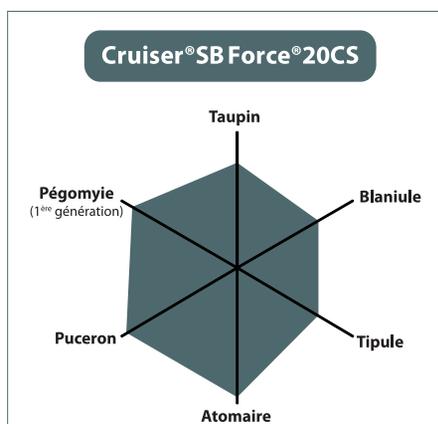
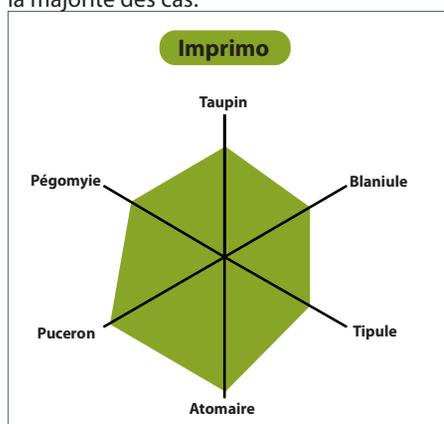
Choisir un traitement de semence pour éviter la présence des bioagresseurs

➔ Fongicide contre la fonte des semis

Les traitements de semences contiennent du T20 (20 g de TACHIGAREN) qui assurent une protection satisfaisante en général.

➔ Insecticide contre le parasitisme souterrain, les pucerons, et donc la jaunisse

En préventif, choisir un traitement de semence insecticide permet d'assurer une protection efficace dans la majorité des cas.



Ces deux protections de semences protègent les jeunes betteraves avec un même niveau de performance contre les ravageurs.

Toutefois on peut noter un complément d'efficacité du **Cruiser®SB + Force® 20CS** pour lutter contre la première génération de **pégomyies**.

Réglementation Cruiser SB

Ne pas appliquer Cruiser®SB ou tout autre produit contenant du thiaméthoxam plus d'une fois par an et ne pas utiliser Cruiser®SB ou tout autre produit contenant du thiaméthoxam en traitement de semences plus d'une année sur trois dans la rotation.

Réagir en présence de betteraves atteintes

Evaluer le risque pour respecter les seuils d'intervention

Une surveillance attentive et régulière est indispensable pendant toute la levée des betteraves. En cas de disparition de nombreuses plantules, estimer la population finale pour décider ou non d'un ressemis.

En cours de saison, il est important de respecter les seuils d'intervention pour déclencher une méthode de lutte chimique.

	Stades concernés	Seuil	Intervention	Conditions d'applications
Limaces	De la levée des betteraves au stade "6 feuilles étalées"	1 limace noire ou 4 limaces grises par m ²	Appliquer dès les premiers dégâts des solutions molluscicides	Conditions climatiques favorables au développement des limaces
Pégomyies	Avant couverture du sol	- 10 % de plantes avec galeries - Présence d'asticots dans certaines galeries - Nombreuses plantes portant des œufs	Intervenir avec un insecticide en végétation	Au printemps, attendre 48 heures après l'application avant reprise des traitements herbicides
Altises		30 % des feuilles avec de nombreuses piqûres		
Noctuelles terricoles		Lors de fortes attaques		
Pucerons verts	Entre le stade 2 feuilles et la couverture des rangs	A l'observation du 1 ^{er} puceron vert		En absence de traitement de semence insecticide

Intervenir en végétation lorsque le seuil est atteint

➔ **Les molluscicides :** - Metarex INO 5 kg/ha (nombreuses spécialités à base de métaldéhyde)
- Sluux hp 7 kg/ha (phosphate ferrique)

➔ **Les insecticides :**
Pour les ravageurs rares : pour les noctuelles terricoles, en cas de forte attaque, utiliser Karaté Zeon 0.075 l/ha ou Mageos MD 0.07 kg/ha.

Pour les ravageurs plus courants : voir le tableau ci-dessous.

Les insecticides à utiliser en traitement en végétation

	dose / ha			nombre d'applications/an	DAR en j	ZNT en m
	puceron jaunisse	pégomyie	altise			
Décis Protech		0,42 l		2	30	20
Décis Expert		0,0625 l		2	30	20
Ducat		0.3 l		2	21	20
Fastac		0.2 l		2	21	5
Karaté K	1,5 l	1,25 l		2	21	5
Karaté Zeon		0,0625 l	0.05 l	2	7	20
Mageos MD		0.07 kg		2	21	5
Proteus	0,75 l	0,5 l		2 (à 14 jours min. d'intervalle)	30	5

Diagnostic des bioagresseurs de la plante adulte

Couverture du sol

Diagnostic ravageurs

→ Noctuelles défoliatrices

Symptômes : présence de morsures (trous de 1 à 2 mm de diamètre) sur les feuilles, et de déjections dans le cœur des betteraves (visibles de jour). La nuit les chenilles de noctuelles émergent pour s'alimenter sur le feuillage.

1 à 3 générations par an selon l'espèce et les conditions climatiques, un cycle est réalisé en 28 à 65 jours selon les températures.



→ Teignes

Les chenilles de ce petit papillon se développent dans le cœur de la betterave, les chenilles les plus jeunes sont gris brunâtre alors que les plus âgées sont rosées et mesurent jusqu'à 12 mm de long.

Symptômes : feuilles du cœur noircies, présence d'amas pulvérulents noirs. Des fils soyeux et des chenilles rosées très agiles peuvent parfois être observés dans le bas des pétioles ou dans le collet.



→ Charançons

Symptômes : petites piqûres un peu sombres sur les pétioles, puis présence de galeries dans le pétiole. Des galeries et des larves sont ensuite observés dans le collet.

Le diagnostic est confirmé par la présence des larves, nymphes ou adultes en développement dans les galeries.



→ Acariens

Symptômes : feuilles jaunes et cloquées en période sèche, les acariens de 0,5 mm environ sont situés sur la face inférieure des feuilles. Symptômes peu fréquents, parfois importants lors d'épisodes chauds, secs et sur des variétés sensibles.



Diagnostic maladies

→ Mildiou

Symptômes : coloration vert pâle ou jaunâtre des plus jeunes feuilles qui s'épaississent et se gaufrent. Par la suite en conditions humides et fraîches, un duvet violacé apparaît accompagné d'une sporulation grisâtre abondante sur la face inférieure des feuilles. Au cours de leur croissance, les feuilles extérieures jaunissent et deviennent cassantes puis se dessèchent.

Observation : au printemps et/ou à l'automne, le plus souvent seules quelques plantes isolées ou de petits foyers sont concernés.



→ Jaunisse

La jaunisse est une maladie virale transmise par les pucerons verts et pouvant être dispersée par les pucerons noirs.

Symptômes : coloration jaune orangée entre les nervures à partir de l'extrémité de la feuille. Épaississement du limbe. Nécrose à l'*Alternaria* en fin de cycle (champignon de faiblesse).



→ Cercosporiose

Sa nuisibilité peut être très importante en cas de développement précoce très rapide. Une grande rigueur est nécessaire dans l'observation des symptômes et l'application des traitements.

Symptômes : petites taches rondes, grises avec une bordure rouge ou brunâtre où de petits points noirs apparaissent en leur centre. Quand les lésions foliaires se multiplient et s'agrandissent, le dessèchement complet du limbe est possible. La destruction du bouquet foliaire induit une forte repousse de feuilles et l'allongement du collet.

Pour éviter toute confusion avec d'autres symptômes, notamment avec la bactériose, il est impératif d'observer les taches à la loupe pour y distinguer les points noirs caractéristiques.



→ Ramulariose

D'une nuisibilité moyenne, le développement de cette maladie est sporadique. En condition favorable, la ramulariose peut entraîner la destruction du feuillage.

Symptômes : taches assez grandes, marron sur l'extérieur, blanchâtre au centre sans bordure rouge ou brunâtre, qui tendent à fusionner au cours de la saison. Des petits points, blancs grisâtres, apparaissent au centre des taches les plus grosses. L'observation à la loupe est nécessaire.



→ Oïdium

Son impact sur le rendement peut être élevé en cas de forte attaque.

Symptômes : un duvet blanc grisâtre poudreux apparaît sur les 2 faces de feuilles. On distingue parfois de petites granulations noires. Les feuilles atteintes jaunissent puis se dessèchent.



→ Rouille

Sa nuisibilité est généralement relativement faible, bien qu'elle puisse parfois atteindre un niveau important.

Symptômes : des cercles concentriques se développent autour de pustules poudreuses orangé-brun. La multiplication des pustules peut couvrir complètement le feuillage et entraîner le dessèchement des feuilles.



→ Bactériose à *Pseudomonas*

Symptômes : taches brun-noir de forme variable sur les feuilles.

