

Culture de la betterave sucrière



Préface

Edition 2015

Ce guide est un outil de travail pour tout planteur de betterave désireux de réussir sa culture et d'optimiser son itinéraire technique cultural au travers de pratiques agricoles des plus respectueuses de l'environnement.

Il regroupe des informations diffusées par l'Institut Technique de la Betterave (ITB) et se veut une référence complète de l'itinéraire technique de la betterave sucrière depuis le choix des variétés et jusqu'à sa mise à disposition pour le chargement vers l'usine de production de sucre.

Ces informations résultent des recherches exhaustives menées par l'ITB, au travers d'expérimentations de nouvelles technologies, d'acquisition de données auprès des planteurs eux-mêmes, et de l'analyse rigoureuse et approfondie de ces données. Consolidées d'année en année, ces informations constituent des références incontournables qui permettent à l'ITB de délivrer des conseils techniques à haute valeur ajoutée, et reconnus par toute la filière betterave-sucre.

Des outils d'aide à la décision mis au point par l'ITB complètent les informations de ce guide, et nous vous encourageons à les consulter en libre accès sur le site de l'ITB : www.itbfr.org.

SILOBET et PERFBET, les derniers nés de 2013 et 2014, permettent notamment des simulations personnalisées sur la gestion du stockage et l'optimisation du plan de charge.

L'ITB participe à faire de la culture betteravière une production en progrès permanent, tant quantitativement qu'économiquement. En témoignage des fruits de notre recherche, de la maîtrise et de l'adaptabilité permanente de nos conseils, trois des six dernières campagnes apparaissent comme les meilleures récoltes effectuées à ce jour, avec le record de 2011 à 15 tonnes sucre/ hectare.

Dans un contexte européen à forts enjeux, l'ITB continue de mettre son expertise au service de la filière afin d'apporter à la betterave sucrière les conditions et moyens lui permettant d'exprimer son potentiel et d'importants progrès sont encore à venir.

Bonne lecture et bonne culture betteravière.



Institut Technique de la Betterave
45 rue de Naples - 75008 Paris
Tél. 01 42 93 13 38
Courriel : itb@itbfr.org - www.itbfr.org



Vincent Laudinat
Directeur Général de l'ITB

Sommaire

1. Le site Internet de l'ITB.....	3
2. Choix des variétés.....	6
3. Interculture.....	10
4. L'analyse de terre.....	14
5. Acidité et Chaulage.....	15
6. Fertilisation Phosphatée, Potassique et Magnésie	18
7. Oligoéléments : Bore, Manganèse, Soufre.....	21
8. Apports organiques	24
9. Fertilisation azotée	26
10. Travail du sol	30
11. Semis	35
12. Ressemis.....	38
13. Protection de la culture	39
14. Désherbage.....	44
15. Diagnostic de printemps.....	51
16. Diagnostic été	56
17. Diagnostic automne	62
18. Irrigation.....	66
19. Récolte	67
20. Stockage.....	72
L'organigramme ITB.....	76

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 les plus complètes possibles, renouvelées régulièrement et qui suivent jour après jour les événements du terrain.

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

L'actualité de la betterave mise à jour quotidiennement

- Suivre l'actualité betteravière de votre région en images
- Consulter le réseau d'observation des maladies
- Etre alerté par les avis de traitement, notes d'informations ...

Vous y trouverez aussi des informations relatives à l'actualité nationale de la betterave :

- Situations mensuelles
- Messages et notes d'informations
- Des suivis sur les thèmes de saison (maladies, irrigation...)



**Carte Vigiculture du suivi des maladies
Resobet-Fongi pour le BSV**

Une base documentaire disponible

Vous pouvez accéder à l'ensemble des publications de l'ITB.

- Synthèses de différentes études
- Informations générales sur la culture
- Itinéraire technique :
 - Interculture
 - Fertilisation
 - Implantation de la culture
 - Variétés /semences
 - Protection de la culture
 - Récolte
 - Environnement



Les outils interactifs

EGS 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, conçu en collaboration par Arvalis-Institut du Végétal, le Cetiom et l'ITB selon la méthode d'Analyse de Cycle de Vie, prend en compte les intrants consommés à toutes les étapes de la rotation – carburant consommé, fertilisation, destination de la récolte ainsi que le volume de produits récoltés. Il s'appuie sur des références solides, obtenues après évaluation expérimentale et statistique des impacts directs, liés à la production, et indirects, liés à la fabrication et à la mise à disposition des intrants et ressources énergétiques.



L'utilisateur sélectionne les cultures de la rotation et le type de sol de l'exploitation. Puis, pour chaque culture, il fournit les renseignements relatifs à cinq postes de l'exploitation : interculture, travail du sol, fertilisation, irrigation et protection des plantes, récolte. Ces informations permettent d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que l'énergie produite et consommée au cours de la rotation. L'utilisateur a la possibilité de conserver ces résultats. Il peut aussi simuler très rapidement l'impact de modifications des successions de cultures et de pratiques.

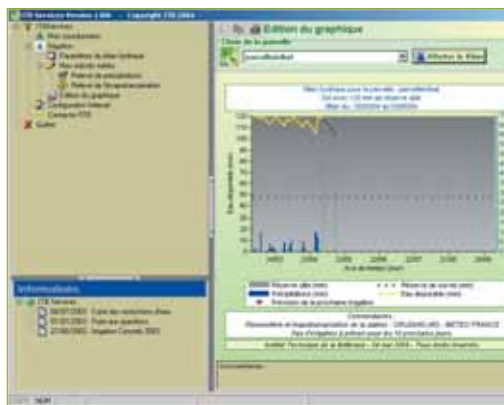
IRRIBET Raisonner son irrigation

Outil diffusé sous la forme d'un programme exécutable disponible dans la rubrique :

"Outils interactifs" / "ITB Services"

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



Pour déclencher un **tour d'eau** au meilleur moment.

FERTIBET Raisonner sa fertilisation P et K

Outil en ligne disponible dans la rubrique :

"Outils interactifs" / "Fertibet"

- 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

Calculer et simuler les **apports PK**.

DIAGBET Déterminer les bioagresseurs de la betterave

Outil en ligne disponible dans la rubrique :

"Outils interactifs" / "Diagbet"

La détermination se fait pas à pas, soit par la description de la plante, soit par la description des dégâts.

Cet outil permet une meilleure adéquation entre les besoins de la culture et les moyens à mettre en oeuvre. Leur utilisation fait avancer l'agriculture raisonnée.

SILOBET Bien gérer son stockage

Outil en ligne disponible dans la rubrique :

"Outils interactifs" / "Silobet"

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.

Comment bien choisir ses variétés ?

"Quelles caractéristiques dois-je prendre en compte et avec quelle hiérarchie ?" pour gérer au mieux les conditions particulières attendues pour chaque parcelle. En effet, les résultats de rendement publiés résultent de l'analyse de l'ensemble des essais, qui sont en général retenus parce que leur précision est suffisante, et ceci du fait que les aléas de la production ont été bien gérés.

Dans la pratique, des difficultés peuvent survenir : de structure de sol, de sécheresse, d'excès d'eau, de maladies du feuillage ou de rhizomanie et nématodes, d'une levée difficile, de montées à graines, de richesse, etc. qui vont modifier les résultats et les classements des variétés et valoriser des caractéristiques de telle ou telle variété telles que vigueur à la levée, vitesse d'implantation, tolérance ou résistance à telle ou telle maladie, réduction de la tare terre etc.

C'est par rapport à ces aléas qu'il faut adapter son choix : des choix qui nécessitent une démarche de mise en relation entre les risques supposés pour la parcelle et les caractéristiques des variétés pour y faire face.

Priorité 1 - Choisir la résistance variétale en fonction des observations passées de maladies dans la parcelle

Présence de nématodes à kystes : choisir une variété tolérante au nématode

La présence de nématodes à kystes doit avoir été repérée dans les cultures précédentes de betteraves. Cette présence se manifeste par :

- Ronds de flétrissements et symptômes de carence magnésienne.
- Rendements anormalement faibles (-15 % par rapport à la moyenne régionale).
- Kystes observés sur les racines.

L'offre variétale est importante et se diversifie à de nouvelles origines génétiques. Les performances de rendement de ces variétés progressent et le risque de pénalité en cas de pression réduite de nématode est minime pour les variétés les plus performantes.

Le choix variétal peut prendre en compte l'importance de la pression nématode (étendue des zones avec nématodes dans la parcelle) et le niveau de pression en rhizomanie. En présence de forte pression de rhizomanie et de nématode à kystes, utiliser les variétés qui combinent une très bonne résistance à la rhizomanie et la tolérance aux nématodes.

Le choix variétal doit être réalisé en tenant compte de ces 2 facteurs :

- Pression de nématode (ou importance de la surface concernée dans la parcelle)
- Importance de la pression de rhizomanie

Risque de forte pression de rhizomanie

Depuis plusieurs années, on observe une évolution de la gravité de la rhizomanie dans les zones historiques du sud de Paris, sur environ 5 000 ha. Il est probable que le virus s'adapte progressivement à la résistance variétale des premières variétés tolérantes. Dans ces situations les variétés "tolérantes à la rhizomanie" qui ne disposent que d'un gène de résistance peuvent subir des dégâts très importants du fait de ce virus. Les sélectionneurs ont pris en compte cette évolution en intégrant plusieurs sources génétiques de résistance à la rhizomanie.

Dans ces situations, l'ITB recommande d'utiliser des variétés présentant la "double résistance" qui sont référencées dans la colonne rendement en forte pression rhizomanie du numéro spécial variété de la technique betteravière.

Présence confirmée de rhizoctone brun : choisir une variété tolérante au rhizoctone

Repérer la présence de rhizoctone :

- Observations au champ de ronds de rhizoctone brun.
- Betteraves pourries à la récolte.
- Diagnostic confirmé par un technicien.
- Maïs dans la rotation, irrigation.
- Rendement faible.

En situation de cercosporiose fréquente

Les résultats d'essais montrent très régulièrement la relation qui existe entre la sensibilité des variétés aux maladies foliaires et les pertes de rendements provoquées quand cette maladie ne peut être suffisamment contrôlée.

Dans les conditions suivantes :

- Dans les zones géographiques où cette maladie est présente.
- Dans les situations les plus favorables à la maladie, telles que
 - betteraves sur betteraves,
 - betteraves en parcelles voisines d'une parcelle attaquée l'année précédente,
 - betteraves en parcelles voisines d'une aire utilisée l'année précédente pour stocker des betteraves elles-mêmes atteintes de cercosporiose

Ces variétés sont indispensables pour assurer une production de haut niveau.

L'évolution observée dans le niveau de résistance des variétés citées permet d'envisager la mise en œuvre d'une stratégie de protection différente apportant une meilleure souplesse dans la réalisation des interventions et la possibilité potentielle de réduire le nombre de traitement.

Dans toutes les situations à risques élevé ou modéré référencés ci-dessus, éviter de choisir une variété sensible est la première action à mettre en œuvre.

Dans les régions où l'oïdium est la maladie dominante, choisir une variété avec un niveau de résistance élevé à l'oïdium permet de réduire l'usage des fongicides tout en ayant une production très élevée.



Comportement remarquable d'une variété résistante en absence de traitement

Priorité 2 - Choisir plusieurs variétés

Il faut répartir les risques entre plusieurs sélectionneurs, plusieurs procédés de production et de préparation des graines.

- En semant plusieurs variétés
- Pas plus de 50 % de la sole betteravière par variété pour des petites surfaces (moins de 10 ha).
- Pas plus de 20 % de la sole betteravière par variété pour des grandes surfaces (50 ha et plus).
- En diversifiant les semenciers.

Priorité 3 - La sécurité : choisir des variétés éprouvées sur deux ou trois ans, dans la liste

L'innovation doit être testée sur des surfaces limitées. S'il est prévu d'utiliser plus d'une variété, 10 % maximum de la surface peut êtreensemencé avec des variétés nouvelles prometteuses, mais dont les performances doivent être confirmées.

Les critères stabilité pour le rendement racine et la richesse expriment les différences de comportement des variétés en fonction des conditions climatiques de chaque année d'expérimentation.

Priorité 4 - Orienter le choix vers des caractéristiques utiles dans la parcelle

Levées régulièrement difficiles : semis précoces, terres battantes...

Le critère qualité de levée peut également être exprimé par la vitesse de levée des variétés.

Ce caractère directement visible au champ est un bon indicateur de la vigueur des graines et l'aptitude des variétés à mettre en place une bonne population de manière homogène.

Entre la première et la dernière variété, il peut y avoir une différence de pratiquement 25°C jour, soit environ 2 jours. Il peut être utile de privilégier ce critère pour les situations où la levée est régulièrement difficile.

La richesse

A poids valeur équivalent, choisir une variété plus riche. C'est ainsi que l'on minimise les coûts de transport et les coûts industriels.

Tare terre régulièrement élevée

Le choix d'une variété adaptée est un des éléments d'une action globale de réduction de la tare terre. En situation de tare terre élevée, les différences entre les variétés s'accroissent montrant que, dans ces cas, le choix variétal peut participer à la réduction de tare terre. Toutes les variétés sont décrites dans la colonne "terre attenante" de la technique betteravière Variété.