Observation : à partir du mois de juin après un épisode pluvieux. Cette maladie s'installe la plupart du temps à la suite de blessures causées principalement par la grêle, lors de périodes très humides. La pluviométrie souvent abondante qui s'ensuit, favorise la croissance du feuillage et la maladie disparaît naturellement, sans causer de préjudice.



A ne pas confondre avec la cercosporiose.

→ *Alternaria*

Symptômes : les feuilles les plus âgées (feuilles extérieures) brunissent et se nécrosent de leur pointe ou bordure vers le centre du limbe, entre les nervures, aboutissant au dessèchement complet. Une poudre veloutée noirâtre apparaît sur les parties nécrosées (conidiophores portant les conidies du champignon).



Stratégie de gestion des bioagresseurs de la plante adulte

Les méthodes de lutte à disposition

Les tableaux suivants indiquent pour chaque bioagresseur les méthodes (paysagères, agronomiques, variétales ou chimiques) qui permettent leur régulation. L'utilisateur peut ainsi évaluer l'impact d'une méthode sur plusieurs bioagresseurs et faire des choix efficaces selon l'état sanitaire de sa parcelle.

		Bioagresseurs plante adulte										
		Noctuelles défoliatrices	Teignes	Acarïens	Charançons	Rouille Oïdium	Cercosporiose	Ramulariose	Alternariose	Jaunisse	Mildiou	
Détail des méthodes de lutte	Préventif	Entretien des bordures de parcelles			■ Paysagère							
		Elimination des résidus végétaux					■ Agronomique avant implantation	■ Agronomique après implantation	■ Agronomique après implantation		■ Agronomique après implantation	
		Travail régulier du sol						■ Agronomique après implantation	■ Agronomique après implantation			
		Culture intermédiaire : espèces, biofumigation										
		Amendement, fertilisation, pH					■ Agronomique avant implantation	■ Agronomique après implantation		■ Agronomique après implantation		
		Semis : date, profondeur										
	Curatif	Lavage des outils de travail										
		Bon état sanitaire								■ Agronomique après implantation		
		Irrigation si possible		■ Agronomique après implantation								
		Variétés tolérantes à résistantes					■ Variétale	■ Variétale	■ Variétale			
		Traitements de semences									■ Chimique	■ Chimique
		Appâts										
	Intervention phytosanitaire en végétation	■ Chimique	■ Chimique		■ Chimique	■ Chimique	■ Chimique	■ Chimique	■ Chimique	■ Chimique		

Réagir en présence de betteraves atteintes par des ravageurs

Evaluer le risque pour respecter les seuils d'intervention

En cours de saison, il est important de respecter les seuils d'intervention pour déclencher une méthode de lutte chimique.

	Stades concernés	Seuil	Intervention	Conditions d'applications
Pégomyes	Après couverture du sol	- 50 % de plantes avec galeries - Présence d'asticots dans certaines galeries - Nombreuses plantes portant des œufs	Intervenir avec un insecticide en végétation	Intervenir en période d'activité des noctuelles : tard le soir ou tôt le matin
Noctuelles terricoles		Lors de fortes attaques		
Noctuelles défoliatrices		- 50 % de plantes avec traces de morsures - Déjections ou chenilles visibles dans la parcelle		
Charançons		Dès les premiers vols		
Teignes	Après couverture du sol et avant le 15 août	10 % de plantes avec chenille	Intervenir avec un insecticide en végétation avec 2 passages à 10 jours d'intervalle	Fortes chaleurs possibles

Intervenir en végétation

→ Les insecticides à utiliser

Pour les ravageurs rares :

- Noctuelles terricoles, en cas de forte attaque - Karaté Zeon 0.075 l/ha ou Mageos MD 0.07 kg/ha
- Charançons : décis protech 0.33 l/ha ou décis expert 0.5 l/ha ou karaté zeon 0.05 l/ha (usage : Coléoptères phytophages)

Pour les ravageurs plus courants : voir le tableau ci-dessous

Les insecticides à utiliser en traitement en végétation

	dose / ha				nombre d'applications/an	DAR en j	ZNT en m
	pégomyie	noctuelle défoliatrice	teigne	acarien			
Décis Protech	0,42 l	0.5 l	0.5 l	 Plus de produits autorisés	2	30	20*
Décis Expert	0,0625 l				2	30	20
Ducat	0.3 l	0.3 l	0.3 l		2	21	20
Fastac	0.2 l	0.2 l			2	21	5
Karaté K	1,25 l				2	21	5
Karaté Zeon	0,0625 l	0.0625 l	0,0625 l		2	7	20
Mageos MD	0.07 kg	0,07 kg			2	21	5
Proteus	0,5 l				2 (à 14 jours min. d'intervalle)	30	5

* ou 5 mètres si application juillet/août

Anticiper le risque du mildiou

Pour lutter contre le mildiou, les traitements de semences contiennent de l'Apron XL.

Identifier le risque des maladies du feuillage

Les trois niveaux de risques

L'apparition et le développement de chaque maladie foliaire dépend de différents facteurs :

- les conditions climatiques : zones à risque régional mais aussi climat particulier de chaque parcelle ;
- les pratiques culturales : rotations, assolements, dates de semis, fertilisation ;
- la sensibilité variétale.

Ces facteurs vont impacter l'épidémiologie des maladies et favoriser plus ou moins certaines maladies du complexe.

Chaque parcelle aura donc un profil différent en termes de :

- maladie présente, une ou plusieurs maladies peuvent apparaître avec des niveaux de gravité différents ;
- surface foliaire touchée.

Risque agronomique

Il se détermine par l'identification des pratiques agricoles à l'échelle de chaque parcelle, et en fonction des maladies.

Risque lié aux pratiques agricoles	Cercosporiose	Oïdium	Rouille	Ramulariose
Proximité avec foyers (parcelle touchée l'année précédente, silo...)				
Rotation de moins de 3 ans				
Non labour				
Irrigation par rampe ou pivot				
Irrigation par canon				
Dose d'azote apportée	excès*	excès	excès	
Semis précoce				

* Attention, les carences azotées en début d'été dues à une mauvaise disponibilité de l'azote sont aussi à risque.

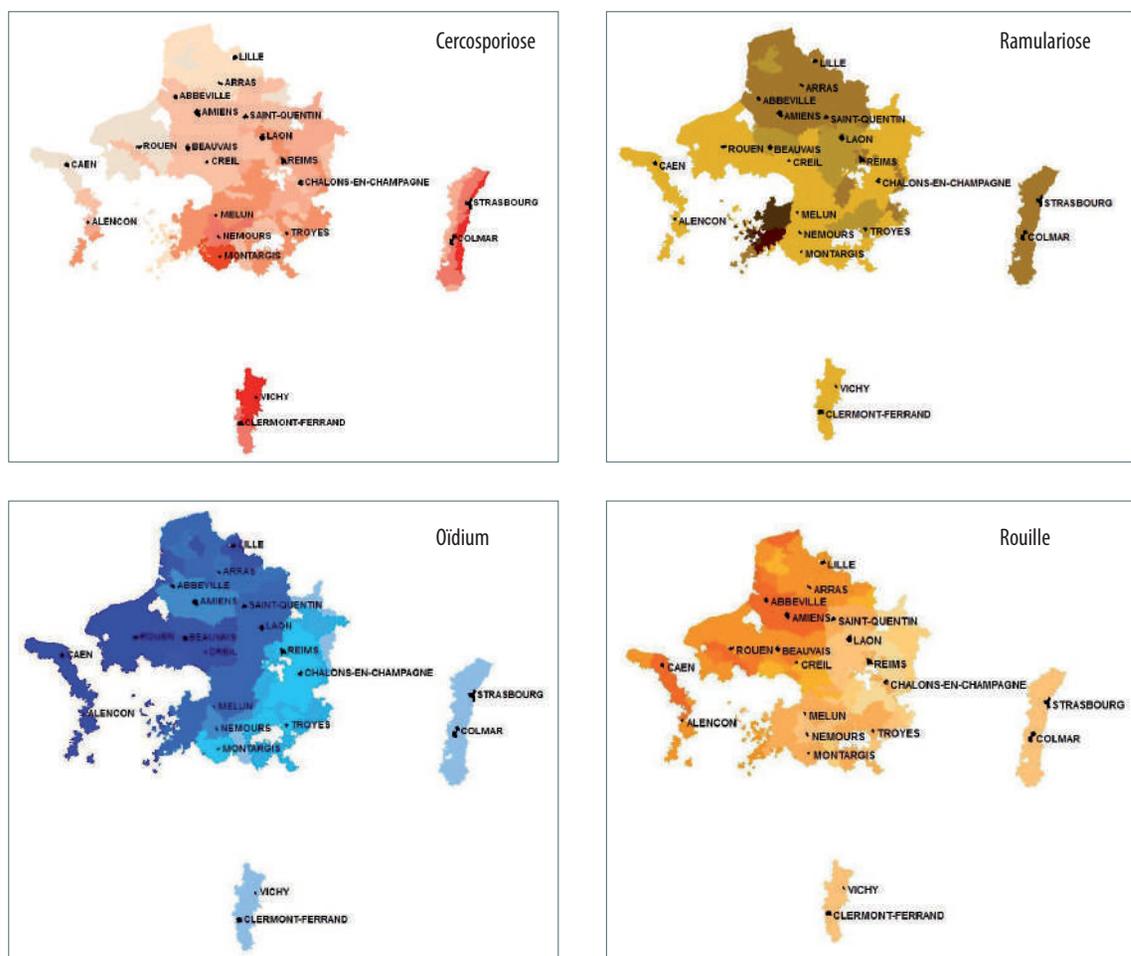
Risque très important

Risque important

Risque moins important

Risque régional

Ce risque est défini par l'interaction entre le risque climatique et le risque maladie, lié à la présence et à la quantité d'inoculum. Il est estimé par petite région agricole sur une échelle de 1 (pas de risque) à 10 (risque très important). Comme toujours en limite de zonage, l'historique de la pression des maladies sur les parcelles n'est pas à négliger. Pour chaque maladie, plus la couleur est foncée, plus le risque est important. Ainsi, pour l'exemple de la cercosporiose, le risque est plus important en Alsace, en Limagne et au sud de Paris.



Sensibilité variétale

La sensibilité d'une variété détermine :

- l'évolution des maladies et donc la date d'intervention ainsi que le nombre d'interventions ;
- le potentiel de rendement.

Ces sensibilités aux maladies foliaires sont représentées sous forme de modules centrés de couleur verte lorsque la variété est très résistante à la maladie, et de couleur rouge lorsqu'elle est très sensible à la maladie.

A noter

Pour connaître le détail des sensibilités variétales, consulter La Technique Betteravière du Betteravier Français N°1065 du 28 novembre 2017 disponible sur : <http://www.itbfr.org> - rubrique publications.

Anticiper le risque des maladies du feuillage

Adapter le choix variétal à la date de la récolte, à l'importance des risques encourus et aux contraintes de l'exploitation (temps disponible, nécessité/volonté de réduire les traitements). En effet, les variétés moins sensibles ralentissent l'évolution des maladies tout en conservant leur potentiel de rendement.

- Le semis d'une variété sensible ne devrait avoir lieu qu'en situation de risque régional faible.
- Choisir une variété moins sensible à la maladie dominante de la parcelle permet d'assouplir la surveillance et la protection phytosanitaire : le premier traitement à faire est généralement plus tardif d'une semaine que sur les variétés sensibles et le second traitement peut régulièrement être économisé.
- Choisir une variété résistante est nécessaire :
 - Dans les zones à pression forte de cercosporiose, pour ralentir l'évolution de la maladie tout en conservant le potentiel de rendement.
 - Pour des récoltes postérieures au 15 octobre, pour conserver l'état sanitaire des plantes, limiter les repousses foliaires et les pertes de richesse associées.

Adapter sa stratégie de protection à la sensibilité variétale

Choix variétal en zone à risque fort à très fort	Récolte	Surveillance
Très sensible non recommandée	Avant le 1 ^{er} octobre impérativement	Difficile
Sensible utilisable mais si et seulement si	Avant le 15 octobre recommandé	Impérative pour respecter les seuils
Peu sensible utilisable	Toutes dates possibles	Indispensable pour ne pas multiplier les traitements
Résistante recommandée	Toutes dates possible avec le maintien du potentiel en arrachage tardif	Plus souple

Réagir en présence de betteraves atteintes

Surveiller l'évolution des maladies

Utiliser le réseau régional de référence RESOBET-FONGI

L'ITB donne chaque semaine, durant toute la période culturale, une analyse de l'état sanitaire des parcelles betteravières à partir des observations réalisées dans le cadre du RESOBET-FONGI (inclus dans le BSV).

A partir du 15 juin en zone à fort risque cercosporiose, et du 1^{er} juillet ailleurs, sur près de 200 parcelles, chaque semaine de nombreux partenaires de la filière réalisent des observations permettant de suivre l'évolution des maladies du feuillage. Les résultats sont mis en ligne régulièrement sur www.itbfr.org, publiés dans les BSV (Bulletin de Santé du Végétal) régionaux et relayés dans les notes régionales d'information de l'ITB.

Utiliser le réseau de référence pour adapter sa surveillance

- À partir de la liste des parcelles de référence de la région, plusieurs parcelles peuvent potentiellement correspondre à la même situation pédoclimatique que votre parcelle.
- Parmi cette sélection, il peut exister une grande diversité de sensibilités variétales aux maladies foliaires. En effet, toutes les variétés ne sont pas présentes dans le réseau puisqu'il est représentatif de la plaine. Il faut donc repérer celle qui a au moins la même sensibilité sur la (ou les) maladie(s) dominante(s) de la parcelle, c'est-à-dire celles qui déclenchent les traitements.
- Le suivi de ces parcelles d'une semaine à l'autre vous permet d'avoir une indication sur la période d'apparition des maladies, mais aussi sur leur rapidité de développement.
- À partir du moment où des maladies apparaissent dans la région, vous pouvez confirmer la présence de maladies dans votre parcelle en allant les observer, et appliquer la méthode IPM (cf. ci-après).

Évaluer le risque pour respecter les seuils d'intervention

Mettre en œuvre la méthode IPM

Avant toute intervention phytosanitaire, la pression sur une parcelle peut être évaluée par la fréquence d'attaque de chaque maladie : comptage sur 100 feuilles de la couronne intermédiaire réparties au hasard dans la parcelle. Cette notation permet d'obtenir une Intensité de Pression de Maladie (IPM). Cette surveillance permet d'identifier les maladies présentes, de réaliser la protection au bon moment et de choisir le fongicide le plus adapté. Les seuils de traitement préconisés visent à minimiser la dissémination des champignons et les pertes de rendement.

Respecter les seuils de déclenchement

Ainsi, avant le 15 août, une parcelle qui présente des feuilles avec symptômes de cercosporiose ne déclenchera que lorsqu'il y a 5 % de feuilles touchées si elle n'est pas en bordure littorale.

Si une parcelle présente avant le 15 août des symptômes d'oïdium et de rouille, elle ne déclenchera que lorsque la fréquence atteindra 15 % pour l'oïdium ou la rouille.

Seuils de déclenchement des traitements aux maladies du feuillage (% de feuilles avec symptômes)				
Maladies	Régions	T1	T2	T3
Début de la protection avant la mi-août				
Oïdium	toutes régions	15 %	30 %	30 %
Rouille	toutes régions	15 %	40 %	40 %
Cercosporiose	bordure littorale	10 %	20 %	Pas de T3
	autres régions	5 %		25 %
Ramulariose	toutes régions	5 %	20 %	25 %

Début de la protection après la mi-août				
Oïdium	toutes régions	30 %	Pas de T2	Pas de T3
Rouille	toutes régions	40 %		
Cercosporiose	bordure littorale	20 %	25 %	
	autres régions			
Ramulariose	toutes régions	20 %	25 %	

Délai minimal conseillé entre deux traitements : 3 semaines

Diminution de la dose : réduction de persistance et d'efficacité.

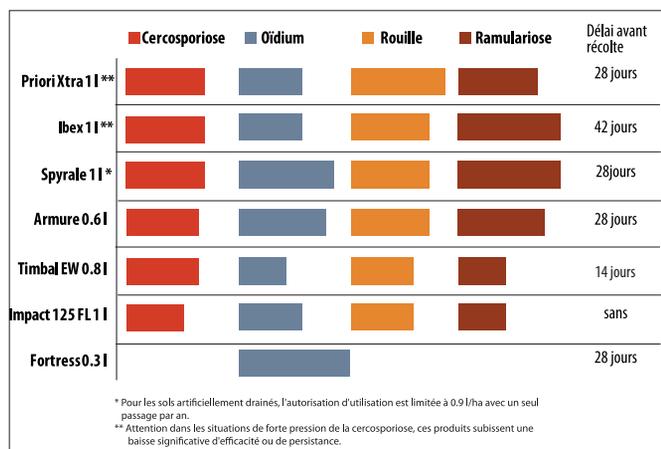
Déterminer l'arrêt des interventions

Maladies observées	Date de récolte prévue	Date d'arrêt préconisée des traitements	
		Variété peu sensible	Variété sensible à très sensible
Oïdium / rouille	Avant la mi-octobre	mi-août	fin août
	Après la mi-octobre	fin août	
Cercosporiose / ramulariose	Avant la mi-octobre	fin août	1 ^{ère} décade de septembre
	Après la mi-octobre	1 ^{ère} décade de septembre	

- Une intervention fongicide avant le 14 juillet n'est que rarement justifiée, surtout au nord de Paris.
- Les traitements tardifs après la 1^{ère} décade de septembre sont rarement valorisés, surtout à moins de 45 jours de l'arrachage.