Montée à graines

Le taux de montées à graines est sous la dépendance de deux caractéristiques variétales :

- La résistance à la vernalisation. L'amélioration génétique a permis de diminuer dans des proportions très importantes les taux de montées en conditions de semis précoces. La résistance à la montée est mesurée dans des essais spécifiques (Observatoire des variétés) placés en bordure maritime et en conditions de semis précoces, là où les conditions sont les plus favorables à la montée. La colonne "Nombre de montées (en pour mille)" indique le niveau de résistance des variétés. Cette résistance n'étant bien évidemment pas totale (il faut aussi pouvoir produire des graines), des recommandations sont données quant aux dates de semis à respecter. Il faut remarquer que les variétés doubles tolérantes, nématodes-rhizomanie, mais surtout rhizoctone brun-rhizomanie ont encore des niveaux de résistance faible à la montée. Le respect des dates est donc impératif.
- La présence fortuite de betteraves annuelles ou "quasi annuelles" dans le lot de semences qui produit des montées, en nombre beaucoup plus faible, mais qu'il faut absolument éliminer car elles produisent des graines fertiles de betteraves annuelles donc des betteraves mauvaises herbes. En grandes surfaces et manque de main d'œuvre, il est important de prendre en considération ce critère.

Evaluer le risque de vernalisation

La montée à graines est favorisée principalement par une accumulation de basses températures. Cette phase de vernalisation est d'autant plus importante que l'on dépasse 17 jours non consécutifs entre le semis et le 90^{ème} jour après le semis où la température mini est inférieure ou égale à 5°C. D'après les travaux de modélisation réalisés, la vernalisation peut être annulée par l'accumulation de hautes températures. Cette phase de dévernalisation est d'autant plus importante que l'on cumule plus de 7 jours non consécutifs entre le 60^{ème} et le 120^{ème} jour après le semis avec une température maxi supérieure ou égale à 25°C. La sensibilité génétique des variétés va également influencer le niveau de montée à graines.

Comment bien utiliser ses variétés ?

1. Proscrire les mélanges de variétés dans le semoir : levée plus régulière, traitements et récolte facilités.
2. Choisir la protection de semence adaptée à la région et à l'historique de la parcelle : voir pages 52
3. Bien stocker les semences non utilisées : il est parfaitement possible de ressemer des semences non utilisées d'une année sur l'autre. Le stockage doit être réalisé en conditions sèches, en évitant des températures élevées. Conserver les graines dans leur emballage d'origine. Si les boîtes sont ouvertes, les fermer avec un adhésif.



Semis de betteraves



Montée à graines dans une parcelle

Conduite des couverts

Choix des espèces et des variétés

- Lorsque l'objectif du couvert est de piéger l'azote, les repousses de céréales n'ont généralement qu'une efficacité limitée, si elles ne sont pas réparties uniformément.
- Les repousses de colza comme plante de couverture sont **très déconseillées**.
- **Les associations d'espèces incluant une légumineuse sont autorisées dans les départements betteraviers**. Elles doivent être semées tôt (avant le 20/08). Elles amènent une plus forte restitution d'azote qu'un couvert classique. Dès règles de gestion précises peuvent figurer dans les réglementations départementales (programmes d'actions de la directive nitrates).
- Dans les exploitations où la présence de nématode du collet *Ditylenchus* a été détectée, on évitera les couverts d'avoine, de seigle et de féverole.
- Crucifères et nématodes : voir page 63.

Dates de semis et de destruction

- Implanter tardivement un couvert limite fortement sa capacité de croissance et de piégeage d'azote.
- Il est recommandé de détruire les couverts assez tôt avant l'hiver, sauf cas particulier de sols superficiels et/ou filtrants (sableux). Il faudra prendre garde au risque de reprise de végétation des graminées mal enfouies.
- Dans les parcelles présentant une infestation de nématodes à kystes, une crucifère nématicide protège d'une multiplication, mais ne réduit efficacement les populations qu'avec un semis très précoce.

Mode de semis

- Le semis doit intervenir après 1 ou 2 déchaumages qui assureront le mélange de la paille et une destruction des adventices et des repousses.
- Privilégier un semis en ligne pour garantir une bonne levée et une couverture homogène.
- En conditions sèches, un roulage post semis sera bénéfique.

Destruction des couverts

- Respecter les dates ou stades réglementaires définis par la directive nitrates.
- Sauf couvert de nyger ou moha, ne pas compter sur le gel pour une destruction complète.
- Des moutardes peu élevées ou des radis peuvent être directement labourés.
- Le roulage n'est efficace que si le couvert est bien gelé.
- Les destructions chimiques sont surtout justifiées en situation de non labour ou de sols argileux labourés en été.
- Se référer aux réglementations départementales qui peuvent limiter le recours aux destructions chimiques.



Association radis et trèfle d'Alexandrie



Association phacélie et trèfle

Classement des variétés de crucifères anti-nématodes selon leur précocité de floraison
(Synthèse de 9 essais ITB Aisne, Somme et Marne de 2007 à 2011)

Radis			Caractères remarquables		
	Variété	Commercialisation	Installation	Développement	Gel
Très tardifs	Adios	Semences Vertes	●		
	Commodore	Alpha Semences			
	Compass	Alpha semences	●	●●	●
	Contra	Saaten Union			
	Defender	Alpha Semences	●	●	●
	Doublet	Semences Vertes			
	Final	Alpha Semences			●
	Ramses	Joordens			
	Terranova	Jouffray-Drillaud			
Tardifs	Anaconda	Ragt		●	
	Cardinal	Carneau		●	●
Intermédiaires	Colonel	Deleplanque		●	
	Pegletta	Petersen	●	●	
	Radical	Joordens			
Précoces	Carlos	Carneau			

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

Légende

Installation	● = installation rapide
Développement	● = très couvrant (*)
Gel	● = assez sensible au gel (**)

(*) Note de développement aérien. Ne prend pas en compte le développement racinaire (radis)

(**) Sensibilité équivalente à celle d'une moutarde, destruction proche de 100% avec 2 jours à T° mini < -10°C et T° maxi ≤ 0°C

A noter

La variété doit être choisie selon la date de semis probable. Les variétés de moutardes les plus tardives ont généralement une installation et un développement plus lents que les variétés précoces.

Du semis à la destruction

Périodes de semis et densités

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

(*) 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.

Comportement de diverses espèces légumineuses, aptitude à l'association

Espèces	Type	Vigueur	Aptitude à l'association	Sensibilité au gel	Surcoût d'un mélange
Trèfle	Alexandrie	Bonne	Bonne	Peu gélif	Faible à nul
Trèfle	Michelli	Faible	Faible	Peu gélif	Faible à nul
Trèfle	Perse	Moyenne	Bonne	Moyenne	Faible à nul
Trèfle	Incarnat	Faible	Faible	Peu gélif	Faible à nul
Vesce	Pourpre	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyen
Vesce	Commune	Bonne	Bonne	Peu gélif	Moyen
Vesce	Printemps	Bonne	Bonne	Moyenne	Moyen
Pois fourrager	Printemps	Bonne	Moyenne (semis)	Sensible	Faible à nul
Fenugrec		Faible	non testé	Sensible	Elevé
Gesse	Printemps	Moyenne	non testé	Peu gélif	Elevé
Lentille	Noirâtre	Bonne	non testé	Peu gélif	Elevé
Féverole	Printemps	Bonne	Double semis	Moyenne	Faible



Association radis et vesce commune



Association avoine et trèfle d'Alexandrie

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.

Estimation de la production

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

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

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

Modalités de destruction des couverts

Espèces	Développement	Sensibilité au gel (*)	Destruction mécanique	Destruction chimique Glyphosate (**)
Moutarde	Faible à moyen	sensible	Labour direct ou roulage du couvert gelé	720 g/ha
	Bien développée	sensible	Broyeur ou roulage du couvert gelé	1080 g/ha
Radis	Faible à moyen	selon variétés	Labour direct possible	720 g/ha
	Bien développé	selon variétés	Broyeur ou outil à disques	1080 g/ha
Seigle	Faible à moyen	non gélif	Outil de déchaumage ou labour direct	720 g/ha
	Bien développé	non gélif	Outil de déchaumage	1080 g/ha
Avoine	Faible à moyen	sensible	Outil de déchaumage ou labour direct	720 g/ha
	Bien développée	sensible	Outil de déchaumage	1080 g/ha
Phacélie	Faible à moyen	sensible	Labour direct ou roulage du couvert gelé	720 g/ha
	Bien développée	sensible	Broyeur ou roulage du couvert gelé	1080 g/ha

(*) La sensibilité d'une espèce au gel limite le risque de salissement par des repousses ou repiquages, mais elle ne permet généralement pas de s'affranchir d'une intervention mécanique ou chimique.

(**) Dose maximale annuelle autorisée : 2880 g/ha de glyphosate. L'efficacité de l'application est fortement conditionnée par les conditions d'application : absence de vent, température suffisante, bonne hygrométrie.

Remarque : après roulage, préférer une incorporation par un outil à disques.

Les réglementations départementales peuvent limiter les possibilités de destruction chimique.

Réaliser et lire l'analyse de terre

- Réaliser l'analyse physique de terre (granulométrie, teneur en matière organique) pour chacune des parcelles.
- A réaliser avec décarbonatation pour tous les sols calcaires (limons calcaires, sols de craie, argilo-calcaires).
- Inclure une mesure de teneur en azote organique.
- L'analyse chimique est à réaliser à fréquence régulière sur chacune des parcelles, tous les 5 ans environ.
- Prélever toujours à la même période, sur sol nu, début d'automne après récolte de céréales ou en hiver avant culture de printemps.
- Effectuer le prélèvement dans une zone homogène correspondant au type de terre le plus représenté dans la parcelle. Eviter la simple diagonale en aveugle. Lors des analyses ultérieures, toujours prélever dans la même zone de la parcelle.
- Réaliser 8 prélèvements dans l'horizon labouré pour constituer l'échantillon. Si la parcelle est en non labour, réaliser l'échantillon sur la profondeur 0-30 cm.
- La valeur de la teneur en P_2O_5 est liée au mode d'analyse (Joret-Hébert ou Olsen). En sols alcalins des Flandres ($pH > 8$), la mesure Olsen est impérative.
- Les chiffres (analyse et quantité d'engrais conseillés) sont toujours donnés dans l'unité officielle :
 - le phosphore est exprimé en P_2O_5 , 1 kg de P_2O_5 équivaut à 0,45 kg de P élémentaire.
 - le potassium est exprimé en K_2O , 1 kg de K_2O équivaut à 0,82 kg de K élémentaire.
 - la magnésie est exprimée en MgO , 1 kg de MgO équivaut à 0,6 kg de Mg élément.
- Les résultats d'analyse de sol figurant sur les bulletins des laboratoires sont exprimés en ppm (parties par millions) ou en ‰ (pour mille, soit 1000 ppm).



Chauler pourquoi, comment ?

- L'acidification est un processus permanent dans les sols cultivés et inhérent à la production agricole. 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		inférieur 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	inférieur à 7,3	Apport pour augmenter le pH
		plus de 7,3	Apport pour augmenter la réserve carbonatée (CaCO_3)
	plus de 3	inférieur 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	inférieur 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 amendant 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. 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. 3 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 (voir tableaux pages 26-27).
- 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 peuvent exister en végétation après une période sèche, sans conséquences pour la productivité.
- 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 (voir pages 26-27).
- 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 racelles.

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 remarquée sur la parcelle, lors des précédentes betteraves, de symptômes confirmés par l'analyse des feuilles.

Par ailleurs, l'apport de magnésie sous forme de sulfate constitue de fait un apport de soufre (100 kg de sulfate de magnésie 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.

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.



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 K_2O , P_2O_5 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



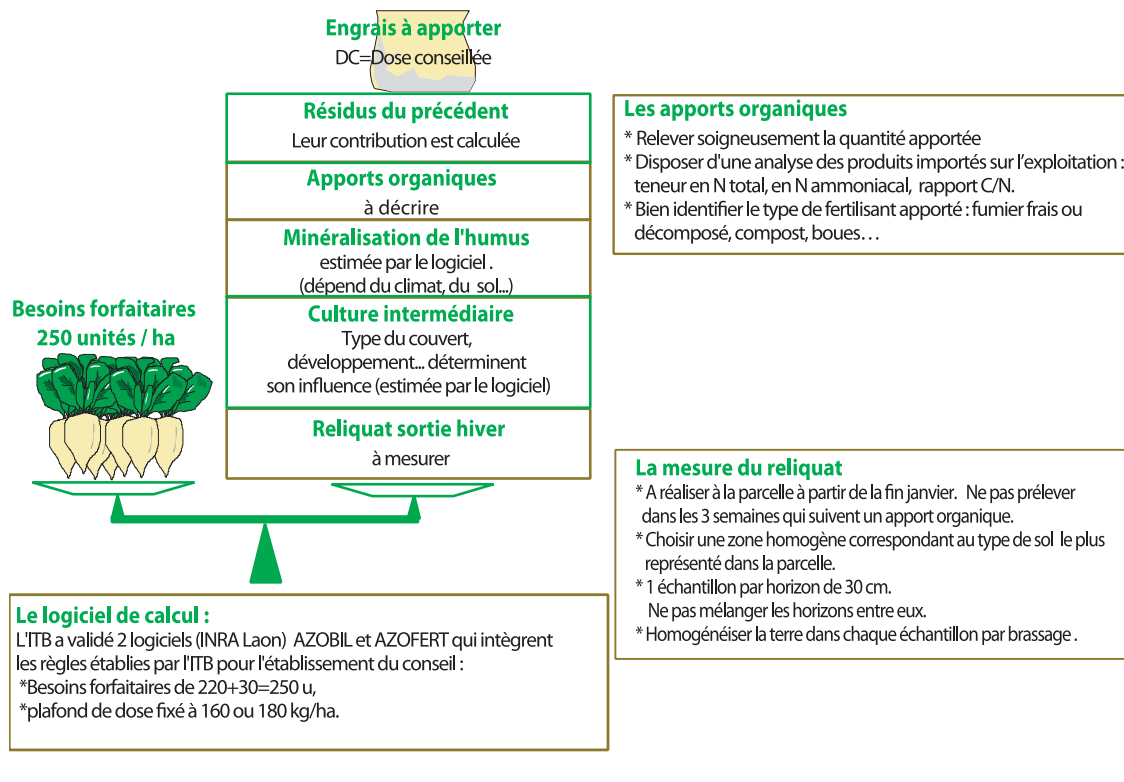
La contribution phosphatée, potassique et magnésienne des apports organiques

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

Produits	Doses	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (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 doit être privilégiée, particulièrement en cas de couvert en interculture, avec fertilisants organiques d'automne ou d'hiver.
- 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 à des chiffres moyens publiés régionalement, en choisissant une référence correspondant au même type de sol et au même précédent cultural, éventuellement à une fumure organique de même nature (incertitude augmentée dans ce cas).
- On peut extrapoler une mesure de reliquat à d'autres parcelles si ces parcelles ont le même type de sol, même précédent, même fertilisation organique et une gestion de l'interculture similaire.
Ne pas utiliser un conseil obtenu dans une rotation avec protéagineux et/ou luzerne pour une parcelle conduite dans une rotation sans protéagineux ni luzerne.
- La fiche de renseignements doit être remplie avec soin.

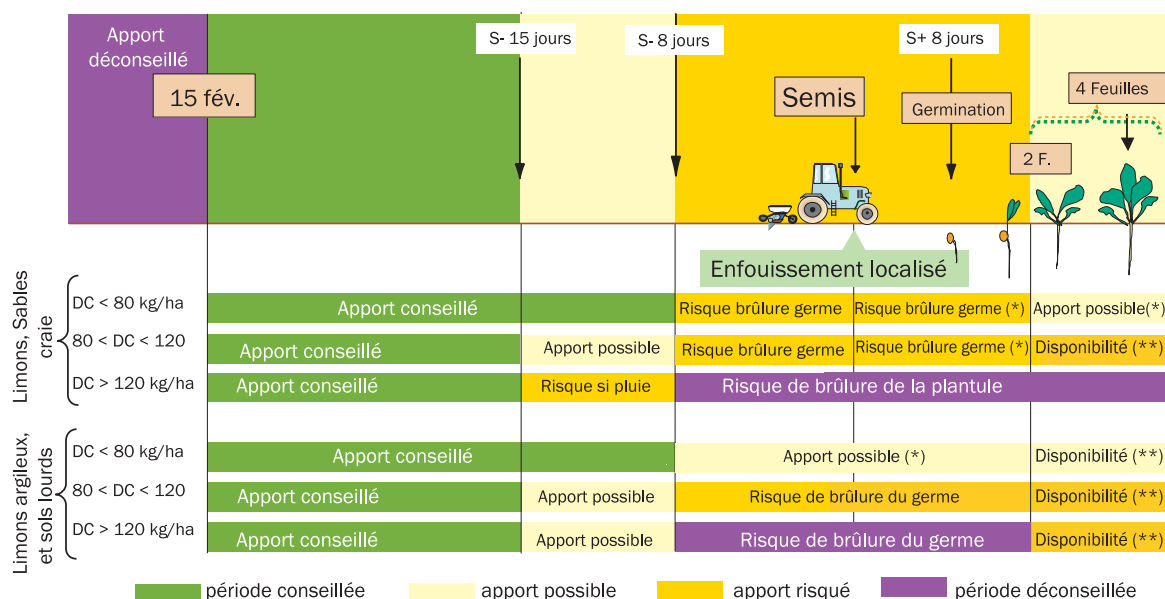
Conseils spécifiques au logiciel AZOFERT*

- Lors des analyses de terre, demander une analyse de la teneur en azote organique N%.
- Si le sol est calcaire, demander une analyse physique de terre avec décarbonatation.

Modalités d'apport

- Réaliser l'apport avant le travail de reprise ou de préparation, éventuellement avant labour de printemps.
- Privilégier les apports entre -20 et -10 jours avant la date de semis présumée.
- Eviter les apports juste avant semis ou post semis pré-levée pour des doses moyennes à élevées (plus de 60 kg/ha).
- L'azote sera apporté sous forme ammonitrate solide ou solution azotée, sans correction de dose pour l'une ou l'autre forme. L'urée n'est pas conseillée en apport de surface (sans enfouissement).
- En sol à pH supérieur à 7,5, la volatilisation de l'engrais peut être évitée par un enfouissement immédiat après l'apport.

Azote: dates d'apport conseillées



(*) Forme ammonitrate conseillée

(**) La disponibilité pour la plante peut être retardée. Un prélèvement retardé peut affecter la croissance et pénaliser la qualité technologique.

Apports fractionnés

Lorsque la dose conseillée dépasse 80 kg/ha, des apports fractionnés peuvent être conseillés en sols non calcaires peu profonds (moins de 80 cm) et surtout en sols très filtrants (sols superficiels, sables). Le premier apport (1/2 à 2/3 de la DC) sera réalisé en respectant un délai de 8 à 10 jours avant semis, le second apport, correspondant au complément à la dose DC, ne dépassera pas 80 kg/ha et sera réalisé à partir du stade "crosse" en début de levée et avant le stade 4 feuilles vraies.



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

Sols à dominante limoneuse	Sols à dominante argileuse	Sols à dominante sableuse	Sols 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)	‰	Ph de l'horizon superficiel	‰
Teneur en sables	‰	Charge en cailloux	‰
Teneur en calcaire total (CaCO3)	‰	Profondeur de labour	Cm
Carbone organique total	‰	Y a-t-il un obstacle à l'enracinement ?	Cm
Azote total	‰	☐ Non ☐ Si oui, profondeur :	Cm

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 cultural de la parcelle

Labour (occasional ou permanent)	Habitudes d'apports organiques	Habitudes de cultures intermédiaires	Historique prairie (hors luzerne)
☐ Non ☐ Oui	☐ Non ☐ Oui	☐ Non ☐ Oui	☐ Pas de prairie
Devenir habituel des résidus	Si oui : Nature : ☐ type lisiers, Vinasses, boues Fréquence : ☐ 2 à 5 à 10 ans, ☐ 3 à 3 à 5 ans, ☐ 4 à 1 à 3 ans	Si oui : Nature : ☐ Crucifères, ☐ graminées, ☐ autres Fréquence : ☐ 2 à 3 ans et +, ☐ 3 à 1 à 2 ans	☐ 3 Retournement depuis 3 ans ou + Sinon, retournement il y a : ☐ 1 an ou moins, ☐ 2 à 2 ans Durée de la prairie : ☐ 1 à 2 à 3 ans, ☐ 3 à 7 à 10 ans, ☐ 2 à 4 à 6 ans, ☐ 4 + de 10 ans

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

Nature du précédent cultural

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

Rendement : _____ Q/ha Devenir des résidus : ☐ 0 enfouis ☐ 1 enlevés ou brûlés ☐ 2 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 : _____

Tableau à remplir pour chaque produit organique apporté : Voir la réglementation en vigueur dans votre département

Code Produit (voir liste)	Quantité (Tonnes ou m³/ha)	Date d'apport
Apport 1		____/____/____
Apport 2		____/____/____
Apport 3		____/____/____

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

Code produits organiques :

FBD Fumier de bovin décomposé	FIV Fientes de volailles	BOPA Boues 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 Boues liquides	CF Compost forestier	
FUV Fumier de volailles	BUD Boues deshydratées	CFI Compost fientes de volailles	

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

Culture intermédiaire précédant la culture à fertiliser

Présence ☐ Non ☐ Oui Date d'implantation : ____/____/____

Nature de la culture intermédiaire : _____

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)

Culture à fertiliser

Culture à fertiliser : _____ Rendement prévisionnel : _____ Q/ha

Date d'implantation de la culture* : ____/____/____

Date probable de récolte : ____/____/____

Type d'engrais majoritairement utilisé :
☐ 1 Ammonitrate ☐ 5 Ammonitrate anhydre
☐ 2 Nitrate de chaux ☐ 6 Phosphate d'ammoniaque
☐ 3 Solution azotée ☐ 7 Sulfate d'ammoniaque
☐ 4 Urée

Apport d'azote en localisé ☐ Non ☐ Oui

Irrigation ☐ Non ☐ Oui quantité prévue : _____ mm

Pour céréales, colza, Maïs, 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 non levé	☐ 4 1 talle	☐ 1 inférieure à 140 pieds/m²
☐ 2 1 à 2 feuilles	☐ 5 2 talles	☐ 2 de 141 à 180 pieds/m²
☐ 3 3 feuilles	☐ 6 3 talles	☐ 3 de 181 à 230 pieds/m²
	☐ 7 4 talles et +	☐ 4 de 231 à 270 pieds/m²
		☐ 5 de 271 à 320 pieds/m²
		☐ 6 supérieure à 321 pieds/m²

>> 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 tableau).
- Permet une bonne qualité de répartition, donc une régularité de développement en végétation.
- Evite les ornières de pulvérisateur 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 %

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	13 ans	3 ans	7 ans	8 ans	11 ans	3 ans	4 ans
30 ha	7 ans	11 ans	3 ans	7 ans	2 ans	3 ans	4 ans	6 ans	1 an	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 20 kg/ha, prix de l'unité d'azote de 0.75 € (solution) et 1.05 € (ammonitrate), gain de rendement de 2 % et prix de la tonne à 16 de 26.3 €.

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 : les déchaumages "chimiques" (glyphosate par exemple) sont sans effet sur les résidus.
- 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.
- Un passage d'herbicide non sélectif (glyphosate par exemple) interviendra en complément du déchaumage mécanique en cas d'infestation de vivaces (liserons...) surtout dans les parcelles conduites sans labour.
- 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 peut être incompatible avec le 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).
- Si le risque d'érosion hydrique est élevé, on se reportera aux propositions d'implantations anti-érosion dans le paragraphe "Itinéraires spécifiques" (page 34).
- 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.

Voir le détail des itinéraires dans le Cahier technique ITB "Non labour et culture betteravière"

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.



Reprise au vibroculteur sur labour mal hiverné

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.

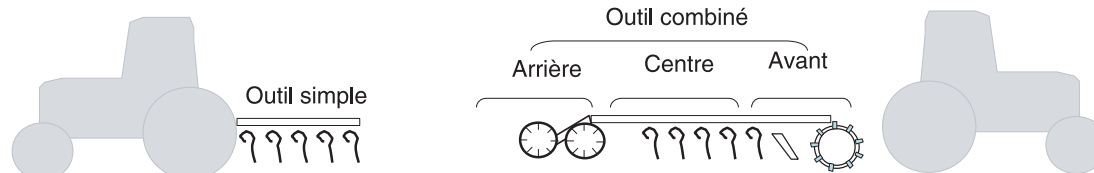


Équipements pneumatiques pour la préparation

- 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.



Itinéraire spécifique n°2 : modalités d'implantation anti-érosion

Ce mode de conduite de l'implantation est réservé à des parcelles de limon fin, limon sableux, limon calcaire, sujettes à l'érosion par pluie printanière. Il vise à maintenir une protection du sol pendant la période semis-couverture dans les régions à risque d'intempéries orageuses intenses.

- L'objectif est d'obtenir une couverture par les résidus d'au moins 30 à 40 % de la surface du sol au moment du semis des betteraves.
- Les résidus seront soit des pailles de céréales laissées en surface, soit des résidus de couvert type moutarde, phacélie, ou un mélange pailles + résidus du couvert semé en interculture.
- Le semis nécessitera un semoir adapté aux implantations dans des résidus. Cela n'évitera pas des populations finales souvent hétérogènes.
- Il faudra accorder une vigilance particulière aux parasites, limaces surtout.