Choisir un produit adapté à la maladie dominante

Plus le rectangle est long, plus le produit est performant (efficace et persistant) pour la maladie cible. Il est important d'utiliser les produits à la pleine dose d'homologation pour éviter les risques d'apparition de résistances aux produits. Pour tous ces produits, respecter un IZNT (Indicateur de Zone Non Traité) de 5 mètres.



Nouveaux produits homologués sur betteraves en cours de référencement : Passerelle, Amistar Gold.

Dans des situations à forte pression cercosporiose, le produit à base de cuivre Yucca en mélange, avec un produit traditionnel (triazole à pleine dose selon la réglementation en vigueur) a permis en 2017 d'améliorer l'efficacité des traitements contre la cercosporiose. Sous réserve de l'acceptation d'une demande de dérogation ou d'une autorisation de mise sur le marché d'une spécialité à base de cuivre, il devrait être possible d'utiliser la molécule du cuivre pour les traitements fongicides sur betteraves pour 2018.

La formulation et la spécialité dépendront de la voie d'attribution. Ces spécialités sont autorisées en agriculture biologique et les doses sur betteraves sont compatibles avec une gestion durable du cuivre.

Éviter les résistances

- Un dosage trop faible aura pour conséquence d'accroître le risque de développement de populations résistantes.
- A chaque application, veillez à alterner les matières actives afin d'éviter également l'apparition de résistance.



Observatoire des variétés en Champagne à la récolte fin octobre en l'absence de traitement fongicide : à gauche, une variété sensible à la cercosporiose, à droite, une variété peu sensible à la cercosporiose.

Diagnostic des bioagresseurs du stade récolte

→ Nématodes à kystes - *Heterodera schachtii*

Symptômes : la présence de nématodes à kystes doit être envisagée si les betteraves présentent :

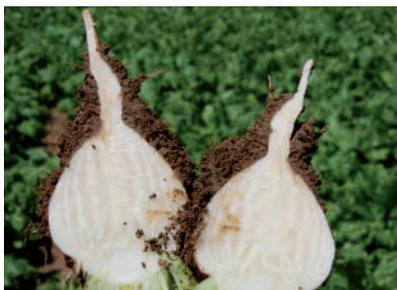
- une croissance retardée dans certaines zones de la parcelle,
- des feuilles se flétrissant aux températures plus élevées,
- des feuilles extérieures jaunes,
- une carence magnésienne induite malgré des apports magnésiens conformes aux besoins,
- un salissement estival anormal de la parcelle compte tenu du programme de désherbage appliqué,
- des rendements faibles (- 15 % par rapport à la moyenne régionale).

Confirmation du diagnostic : la présence de nématodes à kystes est confirmée par l'observation de la prolifération de radicelles, et la présence de "kystes" ou plus exactement femelles blanches, de forme ovoïde de 0,5 à 1 mm de diamètre sur les radicelles. Ensuite, les femelles se transforment en kystes brun foncé, en forme de citron, et se détachent de la plante.



→ Rhizomanie

Symptômes : la rhizomanie provoque une décoloration du feuillage (vert-jaune pâle), un allongement des pétioles, un étranglement du pivot et un flétrissement des feuilles. Le symptôme le plus typique est la formation d'un chevelu de radicelles brunes et blanches ("barbe poivre et sel") qui s'accompagne d'un brunissement des faisceaux vasculaires. Dans les cas les plus marqués, la racine est étranglée et son développement est stoppé. Dans de rares cas, des symptômes systémiques apparaissent : une décoloration du feuillage nettement plus marquée (blanc-jaune) le long des nervures des limbes.



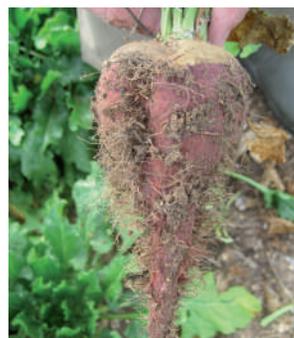
→ Rhizoctone brun

Symptômes : une attaque précoce peut être responsable d'une fonte des semis de betterave. Plus tard, en saison et en conditions chaudes (25-30°C) et humides, la présence du champignon se manifeste par un jaunissement et un flétrissement des feuilles, aboutissant peu à peu à la nécrose complète du feuillage. Au niveau des racines, une pourriture brune plus ou moins profonde, selon le degré d'évolution de la maladie, peut être observée à partir de la surface du sol.



→ Rhizoctone violet

Symptômes : le rhizoctone violet entraîne un flétrissement des plantes aboutissant peu à peu à la nécrose complète du feuillage. Au niveau des racines, coloration violette superficielle constituée d'un feutrage de fins filaments de mycélium qui se développe à partir de la base de la racine. Selon le degré d'évolution de la maladie, la tâche est plus ou moins étendue et la pourriture présente dessous plus ou moins profonde. En cas d'attaque grave, la racine peut être entièrement détruite, en champs ou après la récolte dans le silo.



→ Rhizopus

Symptômes : le *rhizopus* provoque un flétrissement du feuillage allant jusqu'à sa destruction. Le pivot prend une couleur noirâtre zébrée de zones plus claires à partir du collet et pourrit. Cette pourriture molle - la racine semble "cuite" - dégage une forte odeur de vinaigre. Un feutrage blanc peut être visible sur le collet.

La pourriture démarre sous le collet et se propage vers la pointe.

Les symptômes peuvent être observés du mois d'août à la récolte après plusieurs jours à plus de 35°C. Dans les parcelles atteintes, les dégâts peuvent être très importants.



→ Erwinia

Symptômes : *Erwinia* provoque un éclatement du collet et une coloration des faisceaux vasculaires de la racine qui se nécrosent, ce qui aboutit à la désagrégation totale des tissus, à la formation d'une pourriture humide, d'écume au collet - difficile à voir - et au dégagement d'une odeur pestilentielle. Des lésions brunes peuvent apparaître sur les pétioles.



→ Nématode du collet - *Ditylenchus dispaci*

Symptômes : au printemps, ce parasite peut être à l'origine de la déformation de cotylédons mais ces symptômes sont peu fréquents. Plus souvent, il est à l'origine du développement de pourritures liégeuses au niveau du collet et de zones à croissance réduite dans les parcelles. Ce nématode facilite le développement, durant l'été, de pourritures secondaires dues à des champignons.



A ne pas confondre avec des carences en bore ou d'autres taches noires dans les silos dues à des carences en oligoéléments.

Les pratiques à risques

Pratiques agricoles à risque*	Rhizomanie	Nématodes à kystes	Rhizoctone brun
Rotation de moins de 4 ans	entre betterave	entre betterave et/ou colza	entre betterave, maïs, haricot, carotte
Semis	tardif	tardif	tardif
Labour			s'il n'est pas réalisé dans de bonnes conditions et/ou s'il forme une semelle de résidu de culture
Epandage d'effluents agro-industriels			
Irrigation		Pas de risque direct mais les parcelles irriguées expriment plus vite les attaques	
Autres plantes hôtes	chénopode, amarante, mouron, stellaire, pavot	choux, épinard, céleri, carotte, radis, moutarde, œillet, saponaire, chénopode, stellaire, arroche	Pomme de terre, moutarde, radis, féverole, pois, ray-grass, salsifi, soja, tournesol, colza, chénopode, amarante

Risque très important

Risque important

Risque moins important

Sans risque

* Les éléments qui apparaissent dans ces grilles de risque ne sont pas tous du même ordre :

- Des éléments modifiables pour une meilleure gestion de ces bioagresseurs, tels que la longueur de rotation, le choix des cultures, la qualité du désherbage, l'épandage, la gestion du pH... En cas de risque, ne pas les modifier peut s'avérer lourd de conséquences.
- Des éléments qui, s'ils étaient modifiés, impacteraient trop négativement la production : date de semis, arrêt total de l'irrigation.