Les étapes de l'itinéraire :

1 - Labour (août)

2 - Préparation pour le semis des couverts



3 - Semis de couvert (moutarde)



4 - Destruction chimique en novembre

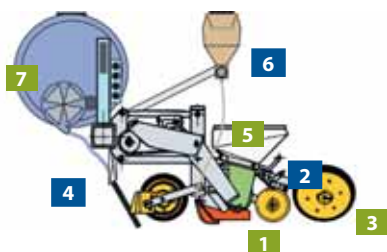


5 - Semis dans les résidus du couvert (chasse-débris + disques ouvreurs)

Objectifs du semis :

- 1 - une levée rapide et homogène
- 2 - une population à la récolte entre 90 000 et 100 000 plantes par hectare (Champagne 110 000)

Entretien et contrôles du semoir



1 - SOCS

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

2 - ELEMENTS 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. Evaluer 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 raccordements.
- 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

- 19 cm pour un écartement entre rangs de 45 cm.
- 17,5 à 18 cm pour un écartement entre rangs de 50 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.

Contrôler l'espacement entre les graines sur le rang

- Choisir un rapport de boîte de vitesse adapté.
- Réaliser un contrôle au champ dans les conditions du semis.
- Ne pas semer trop vite pour respecter la régularité de l'espacement :
 - Semoirs mécaniques : précision de placement élevée, pas plus de 7 à 7,5 km/h (attention à la qualité de la mise en terre à vitesse élevée).
 - Semoirs pneumatiques : précision moyenne qui se dégrade rapidement avec la vitesse, pas plus de 5 à 5,5 km/h.

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 ?

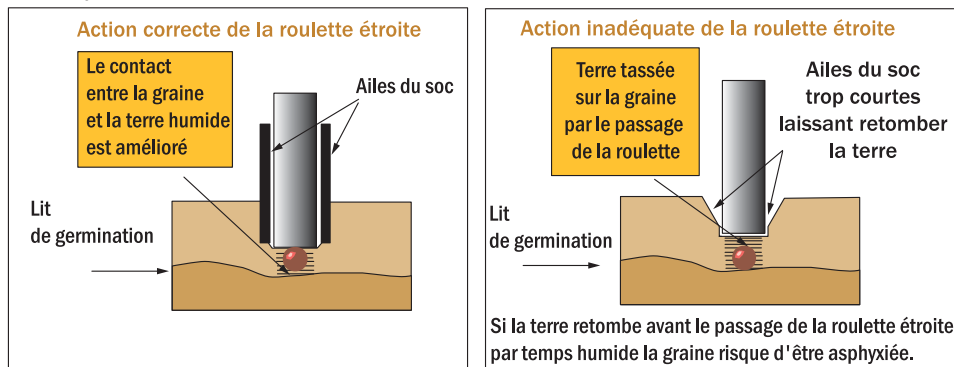
1 - Observer la position des graines	2 - Évaluer la hauteur de terre au-dessus de la graine (elle doit être régulière)		
	Moins de 1,5 cm	2 à 2,5 cm	Plus de 3 cm
Si les graines sont positionnées dans la terre humide.	Augmenter la profondeur de semis si risque d'attaques de mulots et/ ou si risque de 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.

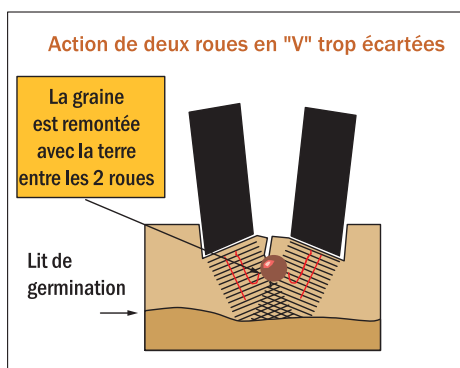
- Recommandée dans les conditions normales à sèches.
- Elle ne doit pas tasser de terre au dessus des graines.
- Elle peut perturber le semis en conditions humides : les graines qui collent au bandage sont remontées en surface ou déplacées. Dans ce cas relever la roulette, elle est inutile.



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.

Suivi de l'implantation

Objectif

Détecter rapidement tout problème et quantifier son impact.

Faut-il ressemer ?

Le ressement de betteraves est une décision difficile compte tenu de son coût en intrants et du handicap lié au retard pris. Il faut donc être capable d'évaluer conjointement la perte de rendement liée à la baisse de population constatée et la perte de rendement liée au retard de semis.

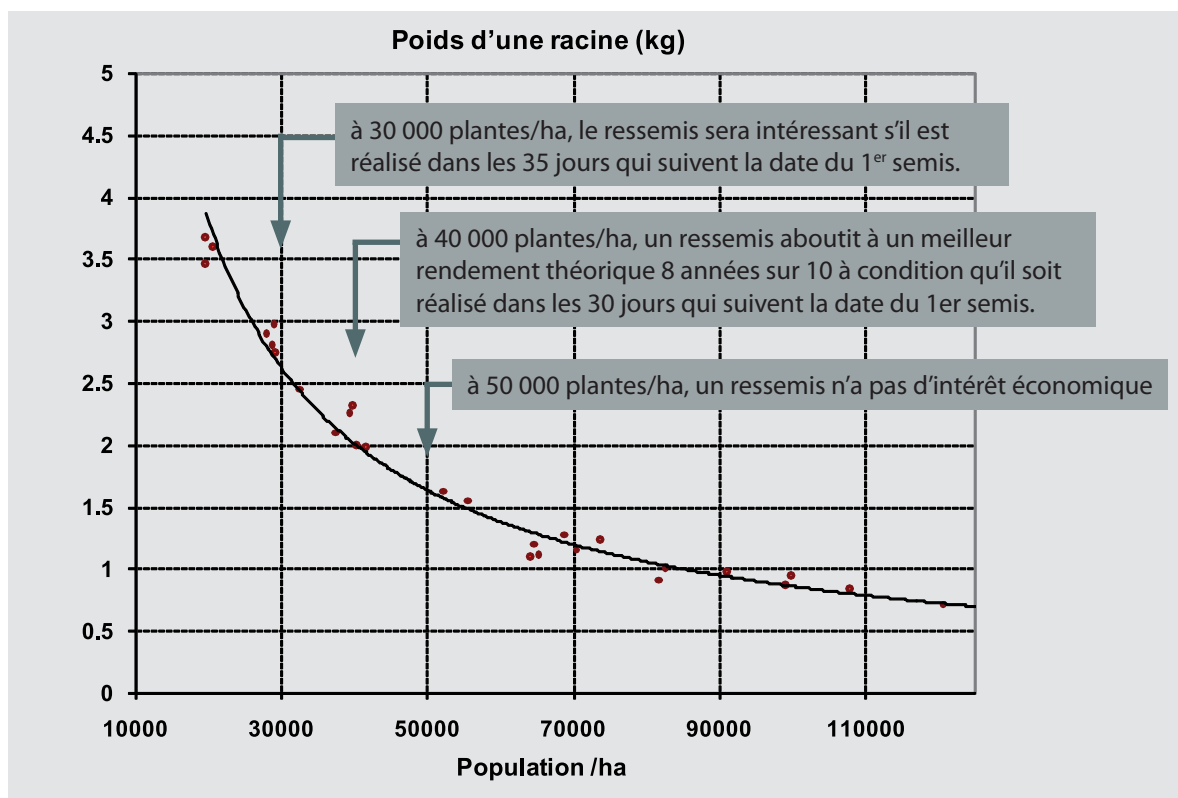


Règle de décision

- Faire un suivi de la levée des betteraves en repérant plusieurs placettes (10 m de long x 6 rangs) dans des zones représentatives de la parcelle.
- Réaliser des comptages sur ces parcelles régulièrement tous les 3-4 jours en repérant les nouvelles levées jusqu'à ce que le nombre de plantules n'évolue plus (levée terminée).
- Pour obtenir la population à l'hectare, le nombre moyen de plantules observées sur 10 mètres en fin de levée doit être multiplié : par 2222 pour un semis à 45 cm, par 2000 pour un semis à 50 cm.

Capacité de compensation de la betterave en situation de faible population.

Synthèse des essais population :
 - Thiennes 2005 et 2006
 - Arleux 2006
 - Vimy 2007
 - Sus-Saint-Léger 2008



Comment bien gérer les bioagresseurs de la betterave ?

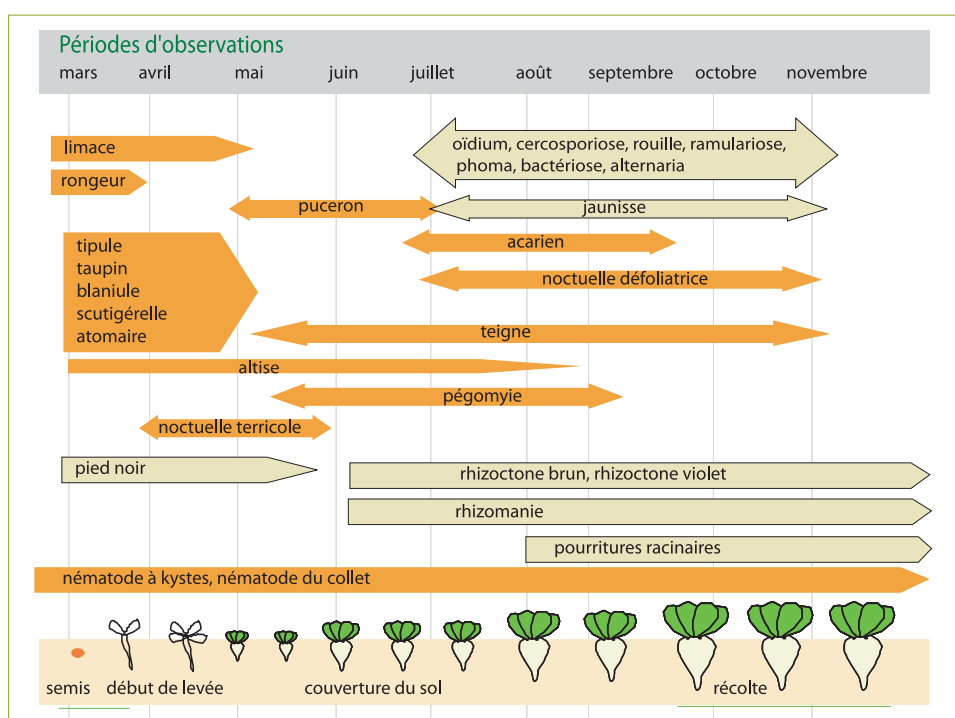
Objectifs :

1. Limiter les pertes de rendement liées aux bioagresseurs.
2. Réduire la dépendance aux intrants phytosanitaires.
3. Limiter les impacts des adventices sur les conditions de récolte et les impacts des pourritures sur la conservation.

Afin de les gérer au mieux, il est nécessaire de :

- en préventif : réaliser un diagnostic des bioagresseurs présents lors de la dernière année de betteraves et des pratiques mises en œuvre afin d'adapter ses dernières pour les prochaines betteraves,
- en cours de culture : surveiller l'apparition et le développement des bioagresseurs et mettre en œuvre une gestion appropriée, en optimisant son efficacité.

Bien diagnostiquer les bioagresseurs



L'impact des bioagresseurs peut être détecté soit par la présence du bioagresseur soit par la présence de symptômes sur les betteraves. Les pages suivantes vous donneront des éléments de diagnostic en fonction de la période d'observation. (printemps, été, automne).

Outils de détermination en ligne

Connectez vous sur le site Internet de l'ITB (www.itbfr.org) pour accéder à **DIAGBET ravageurs et maladies** (cf. page 5) qui permet à différents stades de la culture d'identifier l'origine de dégâts sur feuilles, racines, ou observables au silo.

DIAGBET adventices (cf. page 5) permet de reconnaître les différents stades des adventices soit à partir des caractéristiques d'une partie de la plante, soit par nom d'adventice.

BETSY, l'assistant désherbage (cf. page 4) permet d'aider à l'identification des adventices et à la reconnaissance de stades en images. Il fournit toutes les astuces pour éviter les principales confusions d'adventices. Il informe pour chaque plante adventice des informations associées sur le désherbage.

Des fiches d'identification des bioagresseurs, selon la période d'observation, sont également disponibles dans la rubrique Protection de la culture / parasites et maladies.



DIAGBET maladies et ravageurs : fiche sur la teigne

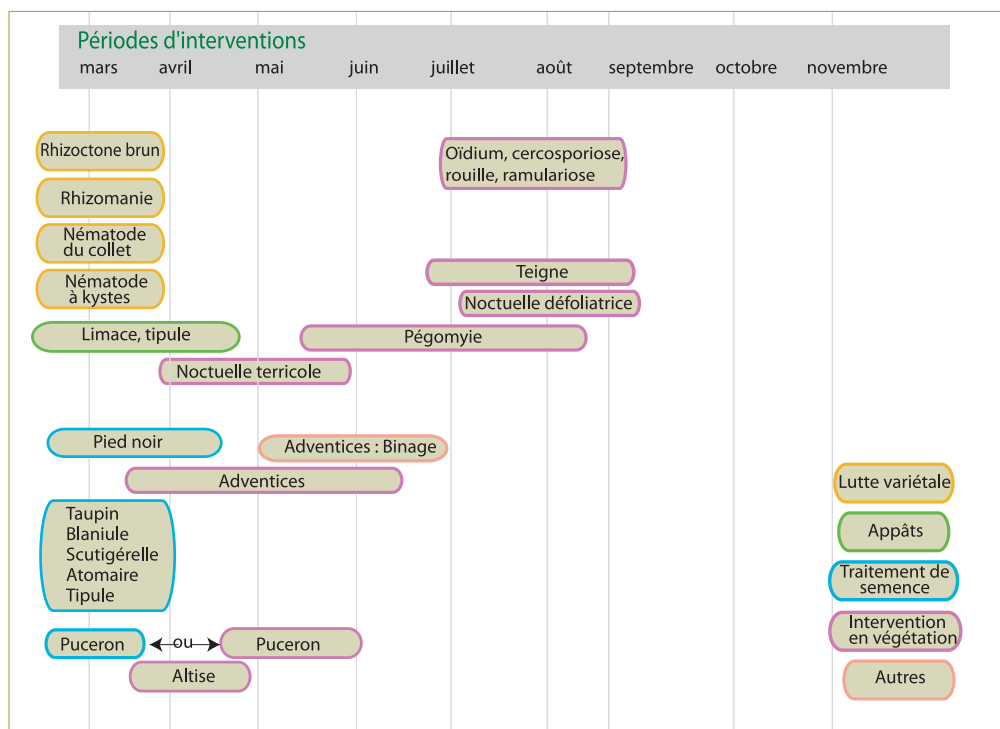
Informations sur les symptômes et la teigne



BETSY : fiche sur le chénopode blanc
Reconnaissance des différents stades de l'adventice

Bien choisir sa méthode de protection

Selon les bioagresseurs, il existe aucune à plusieurs méthodes de protection.



Les pages suivantes vous donneront pour chaque bioagresseur les pratiques à mettre en œuvre et les conditions de mises en œuvre :

- en préventif : lutte agronomique, lutte variétale et traitement de semence ;
- et en cours de culture : utilisation d'appâts, pratiques agronomiques et interventions en végétation à appliquer en fonction des stades de la betterave.

Principaux stades de la betterave

Stade cotylédons



Stade 2 feuilles



Stade 4 feuilles



Stade 70 % de couverture



En cours de culture : une bonne surveillance des bioagresseurs

Une surveillance attentive et régulière est indispensable pendant toute la culture de betterave pour déterminer si une intervention est justifiée ou non et bien choisir son moment d'application.

Un réseau d'épidémio-surveillance mis en place dès 2009 permet de surveiller l'ensemble des bioagresseurs et auxiliaires des grandes cultures sur plus de 200 parcelles de betteraves du semis à la récolte. Deux réseaux d'alertes RESOBET-FONGI sur les maladies foliaires et RESOBET TEIGNE sur la teigne de la betterave permettent de compléter le dispositif mis en place.

Chaque semaine en cours de culture, une analyse de risque régionale est diffusée dans les Bulletins de Santé du Végétal. Cette analyse est reprise et complétée par l'expertise de nos régionaux dans les notes d'information ITB et synthétisée dans chaque situation mensuelle.

Informations d'aide à la décision en ligne

Les **notes d'informations régionalisées**, les **bulletins de santé du végétal** et les **notes mensuelles** sont disponibles sur le site internet de l'ITB www.itbfr.org.

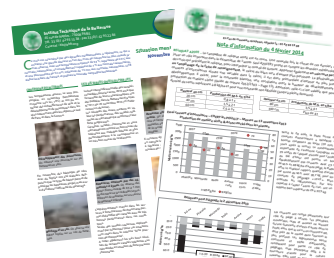
Des **fiches d'identification des bio-agresseurs** selon la période d'observation sont également disponibles dans la rubrique Protection de la culture / parasites et maladies.



3 fiches de surveillance des différents bioagresseurs en fonction des périodes



1 fiche d'observation pour le RESOBET FONGI et le RESOBET TEIGNE



La situation mensuelle et les notes d'information régionalisées



Mise en œuvre des traitements

Notes d'informations

S'informer en temps réel des conseils de l'ITB en cours de campagne, en s'abonnant gratuitement pour recevoir les notes d'information :

- Soit par courriel (sur le site ITB : www.itbfr.org)
- En consultant le site Internet de l'ITB (www.itbfr.org) notes d'information en temps réel, situations régionales en photos.

Choix des produits

Choisir les produits référencés par l'ITB (voir page 43). 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 volume 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 jalonage, 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).

* Pour une information plus complète se référer aux fiches du CORPEN disponibles sur www.ecologie.gouv.fr

Au champ

- Laisser près des points d'eau et des cours d'eau une Zone Non Traitée (ZNT) de 5 m minimum et 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 pyréthrinoides.

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. (Voir pages 44 à 47).
- L'ITB recommande de ne pas mélanger les antigraminées avec d'autres herbicides.
- Un mélange herbicide + insecticide est possible, en respectant les règles du tableau ci-dessus, si ce mélange est justifié agronomiquement par la présence simultanée d'adventices et de ravageurs.
- Les mélanges fongicide + insecticide, hors triazoles + pyréthrinoides (voir ci-dessus), 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 |

Limiter les salissements

- 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 ce 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 3 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* ou *CENTIUM* avant le stade 2 feuilles des betteraves.
- 2 - A chaque passage adapter le choix des produits à la flore la plus difficile à maîtriser : voir tableau ci-contre.
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-contre).
- 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, phenmédiphame 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.



CENTIUM

Des mélanges avec d'autres herbicides partenaires ont été expérimentés et font aujourd'hui l'objet de conseils adaptés :

- L'ajout de Venzar, même aux doses recommandées dans le programme BTCV accentue fortement le blanchiment des betteraves. Il est essentiel de respecter l'application de ce programme au stade de deux feuilles vraies (BBCH 12) des betteraves pour éviter des problèmes de sélectivité. (**Attention en cas de levées échelonnées de betteraves**).
- L'ajout du produit Kontakttwin (Makhteshim) avec le Centium accentue également le blanchiment des betteraves.
- Pas de mélange avec des anti-graminées de la famille des "fop" et "dim". Laisser un délai de 4 jours pour l'application de Centium.
- **Accentuation des blanchiments avec la technique de bas volume (augmentation de la concentration du produit dans la bouillie).**

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.

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

Composer son mélange de post-levée en fonction de la flore.

Les doses ci-dessous sont indiquées pour des adventices au stade point vert/cotylédons.

Les traitements de post-levée peuvent être appliqués de 2 semaines après le semis à 70 % de couverture du sol.

	Fasnet SC (1) *	Boxer 500 (2)	Betalan Booster (3)	Goltix UD (4)	Zeppelin (5)	Venzar (6)	Safari (7)	Menhir (8)	Tornado Combi (9)	Mercantor Gold (10) **	Isard (11) ***	Centium (12) ****	Nom du programme
Matricaire, amarante renouée des oiseaux, renouée persicaire, fumeterre	0.6 - 0.8 l 0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l	0.5 kg 0.5 kg					0.8 l				BTG BBG BTbi
Colza, chénopode atriplex, renouée des oiseaux, mercuriale	0.6 - 0.8 l 0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l	0.3 kg 0.3 kg		0.1 kg 0.1 kg 0.1 kg			0.8 l				BTGV BBGV BVTbi
Gaillet, renouée liseron, véronique feuille de lierre	0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l		0.6 - 0.8 l 0.6 - 0.8 l								BTZ BBZ
Mercuriale, gaillet, renouée liseron, sanve	0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l		0.6 l 0.6 l	0.1 kg 0.1 kg							BTZV BBZV
Ethuse, ammi majus, mercuriale, matricaire	0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l		0.6 - 0.8 l 0.6 - 0.8 l	0.1 kg 0.1 kg	0.02 kg 0.02 kg						BTSZV BBSZV
Ethuse, ammi majus, amarante, renouée des oiseaux, colza, matricaire	0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l	0.3 kg 0.3 kg		0.1 kg 0.1 kg	0.02 kg 0.02 kg						BTSGV BBSGV
Mercuriale, morelle, chénopode	0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l	0.3 kg 0.3 kg		0.1 kg 0.1 kg	0.015 kg 0.015 kg						BTSGV BBSGV
Mercuriale	0.6 - 0.8 l 0.6 - 0.8 l	0.15 l 0.15 l	0.6 l		0.6 l 0.6 l	0.1 kg 0.1 kg 0.1 kg	0.015 kg 0.015 kg				0.3 l		BTSZV BBSZV BTIV
Renouée liseron, mercuriale, atriplex, chénopode	0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l			0.1 kg 0.1 kg		0.6 - 0.8 l 0.6 - 0.8 l					BTVM BBVM
Amarante, morelle, panic, sétaire, digitale	0.6 - 0.8 l 0.6 - 0.8 l	0.15 l 0.15 l	0.6 l 0.6 l	0.3 kg 0.3 kg 0.3 kg		0.1 kg 0.1 kg 0.1 kg				0.2 - 0.3 l 0.2 - 0.3 l			BTGVMg BBGVMg BTGIV BBGIV
Chénopode	0.6 - 0.8 l 0.6 - 0.8 l	0.15 l 0.15 l	0.6 l	0.3 kg 0.3 kg 0.3 kg							0.05 l 0.05 l 0.3 l		BTCG BBCG BTIG
Rénouée liseron, gaillet, mercuriale	0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l								0.05 l 0.05 l		BTC BBC
Morelle	0.6 - 0.8 l 0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l				0.015 kg				0.05 l 0.05 l 0.05 l		BSC BTC BBC
Ethuse	0.6 - 0.8 l	0.15 l	0.6 l				0.02 kg 0.02 kg					0.05 l 0.05 l	BTSC BBSC

B : Fasnet SC - T : Tramaf F - G : Goltix 70 UD - V : Venzar - C : Centium 36 CS - Z : Zeppelin - I : Isard - Mg : Mercantor Gold - Tbi : Tornado Combi - BB : Bétanal Booster - S : Safari - M : Menhir FL

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

- | | |
|---|-------------------------------|
| (1) phenmédiaphame | (7) triflusaluron-méthyl |
| (2) éthofumésate 500 g/l | (8) chloridazone + métamitron |
| (3) phenmédiaphame + éthofumésate + desmédiaphame | (9) éthofumésate + métamitron |
| (4) métamitron 70 % | (10) s-métolachlor |
| (5) quinnérac + chloridazone | (11) diméthénamid-P |
| (6) lénacile | (12) clomazone |

- * 0.6 l : stade point vert des adventices
0.8 l : stade cotylédons étalés
** maximum 0.6 l dans le programme
*** maximum 1 l dans le programme
**** maximum 0.2 l dans le programme

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.

BETSY sur Internet : connectez vous sur le site internet de l'ITB www.itbfr.org pour recevoir un conseil personnalisé de désherbage adapté à la flore de votre parcelle.

Efficacité des herbicides

Dose/ha/passage :	PRODUITS											
	B ⁽¹⁾	T*500 ⁽²⁾	Betanal Booster	Goltix 70 UD	Venzar	Zepplin	Safari	Menhir FL	Tornado Combi	Mercantor Gold	Isard	Centium 36 CS
conseillée renforcée	0.6 l 1 l	0.15 l 0.2 l	0.6 l 0.8 l	0.3 kg 0.5 kg	0.1 kg 0.2 kg	0.6 l 0.8 l	15 g 20 g	0.6 l 0.8 l	0.8 l 1 l	0.2 l 0.3 l	0.3 l -	0.05 l
Dose max. homologuée par produit commercial	6 l/an	de 1 à 2 l/ ha/3 ans	4 l/an	4 kg/an	1 kg/an	5 l/an	100 g/an	5 l/an	3.3 l/an	0.6 l/an	1 l/an	0.2 l/an
Stade BBCH ⁽³⁾											12-18	18
Matricaire	■		■	●			●	■	●			
Ethuse	■		■		■	●	■	■				■
Ammi majus	■		■			■	■					
Chénopode	●		●	●				●	●			●
Arroche	●	■	●	●	●		■	■	●			
Renouée liseron	●	■	●		●	■		●				●
Renouée des oiseaux	■	■	■	●			■	■	●			
Renouée persicaire	■	■	■	●			■		●			■
Sanve	■		■			■	●	■				
Ravenelle	■		■			■	■	■				
Colza	■		■	●	●		■		●			
Mercuriale	■	■	■		■	●	●	■	■		■	●
Morelle	●	■	●	●	●		●	■	●	●	●	●
Gaillet	■	■	■	■		●	■		■			●
Amarante	■	■	■	●	■		●		●	●	●	
Fumeterre	■	■	■	●				●	●			
Mouron blanc	●	●	●	■					●			
Pensée	●	●	●	●				■	●			
Véronique feuille de lierre	■	■	■	■		●		■			■	
Panic, sétair, digitaire	■	■	■							●	●	

(1) B : phenmédiphame

(2) T500 : éthofumésate 500 g/l - de 1 à 2 l/ha tous les 3 ans en fonction des produits

(3) Le stade BBCH de la culture correspond au stade de développement des feuilles (stade juvénile) durant lequel l'application d'herbicide est autorisée.