Anticiper le risque

Limiter les nématodes à kystes dans les rotations avec colzas et betteraves

Infestation de la parcelle en nématodes	Gestion de la culture de colza après la récolte	Choix variétal de la betterave	Implantation d'une espèce en interculture
Parcelle infestée	- Destruction des pivots sitôt la moisson - Destruction des repousses toutes les 3 semaines	Variétés doubles tolérantes	Possible avec des crucifères tolérantes ou des espèces neutres
Parcelle "saine"	- Destruction des pivots sitôt la moisson - Destruction des repousses toutes les 4 semaines	Variétés classiques	Possible avec des crucifères tolérantes ou des espèces neutres



Repousses de colza à détruire

Mettre en œuvre une lutte agronomique

Avant implantation	Rhizomanie	Nématodes à kystes	Rhizoctone brun	Rhizoctone violet	Nématodes du collet	<i>Erwinia</i>
Rotation	Allonger la rotation de 4 ans minimum	Allonger la rotation de 4 ans minimum		Un précédent «céréales» limite la maladie		
Culture intermédiaire		Planter des variétés nématocides (radis, moutardes) en rotations betteravières courtes ou intégrant du colza	Planter une crucifère (moutarde brune, radis) riche en glucosinolates favorisant la biofumigation.			
Choix variétal	Toutes les variétés possèdent au moins 1 gène de résistance	Utiliser une variété tolérante en cas de risque historique	Dans les situations à risque historique et des systèmes de culture avec maïs et betterave (Alsace, Auvergne), utiliser une variété tolérante		Dans les situations à forte pression historique, utiliser Acacia et Timur	
Choix variétal en situation Forte pression rhizomanie (FPR)	Autour de Pithiviers, utiliser des variétés FPR avec 2 gènes de résistance à la rhizomanie	Utiliser des variétés doubles tolérantes rhizomanie-nématodes	Utiliser des variétés doubles tolérantes rhizomanie-rhizoctone brun			
Travail du sol	Améliorer le drainage et la structure des sols	Réaliser un travail superficiel croisé pour détruire les repousses des cultures précédentes et les adventices	- Optimiser la structure du sol en favorisant la dégradation des résidus (broyage fin des résidus de culture en évitant les andains, puis déchaumage le plus rapidement possible avant tout labour) et en évitant toute compaction du sol - Drainer les zones humides			Assurer une bonne structure du sol, un minimum de débris
Mesures prophylactiques			Éliminer les momies de betteraves	Détruire les débris de culture infestés		Éviter toutes blessures

Après implantation	Rhizomanie	Nématodes à kystes	Rhizoctone brun	Rhizoctone violet	Nématodes du collet	<i>Rhizopus</i>
Semis	Semer précocément	Semer précocément	Ne pas semer trop précocément (risque de montée à graines)		Semer tardivement	
Phytosanitaire	Bien gérer les mauvaises herbes ou les autres cultures (chénopodiacées et amaranthacées) contribuant à la multiplication du virus ou du vecteur					Lutter contre les attaques de teignes
Irrigation	Irriguer sans excès selon les préconisations Irribet		Irriguer au plus près des besoins de la plante	Ajuster l'irrigation au plus près des besoins de la plante		Lutter contre le stress hydrique (parcelle en condition séchante)

Réagir en présence de betteraves atteintes

Repérer les parcelles à partir de l'été

Il est important de repérer les parcelles atteintes le plus tôt possible :

- En effet, après observation des symptômes, les moyens de lutte sont limités. A ce jour, aucune lutte chimique n'est possible contre le parasite du sol *Polymyxa betae*, vecteur du virus de la rhizomanie, ni contre les nématodes, le *rhizopus*, *erwinia*, ou le rhizoctone violet. De plus, il n'existe aucun traitement à action fongicide ou autre pour contrôler ces maladies une fois en silo.
- Les bioagresseurs continuent de se développer après la récolte des betteraves et restent souvent difficiles à identifier, les betteraves étant complètement pourries.

Intervention fongicide contre le rhizoctone brun

Le rhizoctone brun est le seul bioagresseur contre lequel une intervention fongicide en végétation est possible à partir du stade 8 feuilles dès l'apparition des premiers symptômes.

Définir les ARRACHAGES prioritaires

- Cela permet de limiter les pertes de rendements.
- De plus, la perte de qualité industrielle peut être modérée, car plus la récolte est tardive, plus la pourriture dégrade la qualité industrielle de la betterave .

Adapter la CONSERVATION : écourter la durée de stockage des betteraves malades

- Cela concerne les betteraves atteintes par le rhizoctone brun, le rhizoctone violet, *Erwinia*, *Rhizopus* et les nématodes du collet.
 - Une betterave atteinte au moment de la récolte va continuer de pourrir au silo (plus ou moins selon le type de champignons, les modalités de récolte et les températures), même en l'absence de contamination d'une betterave à l'autre au sein du silo.
 - Une betterave qui a l'air saine au moment de la récolte peut déjà être atteinte, les premiers symptômes étant peu visibles.
- L'état sanitaire initial au moment de la mise en silo peut donc encore fortement évoluer.



Foyer en début d'attaque



Foyer avec des betteraves mortes, maladie difficilement identifiable

L'expérimentation irrigation

Depuis plus de 40 ans, l'ITB capitalise les références sur l'irrigation de la betterave sucrière en région Centre. Ces références permettent d'établir les règles de conduite de l'irrigation les plus adaptées.

Les plus de l'irrigation

- Un gain de 26 % de rendement dans nos expérimentations du Loiret.
- Stabilise les rendements d'une exploitation et sécurise l'approvisionnement des outils industriels.
- Evite les à-coups de végétation particulièrement pénalisants pour le rendement racine et la richesse.



Règles de conduite de l'irrigation

- Pas de tours d'eau tardifs après le 25 août. Après cette date, l'irrigation est peu valorisée (1 année sur 10 seulement), elle entraîne souvent une chute de richesse qui n'est pas compensée par l'augmentation du poids.
- En cas de restriction d'eau, privilégier les apports précoces. La culture de betterave est capable de supporter de courtes périodes de stress hydrique en fin de cycle.
- Suivre régulièrement le bilan hydrique dans Irribet®. Un cumul de 15 jours de stress hydrique avant le 25 août entraîne en moyenne une perte de rendement de 5 %. Un suivi régulier du bilan hydrique avec un outil adapté à la betterave évitera les pertes.
- Bien estimer la réserve utile du sol. Exprimée en millimètres, elle correspond au volume d'eau que le sol peut contenir et qui est potentiellement restituable à la culture. C'est le paramètre le plus important du bilan hydrique : mal l'évaluer, c'est réaliser un bilan hydrique faux. Une erreur d'estimation de la réserve utile de 30 mm joue sur 1 tour d'eau. Elle peut être calculée à partir de la profondeur et de la texture du sol. Pour un limon, il faut compter 1.5 mm d'eau / par cm de sol ; pour une argile, la valeur moyenne est proche de 1.75 mm/cm.

Irribet® pour piloter l'irrigation de vos betteraves

La nouvelle version d'Irribet est en ligne.

Cet OAD indique à quel moment l'irrigation est nécessaire à partir des données météorologiques (pluviométriques et d'ETP - évapotranspiration - de Météo France), de la réserve utile du sol, et des dates de semis, levée et couverture foliaire de votre parcelle.

Grâce à cette nouvelle version d'IRRIBET et à son interface simplifiée, créez votre compte en 3 clics et saisissez les informations de chacune de vos parcelles : elles seront mémorisées pour votre prochaine connexion !

Autre nouvelle fonctionnalité disponible : la possibilité d'ajuster la pluviométrie donnée par la station Météo France la plus proche à partir de vos propres relevés.

IRRIBET est désormais disponible directement sur <http://irribet.fr> ou dans la rubrique outils sur itbfr.org.

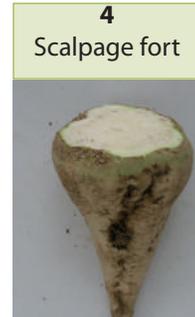
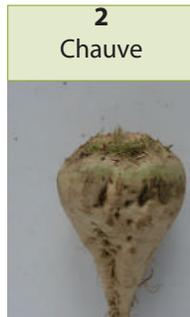
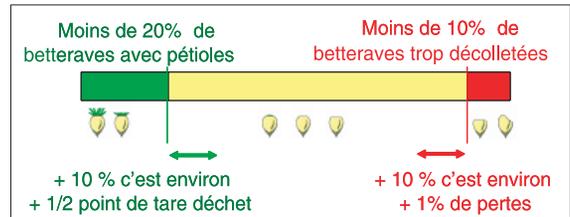
Compatible avec tous les navigateurs, cette nouvelle version s'adapte à toutes les tailles d'écran. Elle sera encore améliorée pour la campagne 2018.



Effeillage et scalpage

Objectif :

- moins de 20 % de betteraves avec pétioles et
 - moins de 10 % de betteraves trop décollées.
- Plus la population est homogène plus cet objectif pourra être facilement atteint.



Comment atteindre cet objectif : réglages et vitesse

La hauteur moyenne de travail du rotor doit être au niveau des betteraves les plus émergentes : quelques unes doivent être scalpées par le rotor. Les scalpeurs doivent être en état et affûtés régulièrement pendant la récolte. Il faut adopter une vitesse de travail raisonnable. Au dessus de 5 km/h, les risques de mauvais travail croissent rapidement.

Contrôles en cours de récolte : diagnostic et optimisation

Observations	Moins de 20 % de betteraves avec pétioles	20 % de betteraves avec pétioles	Plus de 20 % de betteraves avec pétioles	
			Majorité de pétioles courts (moins de 2 cm)	Majorité de pétioles longs (plus de 2 cm)
Moins de 10 % de betteraves surdécollées ou éclatées	Travail de qualité	Travail correct Baisser légèrement le rotor et contrôler à nouveau	<ul style="list-style-type: none"> • Baisser légèrement le rotor • Augmenter la pression d'appui des scalpeurs (les betteraves ne doivent pas se coucher) • Réduire la vitesse d'avancement 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisser le rotor • Vérifier les scalpeurs
10 % de betteraves surdécollées ou éclatées	Travail correct Si betteraves surdécollées par les fléaux, relever légèrement le rotor et contrôler à nouveau	Limites d'un travail de qualité	<ul style="list-style-type: none"> • Relever le rotor • Laisser travailler les scalpeurs et contrôler 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les scalpeurs • Vérifier l'entretien et les réglages de base de l'effeuilleuse • Réduire la vitesse d'avancement
Plus de 10 % de betteraves surdécollées ou éclatées	Par les fléaux	<ul style="list-style-type: none"> • Relever le rotor et contrôler 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'affûtage des scalpeurs • Diminuer la pression d'appui des scalpeurs • Réduire la vitesse d'avancement 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les scalpeurs • Vérifier l'entretien et les réglages de base de l'effeuilleuse • Réduire la vitesse d'avancement
	Par les scalpeurs	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'affûtage des scalpeurs • Diminuer la pression d'appui des scalpeurs • Réduire la vitesse d'avancement 		



Conservation longue

Les conséquences d'un mauvais scalpage sont accrues en cas de conservation longue :

- La présence de repousses provoque des pertes en sucres en émettant des repousses foliaires en conditions chaudes.
- Un sur-scalpage augmente le risque de développement de pourritures en offrant une porte d'entrée plus importante aux champignons.

Arrachage et nettoyage

Objectif : trouver le meilleur compromis entre quantité de terre exportée et perte de betteraves.

En conditions sèches, la priorité est de limiter les pertes par casse au moment de la récolte afin de viser moins d'1 tonne de casse par hectare.

Bâti arracheur

La profondeur d'arrachage peut être augmentée si cela limite la casse des pivots.
Pour les bâtis à disques : si le sol est dur, éviter de relever les patins par rapport aux disques pour faciliter l'enterrage du bâti. Cela risque d'altérer leur action de découpe de la bande de terre arrachée.

Organes de nettoyage

Le nettoyage étant facile en conditions sèches, ne pas hésiter à en réduire l'intensité.
Ralentissement des organes de nettoyage, fermeture des grilles, installation de tôles devant les grilles à barreaux lisses ou à queues de cochons (ou des joncs sur les grilles à queues de cochons) voire des bavettes caoutchouc en fin de circuit de nettoyage de manière à protéger les betteraves.
Réduire la vitesse des turbines dans un premier temps puis la hauteur des grilles si nécessaire.

Vitesse d'avancement

Tant qu'elle n'est pas un handicap pour le nettoyage, on peut se permettre d'arracher plus vite. Attention toutefois à la casse des pivots.
Adopter une allure équivalente à 2/3 de la vitesse maximale possible dans les conditions de la parcelle.

Lorsque les conditions de récolte se dégradent, modifier les réglages pour augmenter progressivement le nettoyage.

Bâti arracheur

Réduire la profondeur d'arrachage, sans générer de casse systématique des pivots.

Organes de nettoyage

Enlever les tôles et autres systèmes de protection.
Augmenter la hauteur des grilles et la vitesse des organes de nettoyage. Positionner les grilles à barreaux lisses en cascade, utiliser des grilles à queues de cochons.

Vitesse d'avancement

La réduire.



En conditions de récolte difficiles, la priorité est de réduire la tare terre en augmentant la capacité de nettoyage de la machine. Il n'est plus question de vouloir conserver les plus petites betteraves. Si la machine ne laisse passer aucune betterave de moins de 6 cm de diamètre, c'est qu'elle ne nettoie pas assez.

Bâti arracheur

Privilégier les bâtis à socs. Profondeur la plus faible possible sans casser systématiquement les pivots. Turbines de reprise ou rouleaux : les placer impérativement au dessus du sol.

Organes de nettoyage

Relever les grilles. Il est souhaitable d'estimer la quantité de betteraves perdues, afin de ne pas la surestimer (voir la méthode décrite ci-dessous).

Augmenter la vitesse des turbines pour intensifier le nettoyage, en évitant d'aller jusqu'à une vitesse où les casses sont systématiques.

Vérifier l'efficacité du circuit de nettoyage : grattoirs, roues et moulinets déboureur.

Penser à l'apport d'eau en terre collante, si la machine est équipée de ce dispositif.

Vitesse d'avancement

Ralentir. En effet, une vitesse excessive limite la capacité de nettoyage de la machine. Le bon compromis se situe aux environs de 2/3 de la vitesse maximale possible dans les conditions de la parcelle.



Conservation longue

Dans le cas d'un stockage de longue durée, les réglages de la machine de récolte doivent être adaptés pour favoriser la conservation en silo des betteraves. La vitesse de nettoyage sera augmentée jusqu'à l'observation des premières blessures et casses sur les betteraves. Celles-ci doivent être évitées, ce sont des portes d'entrées pour les pourritures de stockage. Elles augmentent également la respiration des betteraves, ce qui provoque des pertes de sucres dans le silo.

Chiffrer les pertes à l'arrachage

Les pertes par casse du pivot et les pertes de betteraves entières ne doivent pas être surestimées.

Estimation des pertes par casse du pivot	
Pourcentage de betteraves peu cassées (le diamètre de la pointe cassée mesure au plus 2 cm)	Estimation de la perte par casse (t/ha)
De 80 à 100 %	0,5
De 60 à 80 %	1
De 40 à 60 %	2
De 20 à 40 %	3
De 0 à 20 %	> 4
Exemple : si 70 % de betteraves sont peu cassées, 1 tonne / ha a été perdue par casse du pivot	

Estimation des pertes de betteraves entières (t/ha)	
<ul style="list-style-type: none"> • Glaner les betteraves sur 7 mètres x la largeur de 6 rangs (env. 20 m²) • Noter le nombre de betteraves ramassées par catégorie de tailles • Calculer le poids perdu grâce au tableau ci-dessous. 	
Diamètre des betteraves entières glanées	Poids approximatif d'une betterave (kg)
< 5 cm	négligeable
5 à 6 cm	0,1
6 à 7 cm	0,2
7 à 8 cm	0,3
8 à 9 cm	0,4
9 à 12 cm	0,7
Le poids obtenu divisé par 2 donne la valeur en t/ha.	
Exemple : un glanage de 2 kg sur 20 m ² = perte de 1 t/ha	

Perfbet : performance des chantiers de récolte



Améliorer ses performances de récolte

Perfbet permet d'orienter l'utilisateur dans le choix d'une machine de récolte au travers de trois modules. Le module "Choix d'une machine" recense les caractéristiques techniques des différentes machines de récolte disponibles sur le marché. Le module "Calcul des coûts de chantier" estime le coût d'un chantier de récolte en fonction du plan de charge et de données fixes ou variables relatives au chantier. Le module "Faisabilité du plan de charge" indique comment optimiser son plan de charge en fonction du type de chantier de récolte, des risques climatiques de la région, du type de sol et évalue les répercussions en termes économique et environnemental.

Les leviers pour limiter la tare terre

Ce résultat se construit tout au long de l'itinéraire technique et au moment de la récolte. Aucun point n'est à négliger.

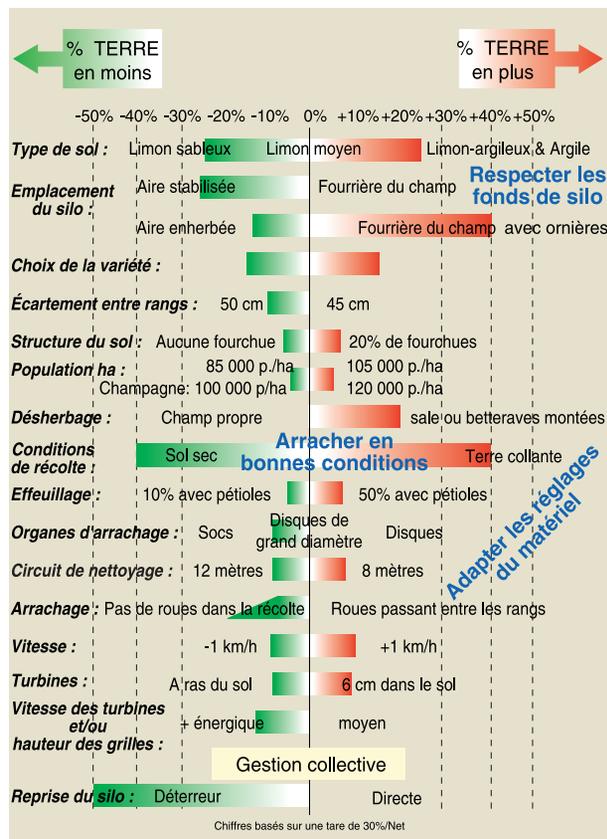
Améliorer l'itinéraire technique

- Des possibilités d'amélioration existent tout au long de l'itinéraire technique.
- Une récolte mal conduite peut remettre en cause tous les acquis.