Ex. BBCH 14 : 4 feuilles des betteraves (2 paires de feuilles étalées).

● Produit très efficace sur l'adventice

■ Produit efficace sur l'adventice

• La dose conseillée est efficace sur des adventices jeunes (stade cotylédon), augmenter la dose si ce stade est dépassé. Pour chaque produit utilisé, bien vérifier s'il existe un nombre maximal d'applications autorisées par campagne : lire les étiquettes.

Reconnaissance des adventices

Dicotylédones : intervenir au stade cotylédons



chénopode



mercuriale



gaillet



morelle



fumeterre



sanve



renouée des oiseaux



éthuse stade 1 feuilles

Adventices particulières

- **Chardons, laitersons** : *LONTREL SG* à **0.085 kg/ha + 1 l d'huile / ha**, soit en 2 passages, soit à 10 jours d'intervalle sur des adventices de 5/10 cm de haut, ou en 1 passage à **0.174 kg/ha + 1 l d'huile / ha**.
- **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, fluroxypyr 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 trainantes dans les chaumes (glyphosate) et/ou dans les céréales(sulfonylurées).
- **Autres flores particulières** : interroger BETSY sur le site Internet de l'ITB www.itbfr.org.
- **Volume de bouillie** : sur adventices développées (chardon, laiterson, chiendent) augmenter le volume de bouillie : 150-200 l/ha.



cuscute

Graminicides

- Utiliser un graminicide de post-levée pour contrôler les graminées présentes.
- L'application séparée des graminicides est préférable pour obtenir une bonne efficacité. Eviter en particulier le mélange avec les herbicides racinaires car ceux-ci peuvent diminuer fortement l'efficacité des graminicides, surtout les spécialités à base de métamitron.
- Ajouter 1 litre d'huile. Les huiles végétales (ex. Actirob B ou Mix In) sont plus adaptées à ce type de produit.
- Graminées résistantes (vulpin, ray-grass) : éviter le développement des graminées résistantes tout au long de la rotation en alternant les familles de graminicides et en adaptant les techniques culturales (labour, déchaumages mécaniques et chimiques).

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

* 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.

Graminicides en pré-levée

En situation avérée de résistance vulpin, ray-grass, utiliser l'un des produits suivants :

- avant semis : *AVADEX 480* : 3 l (incorporation avec la dernière préparation du sol) efficacité vulpin, ray-grass
- juste après semis : *MERCANTOR GOLD* : 0,6 l sur sol avec **au moins 30 % d'argile**, efficacité ray-grass

Compléter cette application par un traitement en post-levée avec l'un des produits du tableau ci-dessus.



vulpin



panic

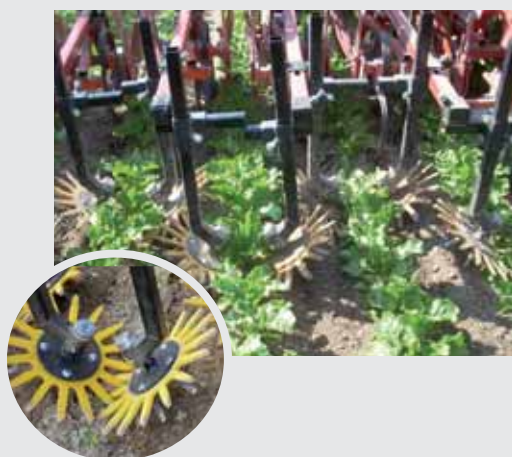
Désherbage combiné

Le désherbage mécanique retrouve un nouvel intérêt avec la demande sociétale, traduite dans le plan ECO-PHYTO 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 - 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. Système performant qui 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. Système en pleine évolution. Ce système 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 dépassent ce stade. 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
Stade limite précoce	aucun	4 feuilles	4 feuilles	4 feuilles
Stade limite final	80 % de couverture	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
Efficacité sur dicotylédones	bonne	bonne	bonne	bonne
Efficacité sur graminées	bonne	Faible sur le rang	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
Vitesse de travail	10 à 12 km/h	10 à 12 km/h	15-18 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.

Ravageurs - limiter leur influence

- Laisser au moins 2 ans entre 2 betteraves.
- Soigner les déchaumages mécaniques pour réduire la pression de ravageurs souterrains
- Utiliser au semis un traitement de semence adapté à l'historique de la parcelle.
- 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 (voir page 40).
- Ravageurs aériens : pour les traitements sur feuillage développé (à partir de 70 % de couverture) intervenir avec un important volume de bouillie (au moins 250 l/ha).
- Tenir compte de la réglementation sur les mélanges (voir page 43).

Limaces

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

Lutte agronomique : déchaumage précoce, labour régulier, notamment en période sèche. Aménagements paysagers et présence de bordures favorisent l'installation des carabes prédateurs.

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.

Lutte chimique : en cas de conditions climatiques favorables et si de fortes populations ont été décelées, appliquer au vu des premiers dégâts **METAREX INO** 5 kg / ha.



Mulots

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

Lutte agronomique : pour limiter les attaques, positionner la graine sous 2 à 2,5 cm de terre.

La **Chlorophacinone** n'a pas été défendue auprès des autorités de Bruxelles en tant qu'usage agricole mais seulement biocide, c'est pourquoi son autorisation a été supprimée au 31 décembre 2010. La **Bromadiolone**, a été défendue et votée avec inclusion. Actuellement les produits contenant cette substance ne peuvent être utilisés que par les entreprises spécialisées : groupement de défense contre les organismes nuisibles ou entreprises de dératisation.



Pied Noir *Aphanomyces*

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

Conditions favorables : semis tardifs, printemps humide et chaud.

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

Lutte chimique : les traitements de semence contiennent du **T20** (20 g de **TACHIGAREN**) qui assurent une protection satisfaisante en général.



Parasitisme souterrain

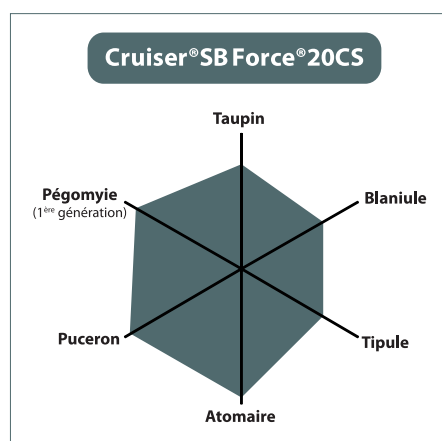
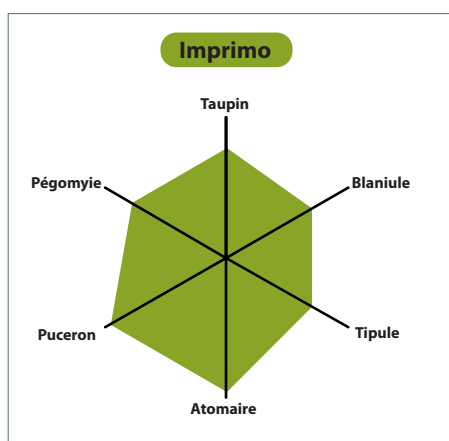
Symptômes : ces espèces s'alimentent sur les plantules et provoquent l'apparition de foyers sans betterave.

Évaluer le niveau de risque sur la parcelle en fonction de l'historique, de la conduite culturale...

- En cas de pression faible à moyenne : les traitements de semences **Imprimo** ou **Cruiser + Force** assurent le contrôle des attaques de ravageurs.
- En cas de niveau de risque élevé (défriche de prairie, couvert en interculture, non-labour...) : soigner particulièrement les déchaumages mécaniques.

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.



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**.

Tipules

Plantules sectionnées avec éventuellement les cotylédons plantés dans le sol. Généralement sur sol humide.

Parcelle sensible : parcelle avec présence d'un couvert végétal à l'automne précédent (cultures intermédiaires ou repousses de la culture précédente) et parcelle suivant une prairie ou une jachère.

Traitement de rattrapage : pas de traitement possible.



Larve de tipule grisâtre et dégâts



Tipules adultes

Autres parasites souterrains : aucun traitement en végétation. Soignez le contrôle au semis (voir ci-dessus)

Taupins

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

Parcelle sensible : parcelle précédemment affectée, culture suivant une prairie, une culture fourragère ou une jachère sans travail du sol pendant au moins deux ans. Les hivers doux favorisent leur survie.



Larve jaune, dure, brillante
"larve fil de fer" 20 mm maximum

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.

Parcelle sensible : parcelle de betteraves à proximité d'une autre culture de betterave ou de chanvre. Allonger la rotation.



Petit coléoptère de 1 à 1,5 mm



Insectes et morsures sur racine

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.

Parcelle sensible : parcelle précédemment affectée, sols légers peu calcaires, contenant beaucoup de matière organique, parcelles sans labour.



Scutigérelles

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

Parcelle sensible : parcelle précédemment affectée, sols légers peu calcaires, contenant beaucoup de matière organique, parcelles sans labour.



Parasitisme aérien

Pucerons verts et noirs et jaunisse

La nuisibilité des pucerons verts réside essentiellement dans leur propriété de vecteurs des virus de la jaunisse des betteraves. Le puceron noir joue probablement un rôle dans la dispersion du virus au sein des parcelles. Insectes piqueurs-suceurs, ils sont également responsables de dégâts directs : recroquevillement des feuilles, ralentissement de la croissance, souillures.

Répartition : risque jaunisse plus élevé en zone maritime.

En l'absence de traitements de semence et à l'observation du 1^{er} puceron vert, traitement insecticide entre le stade 2 feuilles et la couverture des rangs. Dans tous les cas, au-delà du stade couverture du sol, les pucerons ne doivent plus être traités.



Jaunisse



Pucerons noirs et verts



Puceron vert ailé

Pégomyies ou mouches de la betterave

Ces mouches pondent des oeufs à 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.

Répartition : zones maritimes avec extension à toutes régions. 2 à 3 générations par an sont possibles de mai à septembre.

Avant couverture du sol, intervenir si le seuil de 10 % de plantes avec galerie est atteint, et s'il y a présence d'asticots dans certaines galeries, ainsi que de nombreuses plantes portant des oeufs (la génération n'est pas terminée).

Après couverture par la betterave, le seuil d'intervention est de 50 % de plantes avec galeries. En culture irriguée surveiller les parcelles après irrigation.



Oeufs

Noctuelles défoliatrices

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

Risque : la multiplication des noctuelles est favorisée par les débuts d'été sec et chaud.

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.

Gamme de plantes hôtes : de nombreuses cultures (betterave, pomme de terre, lin, crucifère, tabac, salade, céréale, chicorée, maïs, tournesol, légumineuse, plante maraîchère,...) et adventices (liseron, plantain, rumex, amarante, ortie, trèfle, camomille, bourrache, chardon, achillée millefeuille, pissenlit, sureau, hypose).

Surveillance : les chenilles sont à chercher dès le début du mois de juin, de préférence à partir de 17 h.

Lutte chimique : entre le mois de juin et le mois d'août, si 50 % des plantes portent des traces de morsures et si des déjections ou des chenilles sont visibles dans la parcelle. La 2^{ème} génération est beaucoup moins nuisible. Intervenir en période d'activité des noctuelles, soit tard le soir ou tôt le matin avec 250 à 300 l/ha d'eau.



Noctuelles terricoles ou Vers Gris

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.

Lutte chimique : en cas de forte attaque (rare) : **KARATE ZEON** 0.075 l/ha ou **MAGEOS MD** 0.07 kg/ha.



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.

Facteurs favorisants : présence de colza ou de repousses de colza à proximité.

Avant couverture du sol, le seuil d'intervention est de 30 % des feuilles avec de nombreuses piqûres,

Au printemps pour laisser cicatriser, attendre 48 h après l'application de l'insecticide avant de reprendre les traitements herbicides.

Lutte chimique : **KARATE XPRESS** 0.1 kg/ha ou **KARATE ZEON** 0.05 l/ha.



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. Parfois des fils soyeux et les chenilles rosées très agiles dans le bas des pétioles ou dans le collet.

Répartition : présence régulière en été dans les parcelles séchantes. Présence possible en parcelles irriguées

Risque : lors d'épisodes caniculaires, dégâts importants sur parcelles non irriguées, porte d'entrée du Rhizopus, pourriture molle du pivot.

Lutte chimique : dès que 10 % des plantes portent une chenille avant le 15 août, et que de fortes chaleurs sont possibles, pour éviter le développement de Rhizopus (champignon responsable d'une pourriture de la racine), une pulvérisation d'insecticide doit être appliquée : 2 passages à 10 jours d'intervalle le soir dans 300 l d'eau.



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.

Répartition : hors zone maritime de juin à septembre.

Parcelles sensibles : parcelles avec bordures enherbées ou voisines de cultures de luzerne. Essentiellement dans le pourtour des parcelles.