Améliorer le matériel

- Tous les types de matériels ont des avantages et inconvénients pour la qualité de la récolte. Il faut les connaître et en tenir compte pour l'organisation et la mise en œuvre du chantier.
- Des équipements peuvent améliorer la qualité du travail : bâti à socs, tôles de protection, grilles à queues de cochon, moulinets déboureur, tables à rouleaux contrarotatifs, apport d'eau.

Les facteurs de la tare déchets



Récolter en bonnes conditions

- C'est un point crucial. Un plan de charge trop élevé oblige à trop récolter en mauvaises conditions.
- Une bonne organisation (pas de temps morts dans l'arrachage, pas de pertes de temps superflues) permet d'exploiter au mieux les jours favorables à une récolte de qualité.
- Ne pas attendre le dernier jour pour arracher au risque d'avoir de mauvaises conditions.
- Ne pas sous-utiliser le chantier pendant les périodes favorables à l'arrachage.
- Eviter les périodes avec un pic de travail pour ne pas être contraint d'arracher quelles que soient les conditions.

Ne pas dégrader la tare par un mauvais fond de silo

Un fond de silo dégradé est l'un des risques majeurs (le 3^{ème} par ordre d'importance) de générer de la tare terre.

- L'aire stabilisée reste le moyen le plus efficace pour limiter la tare terre, mais dans certaines situations elle génère beaucoup de contraintes.
- L'aire enherbée est une solution peu coûteuse et plus souple qui permet jusqu'à 5 points de réduction de tare terre.
- Utiliser des pneumatiques larges / basse pression sur les engins de débardage permet de mieux tirer parti d'une aire enherbée mais aussi de limiter les risques de dégradation de celle-ci.
- Le stockage sur une aire enherbée dégradée (avec ornières) est à proscrire car il aboutira au chargement d'une quantité importante de terre retenue par le chevelu racinaire du couvert arraché au fond de silo. Dans cette situation, refaire totalement l'aire pour la campagne suivante.
- Ne pas oublier que tout silo doit être accessible en sécurité pour son chargement et éventuellement son nettoyage.

	Aire stabilisée	Aire enherbée	Sol nu
Avantages	Très efficace pour la limitation de la tare (jusqu'à 8 points de moins qu'un sol nu) Peut être utilisée plusieurs fois par campagne quelles que soient les conditions d'arrachage	Faible coût de mise en place Réduction de la tare terre par rapport au sol nu (jusqu'à 5 points) Située à proximité de la parcelle Taille adaptée par rapport à la parcelle Pleine efficacité des pneumatiques larges qui contribueront à préserver l'aire Convient à tout type de déterreur Gestion souple	Rien à prévoir sinon un accès routier sécurisé Convient à tout type de déterreur
Inconvénients	Entretien difficile si déterrage Souvent éloignée de la parcelle Les déterreurs du type avaleurs de silos ne peuvent pas travailler sur aire stabilisée	Utilisable une seule fois si mauvaises conditions Moindre réduction de tare qu'une aire stabilisée Entretien	Augmente la tare terre de 1 à 8 points selon les conditions de récolte

SILOBET : évaluer le risque de pourritures

Une somme de températures seuil a été identifiée (270°C - 300°C jour) à partir de laquelle les moisissures commencent vraiment à se développer dans le silo. Ce seuil a été confirmé dans plusieurs essais en conditions réelles ou en conditions contrôlées.

En fonction du climat de la région et de l'année, cette somme de températures, entre la récolte et l'enlèvement, ne va pas être atteinte avec le même nombre de jours.



Il convient donc d'adapter sa date d'arrachage à la date d'enlèvement en respectant ce seuil de cumul de température. L'ITB a donc développé l'outil d'aide à la décision Silobet qui permet de déterminer, pour une date d'enlèvement donnée, une plage de dates de récolte entre la date où cette somme sera atteinte pour une année chaude et celle où elle sera atteinte pour une année froide.

Il faut prendre en compte le type de sol et les conditions pédoclimatiques de la parcelle. Dans certains cas (terres drainées, à tendance argileuses ou zones humides), récolter des betteraves après le 15 novembre est risqué. Ce risque doit être pris en compte pour éviter de se retrouver dans une situation de récolte impossible.

Pour les stockages de longue durée, utiliser des betteraves saines, ne pas stocker les betteraves atteintes de rhizoctone brun, rhizoctone violet, *Erwinia*, ou ditylenchus. Les maladies présentes sur les betteraves, même à un stade précoce, vont poursuivre leur développement lors du stockage.

Bien gérer la protection

Une fois le silo constitué, le bâchage permet de protéger les betteraves contre le gel. Le gel fragilise les cellules au moment de la formation des cristaux (pour un gel faible -2°C , apparition d'aspect vitreux puis ramollissement puis rétablissement, pour un gel fort inférieur à -5°C développement de l'aspect vitreux et pourrissement en profondeur).

Le gel a comme conséquence sur les betteraves :

- Une diminution de la teneur en sucre
- Un suintement de jus et développement de micro-organismes
- Des problèmes de filtration en sucrerie

Le bâchage avec une bâche toptex est aussi un moyen d'améliorer le déterrage, car ce type de bâche laisse passer l'air et permet de sécher l'intérieur du silo. Il a d'autant plus d'impact qu'il est utilisé sur des silos en fin de campagne (avec des tares terre plus élevées) et des durées de stockage plus longues.

Il existe trois types de protection contre le gel :

- La bâche TOPTEX® est une toile en polypropylène blanche, non tissée, perforée de petits trous d'aiguilles
- La bâche noire en plastique
- Le paillage

	Bâche noire	Bâche TopTex®	Paillage
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Efficace contre le gel et le vent • Coût 	<ul style="list-style-type: none"> • Réutilisable • Laisse circuler l'air, ce qui améliore l'efficacité du déterrage • Moins sensible au vent 	<ul style="list-style-type: none"> • Pratique • Coût • Laisse circuler l'air
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible au vent • Fragile • Risque d'échauffement du silo 	<ul style="list-style-type: none"> • Un peu moins efficace contre le gel • Coût 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité d'avoir des betteraves propres pour le déterrage
			

Points à retenir :

Les moments de bâchage et de débâchage sont importants :

- Bien suivre les risques de période de gel pour bâcher au bon moment (bâcher trop tôt peut favoriser l'échauffement du silo) : il est conseillé de recouvrir le silo quand la température risque de descendre en dessous de -3°C pendant 2 jours.
- Enlever la bâche juste avant le déterrage pour avoir une efficacité optimum du déterrage.

La forme du silo et le positionnement de la bâche ont un impact sur l'efficacité du bâchage :

- Bien niveler son silo pour assurer une installation optimum de la protection. Cela évite les poches d'air (avec des risques d'échauffements et de repousses), et limite la surface en contact avec l'air.
- Bien lester la bâche pour limiter la prise au vent, notamment pour la bâche noire.
- Laisser, lors de l'installation d'une bâche noire, une cheminée en haut du silo pour favoriser son aération.
- Ne pas oublier de protéger la base du silo où les températures sont les plus froides.



Silo nivelé



Silo non nivelé avec problème de bâchage

Nettoyer à la reprise des silos : utiliser un déterreur

Cette technique se développe en France, elle permet d'éliminer entre 30 et 70 % de la terre et des verts présents dans le silo. Suivant le matériel utilisé, l'emplacement, la dimension et le fond de silo devront respecter certaines contraintes.

Points à retenir concernant l'élimination de la terre par le déterreur :

- L'efficacité du déterrage augmente pour un silo qui a mûri : laisser ressuyer un silo plusieurs jours pour obtenir un bon déterrage.
- La proportion de terre éliminée varie entre 30 à 70 % en fonction de nombreux facteurs (tare initiale, humidité du silo, conditions météorologiques au moment de l'enlèvement).
- Les pertes dues au déterrage sont 3 à 4 fois plus faibles que celles dues à l'arrachage malgré l'impression visuelle souvent laissée.
- Malgré leur efficacité, les déterreurs n'enlèvent pas toute la terre présente dans les silos. Moins il y aura de la terre dans le silo avant le déterrage, moins il y en aura après : la qualité de la récolte reste le principal facteur de la propreté des betteraves.



Avaleur

- Reprise des betteraves au sol par une table de ramassage.
- La largeur du silo ne doit pas être supérieure à 9.50 m.
- Ne peut pas travailler sur une aire stabilisée mais sur une enherbée sans ornière.



Déterreur à trémie

- Betteraves chargées dans la trémie à l'aide d'une grue.
- Permet de déterrer des silos de n'importe quelle taille.
- Attention à ne pas ramasser trop de terre avec la grue.

Attention : les déterreurs utilisent des tables à rouleaux, la présence de cailloux est donc à éviter.

Gestion des résidus issus du déterrage

Une bonne qualité de récolte réduira la quantité de résidus à enlever.

- Ces cordons de déterrage concentrent les maladies et parasites d'une parcelle entière. Ils doivent être restitués à cette parcelle en l'épandant sur une surface la plus importante possible.
- Si l'épandage n'est pas possible juste après le passage du déterreur ou de l'avaleur :
- Regrouper la terre éliminée et la matière organique en andain et le placer en bordure
- Au printemps, remuer cet andain (avec un godet de chargeur par exemple), cela permettra la destruction des repousses d'adventices et de betteraves montées d'une part et cela va accélérer la décomposition de la matière organique et faciliter la reprise d'autre part
- Epancher ces andains dans la parcelle dont ils sont issus sur toute la surface (idéalement avec un épandeur à fumier) après la culture suivant une betterave.



La reprise des cordons de déterrage permet de détruire les repousses de betteraves sauvages et d'adventices

Vos contacts à Paris

Département Technique et Scientifique

Responsable : **Fabienne Maupas**
f.maupas@itbfr.org - 06 74 35 78 40

Responsable adjoint : **Rémy Duval**
r.duval@itbfr.org - 06 07 87 13 48

Modélisation / méthodologie / monitoring

Responsable : **Fabienne Maupas**

Responsable innovations variétales :
Fabienne Maupas

Responsable analyse de données :
Juliette Adrian
j.adrian@itbfr.org - 06 19 57 72 73

Responsable suivi des pratiques culturales / agricoles :
Céline Gouwie
c.gouwie@itbfr.org - 06 07 96 81 24

Responsable gestion durable des bioagresseurs :
Frédéric Boyer
f.boyer@itbfr.org - 06 12 22 18 83

Agronomie / environnement

Responsable système de culture : **Rémy Duval**

Responsable agroéquipements :
Hugo Crécy
h.crecy@itbfr.org - 06 07 96 81 22

Responsable protection de la culture :
Cédric Royer
c.royer@itbfr.org - 06 86 65 02 53

Responsable agronomie :
Paul Tauvel
p.tauvel@itbfr.org - 06 12 24 86 33

INSTITUT TECHNIQUE DE LA BETTERAVE

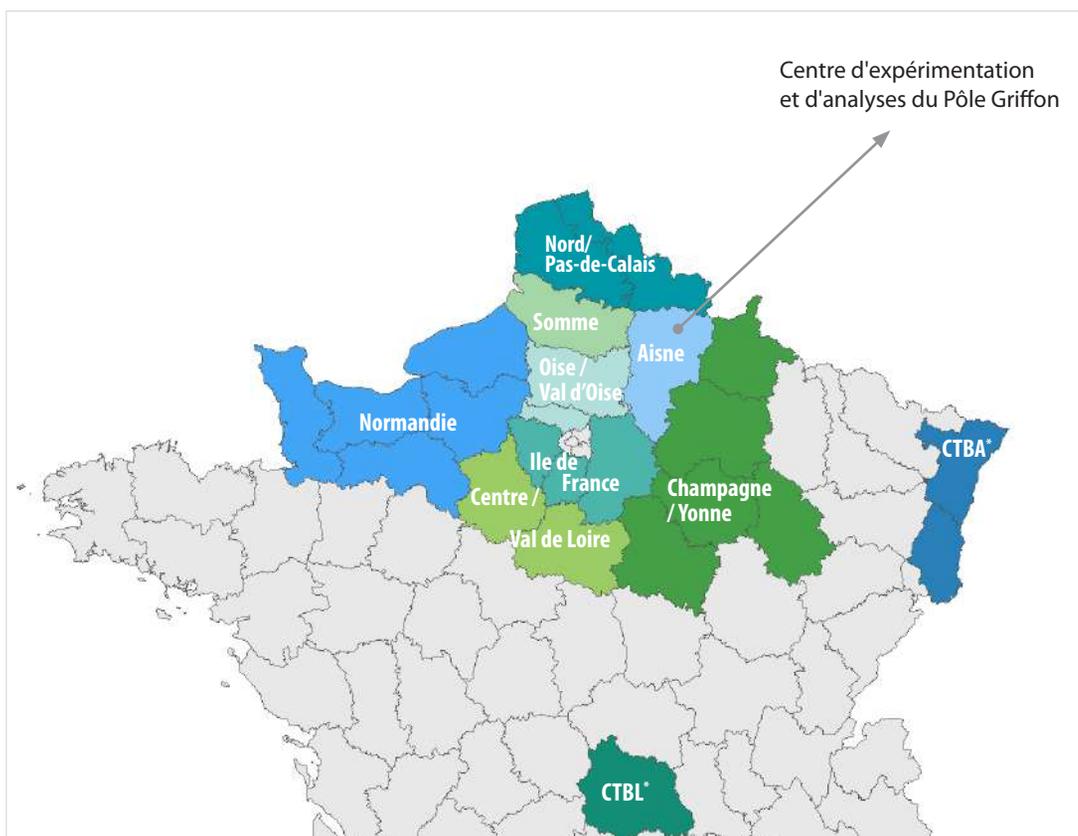
45 rue de Naples - 75008 Paris

01 42 93 13 38

itb@itb.org

www.itbfr.org

Vos contacts en régions



*Partenariats avec :

- CTBA : Centre Technique Betteravier d'Alsace
- CTBL : Centre Technique Betteravier Limagnes

Département expérimentation et expertise régionale

Responsable : **Ghislain Malatesta**
g.malatesta@itbfr.org - 06 07 04 93 74

Coordination technique du Pôle Griffon

Pôle du Griffon
4 rue Denis Papin
02000 LAON

03 23 24 27 64

Marc Fallet
Coordinateur technique
m.fallet@itbfr.org
06 85 55 89 49
Stéphanie Heno
Coordinatrice qualité
s.heno@itbfr.org
06 27 81 33 50

Délégation régionale **AISNE**

Pôle du Griffon
4 rue Denis Papin
02000 Laon
03 23 24 23 85
itb02@itb.org

François Courtaux
Délégué - 06 85 55 89 51
Jean-Charles Germain
Adjoint - 06 85 55 89 50

Délégation régionale **OISE / VAL d'OISE**

2 av. du Maréchal Foch
60190 Estrées St Denis
03 44 23 19 67
itb60@itb.org

Philippe Delefosse
Délégué - 06 08 27 94 79
Romain Vichard
Adjoint - 06 85 55 89 52

Délégation régionale **SOMME**

Maison des agriculteurs
19 bis rue Alexandre Dumas
80096 Amiens Cedex 3
03 22 93 42 01
itb80@itb.org

Thierry Leclère
Délégué - 06 85 55 89 54
Yohan Debeauvais
Adjoint - 06 08 27 95 06

Délégation régionale **NORMANDIE**

Route de Dieppe
7 ZAC du Gros Chêne
76230 ISNEAUVILLE
02 35 12 26 72
itb76@itb.org

Alexandre Métais
Délégué - 06 07 96 81 25
Nicolas Maillard
Adjoint - 07 77 25 91 83

Délégation régionale **NORD / PAS-DE-CALAIS**

60 avenue Roger Salengro
BP 80074
62223 ST LAURENT BLANGY
03 91 19 23 35
itb59@itb.org

Vincent Delannoy
Délégué - 06 08 27 95 15
René Chivet
Adjoint - 06 08 48 68 54

Délégation régionale **CENTRE / VAL DE LOIRE**

8 rue Gabriel Lelong
45300 PITHIVIERS
02 38 34 55 84
itb45@itb.org

Pierre Houdmon
Délégué - 06 08 47 21 30
Hugues Bergamini
Responsable expérimentation
06 08 27 94 94
Anne-Laure Chambenoit
Adjointe - 06 46 24 52 58

Délégation régionale **ILE DE FRANCE**

51 impasse Antoine Lavoisier
77000 VAUX LE PENIL
01 60 56 02 15
itb77@itb.org

Henry de Balathier
Délégué - 06 07 04 93 80

Délégation régionale **CHAMPAGNE / YONNE**

Maison des agriculteurs
2 rue Léon Patoux
51100 REIMS
03 26 61 85 61
itb51@itb.org

Pascal Amette
Délégué - 06 18 75 86 82
Maxime Allart
Responsable expérimentation
06 85 55 89 53
Jacques Deleplace
Adjoint - 06 76 97 69 33
Matthieu Meens
Adjoint - 06 27 81 36 58

INSTITUT TECHNIQUE DE LA BETTERAVE

📍 45 rue de Naples - 75008 Paris

☎ 01 42 93 13 38

✉ itb@itb.org

🌐 **www.itbfr.org**



@ITBetterave



@ITBetterave



www.itbfr.org



R A I S O N N E R L ' I T I N É R A I R E B E T T E R A V E