Les insecticides à utiliser en traitement en végétation

S'abonner aux Notes d'information ITB (voir page 40) pour un usage raisonné des insecticides en végétation.

	dose / ha					nombre d'applications/an	DAR en j	ZNT en m	classement
	puceron jaunisse	pégomyie	noctuelle défoliatrice	teigne	acarien				
Décis Protech		0,42 l			 Plus de produits autorisés	2	30	20	N
Décis Expert		0,0625 l				2	30	20	Xn, N
Fastac		0,2 l	0,2 l			2	21	5	Xn, N
Karaté K	1,5 l	1,25 l				2	21	5	Xn, N
Karaté Xpress		0,125 kg	0,125 g	0,125 kg		2	7	20	Xn, N
Karaté Zeon		0,0625 l	0,0625 l	0,0625 l		2	7	20	Xn, N
Mageos MD		0,07 kg	0,07 kg			2	21	5	Xn, N
Pirimor G	0,5 kg							5	T, N
Proteus	0,75 l	0,5 l				2 (à 14 jours min. d'intervalle)	30	5	Xn, N

T toxique pour l'utilisateur ; Xn nocif pour l'utilisateur ; N dangereux pour l'environnement

Les maladies du feuillage

Bien gérer les maladies foliaires c'est réduire l'utilisation des fongicides quand la pression maladie est faible, tout en conservant la possibilité de l'augmenter si nécessaire. Cela suppose de savoir les identifier et de connaître les 4 éléments déterminants des causes du développement des maladies.

Mildiou

Symptômes : coloration vert pâle ou jaunâtre des plus jeunes feuilles qui s'épaississent et se gaufrant. 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.

Climat à risque : maladie des régions tempérées humides. Il se développe préférentiellement en conditions humides et relativement froides. Les spores du champignon sont disséminées par la pluie.

Situation à risque : les limons battants sont les sols les plus à risques. D'importantes sensibilités variétales sont observées. L'évolution du mildiou peut se poursuivre en période estivale. Cette maladie peut être dommageable dans des champs de production de graines de betteraves.

Aucun traitement en végétation n'est autorisé contre cette maladie.

Traitement de semence : Apron XL



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.

Aucun traitement n'est justifié contre cette maladie.



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).

Observation : du mois de juillet à la récolte.

Aucun traitement n'est justifié contre cette maladie.



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.

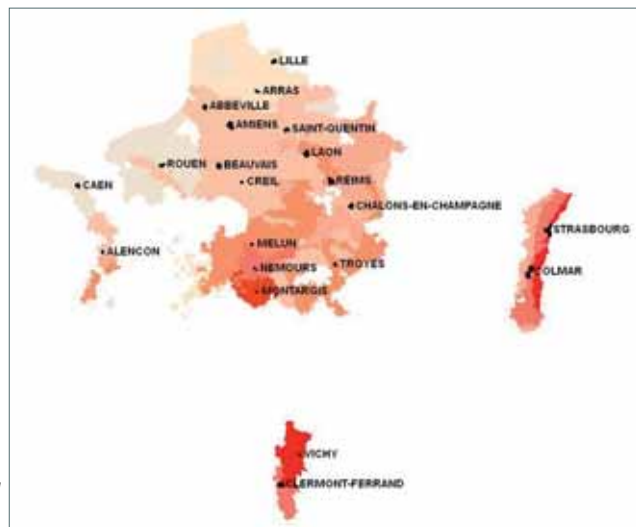
Pour éviter toute confusion avec d'autres symptômes, notamment avec la bactériose, il est impératif d'observer les taches à la loupe pour y distinguer les points noirs caractéristiques.

Observation : du 15 juin au sud de Paris, 10 juillet au nord de Paris à la récolte.

Climat à risque : la maladie est favorisée par une humidité élevée (supérieure à 80 %) et des températures autour de 25-30°C. Les spores sont essentiellement dispersées par la pluviométrie et l'irrigation. La cercosporiose est la seule maladie qui peut justifier un traitement à moins de 45 jours de la récolte.



Risque régional cercosporiose - Plus la couleur est foncée, plus le risque est important.



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 se 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.

Observation : du mois de juillet, plus souvent en fin de saison, à la récolte.

Climat à risque : temps frais (16-20°C) et humide (95 %) voire pluvieux.

La chaleur estivale limite la maladie.



Risque régional ramulariose - Plus la couleur est foncée, plus le risque est important.



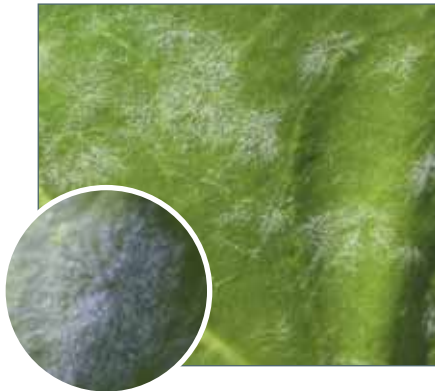
Oïdium

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 (périthèces). Les feuilles atteintes jaunissent puis se dessèchent.

Observation : du 1^{er} juillet au sud de Paris, 10 juillet au nord de Paris à la récolte. Les symptômes sont moins visibles après une pluie ou une irrigation.

Climat à risque : hiver chaud suivi d'un printemps frais ou hiver doux avec peu de gelées, suivi d'un été chaud (25°C) et sec où s'alternent des périodes sèches et des périodes humides (nuits, irrigation). Les spores sont disséminées par le vent et lessivés par la pluie.



Risque régional oïdium - Plus la couleur est foncée, plus le risque est important.



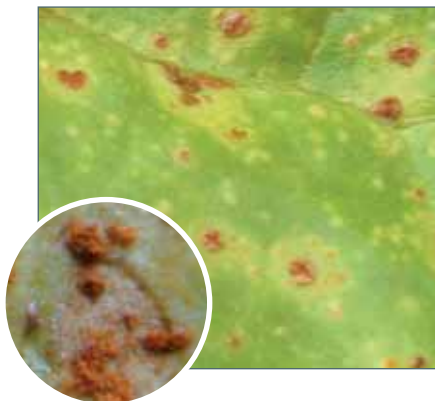
Rouille

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.

Observation : du 1^{er} juillet au sud de Paris, 10 juillet au nord de Paris à la récolte.

Climat à risque : printemps doux et humides et étés frais (18°C) et humides.



Risque régional rouille - Plus la couleur est foncée, plus le risque est important.



Stratégie de gestion des maladies du feuillage

1. Caractériser le risque régional (présenté sur les cartes pages 57 et 58)

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.

2. Caractériser le risque agronomique en identifiant les pratiques agricoles à risque sur chaque parcelle

Risque lié aux pratiques agricoles	Cercosporiose	Ramulariose	Rouille	Oïdium
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

3. 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).

Le semis d'une variété très sensible ne devrait avoir lieu qu'en situation de risque régional faible.

Les **variétés moins sensibles** ralentissent l'évolution des maladies tout en conservant leur potentiel de rendement. Choisir une variété parmi les moins sensibles (peu sensible ou résistante) 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), notamment en zone à forte pression oïdium et/ou rouille ou en zone à faible pression cercosporiose. Dans les zones à pression modérée de cercosporiose, choisir une variété moins sensible à la cercosporiose, pour un même niveau de sensibilité à la maladie dominante, peut permettre d'éviter de réaliser un 1^{er} traitement contre la cercosporiose, sachant qu'ensuite la maladie ne trouvera pas les conditions favorables à son développement.

Risque agronomique cercosporiose	Risque cercosporiose régional			
	Faible	Moyen	Fort à très fort	
	Toutes dates de récolte		Récolte précoce	Récolte tardive
Risque très important	Faire son choix variétal indépendamment de la sensibilité à la cercosporiose	Eviter les variétés S ou TS	Eviter les variétés S ou TS	Eviter les variétés PS, S ou TS
Risque important		Eviter les variétés TS	Eviter les variétés TS	Eviter les variétés S ou TS
Risque moins important ou sans risque				Eviter les variétés TS

Sensibilité variétale : TS très sensible, S sensible, PS peu sensible, R résistante (voir les sensibilités à la cercosporiose des variétés en page 8).

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

4. Surveiller l'évolution des maladies pour traiter au bon moment avec le fongicide le plus adapté

En zone à risque maladie, la 1^{ère} priorité est d'adapter la sensibilité variétale. La 2^{ème} priorité est de respecter les seuils d'intervention.

L'évolution des maladies peut être surveillée via les systèmes d'alerte : Resobet-fongi - Vigiculture.

A partir du 15 juin en zone à fort risque cercosporiose, et du 1^{er} juillet ailleurs, sur près de 200 parcelles de betteraves, 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 le site Internet de l'ITB www.itbfr.org, publiés dans les BSV (Bulletin de Santé du Végétal) régionaux et relayés dans les notes régionales d'information de l'ITB.

Avant toute intervention phytosanitaire, il est nécessaire d'évaluer le niveau de maladies dans chaque parcelle. 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 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.

Par exemple, avant le 15 août, pour le 1^{er} traitement il est conseillé d'attendre le début du développement des maladies :

- 5 % de feuilles avec des symptômes de cercosporiose
- ou 5 % de feuilles avec des symptômes ramulariose
- ou 15 % de feuilles avec des symptômes d'oïdium
- ou 15 % de feuilles avec des symptômes de rouille

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

Délai minimal conseillé entre deux traitements : 3 semaines

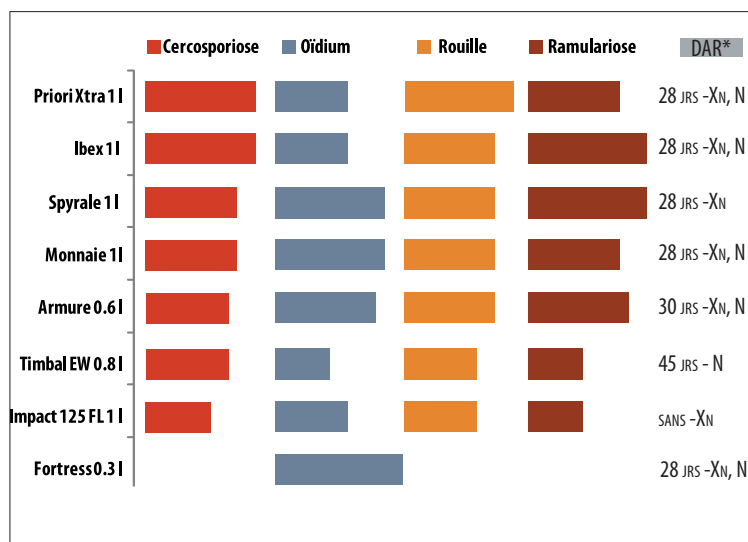
Diminution de la dose : réduction de persistance et d'efficacité.

		Date d'arrêt préconisée des traitements	
Maladies observées	Date de récolte prévue	Variété peu sensible	Variété sensible à très sensible
Oïdium / rouille	Avant la mi-octobre	15 août	31 août
	Après la mi-octobre	31 août	
Cercosporiose / ramulariose	Avant la mi-octobre	31 août	5 septembre
	Après la mi-octobre	5 septembre	

- Une intervention fongicide avant le 14 juillet n'est que rarement justifiée, surtout au nord de Paris.
- Traitements tardifs 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. Utiliser les produits à la pleine dose d'homologation. Pour tous ces produits, respecter un IZNT (Indicateur de Zone Non Traité) de 5 mètres. A chaque application, veillez à alterner les matières actives afin d'éviter l'apparition de résistance.



* DAR : DÉLAI AVANT RÉCOLTE



Comportement remarquable d'une variété résistante en absence de traitement

Maladies et ravageurs des racines

Nématode 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).



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.

Lutte agronomique : allonger la rotation tout en évitant l'implantation trop fréquente de plantes hôtes (en étant attentif à éliminer les repousses des plantes hôtes). Bien gérer la culture de colza après sa récolte (chaumes et repousses). Planter des variétés tolérantes. Semer précocement. Planter précocement une culture intermédiaire résistante (de préférence avant le 15 août pour les radis ou avant le 1^{er} septembre pour les moutardes, peu profondément, à forte densité - 10 kg/ha pour les moutardes et 15 kg/ha pour les radis-) et en appuyant bien le sol après avoir travaillé les résidus (broyage des chaumes si nécessaire, déchaumage), réaliser un travail superficiel croisé pour détruire les repousses et les adventices et assurer un lit de semis correct pour la culture intermédiaire ou labourer peu profondément, 15 cm. Éviter les parcelles à risque (cf. tableau page 63).

Rhizomanie

Symptômes : décoloration du feuillage (vert-jaune pâle), allongement des pétioles, étranglement du pivot, 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.

Parcelles sensibles : la présence connue du champignon du sol *Polyomyxa betae*, porteur du virus des nervures. Le ruissellement d'eau favorise la dispersion de la maladie au sein des parcelles.

Lutte agronomique : allonger la rotation. Éliminer toutes les adventices hôtes. Planter des variétés tolérantes. Irriguer à 70 % du déficit hydrique maximum. Semer précocement.



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.

Lutte agronomique : allonger la rotation tout en évitant l'implantation trop fréquente et/ou successive de plantes hôtes (privilégier un précédent céréales). 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. Après la gestion des résidus, planter une culture riche en glucosinolates, peu profondément et à forte densité (8 kg/ha) et en appuyant bien le sol pour assurer un lit de semis correct. Cette culture vise à assainir le sol par bio fumigation (broyer fin et enfouir immédiatement les résidus dès le stade G1 -fin floraison-) et si possible, ne pas labourer avant le semis de la culture suivante. Détruire les repousses et les adventices hôtes. Irriguer au plus près des besoins de la plante, drainer les zones humides. Utiliser des variétés tolérantes. Ne pas les semer trop précocement (risque de montée à graines). Éliminer les momies de betteraves.



Limitier les nématodes dans les rotations avec colzas et betteraves

Si la parcelle est connue pour :	Possibilité et gestion d'une culture de colza	Choix variétal de la betterave	Choix et implantation de l'interculture
Etre infestée en nématodes	La culture de colza est fortement déconseillée	Variété double tolérante : impératif	Planter strictement et précocement une culture anti-nématodes
Présenter seulement quelques ronds de nématodes quel que soit le niveau de risque	La culture de colza est possible à condition de bien détruire les pivots et les repousses toutes les 2/3 semaines	Variété double tolérante : conseillé , surtout en absence d'autorisation de destruction des repousses avant 3 semaines	Planter strictement et de préférence précocement une culture anti-nématodes
	Attention , en cas d'obligation de maintien des repousses de colza pendant plus de 3 semaines, la culture de colza est déconseillée		Planter strictement et précocement une culture anti-nématodes
Ne pas être apparemment infestée mais présenter un risque important*	Sans limitation mais attention au développement du nématode. Bien gérer le colza post récolte : destruction des pivots et des repousses toutes les 2-3 semaines	Variété sensible au nématode : possible à condition de surveiller l'apparition de foyers.	Eviter strictement les crucifères non résistantes
Ne pas être apparemment infestée et ne pas présenter de risque important *		Variété sensible au nématode : possible	Eviter de préférence les crucifères non résistantes en semis précoce

* **Risque important** : la parcelle est en rotation de moins de 4 ans, des effluents agro-industriels y sont épandus et/ou le semis est tardif (cf. tableau ci-après).

Grilles des éléments de risques vis-à-vis de la rhizomanie, des nématode et du rhizoctone brun

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, oseille, saponaire, chénopode, stellaire, arroche	Pomme de terre, moutarde, radis, féverole, pois, ray-grass, salsifi, soja, tournesol, colza, chénopode, amarante

Conditions de milieu à risque*	Rhizomanie	Nématodes à kystes	Rhizoctone brun
Type de sol	argileux	sableux	argileux compacté
Sol superficiel			
pH du sol	acide	basique	acidité de surface
Sol à fort taux de matières organiques			
Sol à fort taux de calcaire total			
Présence d'eau stagnante, excès d'eau			

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. Ces éléments doivent plutôt servir à déterminer le niveau de risque lié à la pratique, qui associé au risque lié au sol, doit fortement orienter le choix de la variété.

Plus le risque est important, plus il est nécessaire de choisir une variété tolérante pour gérer le problème à long terme et s'assurer une production correcte.

Rhizoctone violet

Symptômes : 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 tache 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.

Lutte agronomique : pratiquer des rotations longues (5 ans) et éviter le retour trop fréquent de cultures sensibles (betterave, luzerne, carotte, pomme de terre, asperge et dans une moindre mesure endive, trèfle, pois). Les céréales seraient des précédents limitant la maladie. Détruire les débris de culture infectés. Supprimer les mauvaises herbes ou les repousses d'espèces cultivées sensibles. Ajuster l'irrigation au strict besoin de la plante.

En silo : évolution de la pourriture des betteraves touchées. Peu de diffusion aux betteraves voisines. Limiter la durée de stockage. Prévenir la sucrerie pour un enlèvement rapide.



Avant stockage



Après stockage

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.

Lutte agronomique : lutter contre le stress hydrique (parcelle en condition séchante) et les attaques de teignes. Cette maladie se développe en condition caniculaire sur des parcelles soumises à ces stress.



Erwinia

Symptômes : éclatement du collet et coloration des vaisseaux vasculaires de la racine qui se nécrosent, ce qui aboutit à la désagrégation totale des tissus, pourriture humide, écume au collet - difficile à voir - et forte odeur pestilentielle. Des lésions brunes peuvent apparaître sur les pétioles.

Lutte agronomique : allonger la rotation et éviter le retour trop fréquent de cultures sensibles (pomme de terre, endive, et dans une moindre mesure betteraves). Éviter toutes blessures. Une bonne structure de sol, un minimum de débris et une bonne gestion de la fertilisation azotée sont également recommandés.



Nématode du collet - *Ditylenchus dipsaci*

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.

Lutte agronomique : limiter l'implantation de cultures favorisantes (colza) ou sensibles à ce parasite (oignon, pois et dans une moindre mesure betteraves, pomme de terre, maïs, carotte, avoine, luzerne, haricot, épinard, vesce, seigle et certaines mauvaises herbes comme les chénopodiacées). Semer tardivement.

Les sols argileux ou argilo-calcaire et ceux à pH élevé, ainsi que les printemps humides et froids sont favorables à *Ditylenchus*.



- Ces maladies et ravageurs se développent plus ou moins en silo (selon le type de champignons, les modalités de récolte et les températures). D'autres attaques parasitaires en végétation ou de carence en bore peuvent également entraîner des taches noires dans les silos (voire chapitre 7 oligoéléments page 22). Pour identifier l'origine de ces maladies mieux vaut les repérer le plus tôt possible en champ. Prospector les parcelles à partir de l'été pour y détecter les zones attaquées. En bordure de ces zones, bien repérer les symptômes sur les betteraves en début d'attaque.
- En été, éviter d'écraser les racines lors des passages de pulvérisateur (attention aux demi-tours).
- En cas de présence de betteraves malades, ne pas trop retarder la récolte et éviter un stockage prolongé (voire le chapitre 20 Stockage page 72).

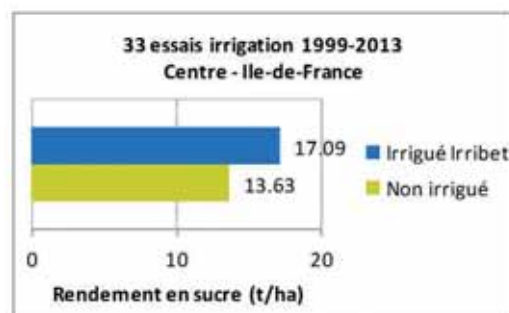


L'expérimentation irrigation

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.

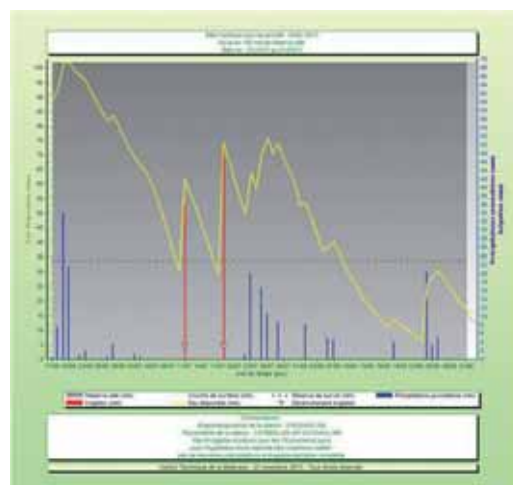


Règles de conduite de l'irrigation

- 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 mm, 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

Irribet® est un outil développé par l'ITB pour suivre l'évolution du bilan hydrique des betteraves et piloter l'irrigation. Il évalue le niveau de la réserve en eau du sol selon le climat et le développement de la culture. Une représentation graphique permet de suivre l'évolution de la quantité d'eau disponible dans le sol en fonction du temps. Le modèle calcule la date optimale pour déclencher un apport d'eau grâce à une simulation de l'évolution des réserves du sol, sous l'hypothèse d'une stabilité des conditions climatiques et en l'absence de nouvelles précipitations. Les paramètres décrivant le bilan hydrique (type de sol, station météo, paramètres culturaux) ne sont saisis qu'une seule fois car Irribet® les enregistre sur le disque dur de votre ordinateur. Les données météo proviennent soit d'une liste de stations proposées, soit de vos propres relevés pluviométriques (ce qui est préférable compte-tenu de l'importance de cette variable). Irribet® est téléchargeable gratuitement sur le site de l'ITB www.itbfr.org à la rubrique "Outils interactifs/bilans hydriques".



Livrer des betteraves plus propres : une démarche globale

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

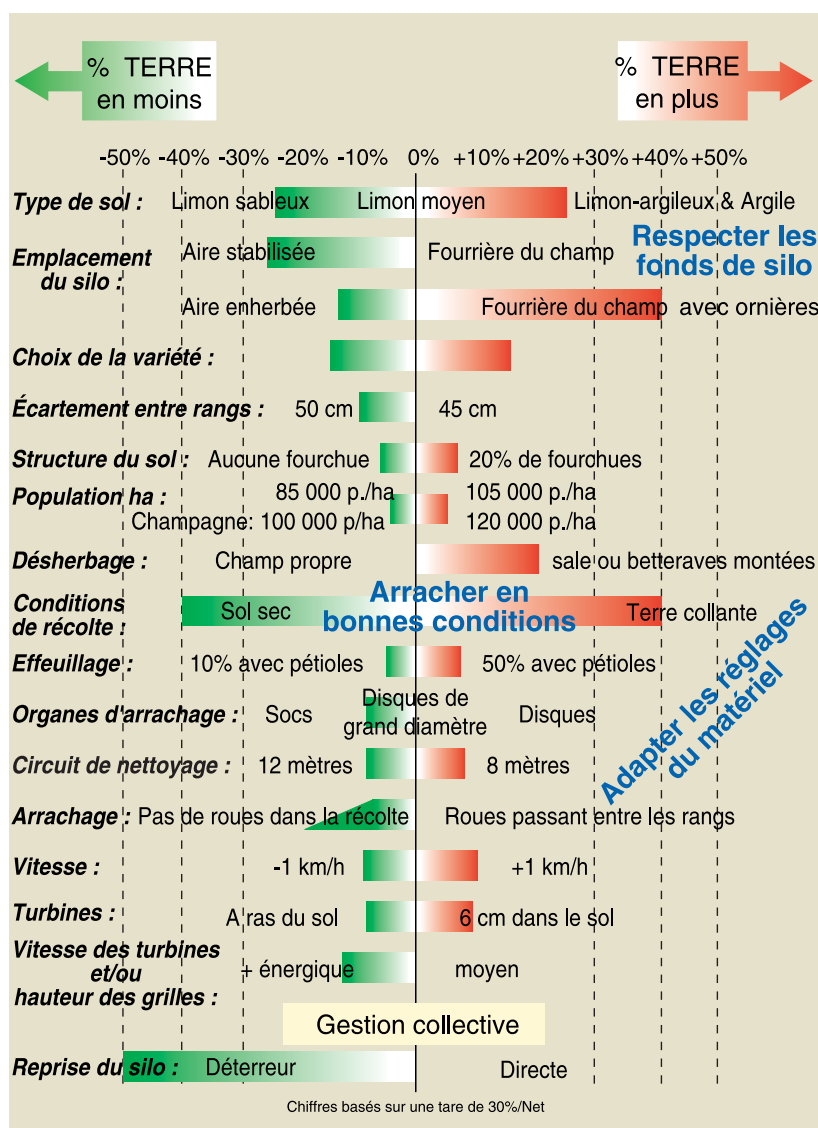
Améliorer l'itinéraire technique

- 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

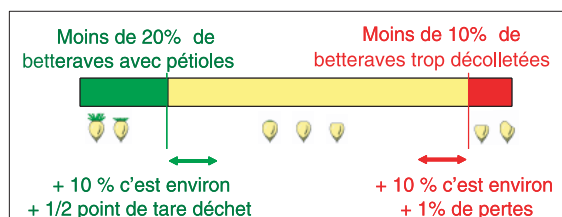
- C'est un point crucial. Un plan de charge trop élevé oblige à trop récolter en mauvaises conditions.
- Une bonne organisation (pas de temps morts dans l'arrachage, pas de pertes de temps superflues) permet d'exploiter au mieux les jours favorables à une récolte de qualité.
- Ne pas attendre le dernier 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.

Effeuilage et scalpage

Objectif :

- moins de 20 % de betteraves avec pétioles et
- moins de 10 % de betteraves trop décolletées.

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 surdécolletées ou éclatées	Travail de qualité	Travail correct Baisser légèrement le rotor et contrôler à nouveau	• Baisser légèrement le rotor • Augmenter la pression d'appui des scalpeurs (les betteraves ne doivent pas se coucher) • Réduire la vitesse d'avancement	• Baisser le rotor • Vérifier les scalpeurs
10 % de betteraves surdécolletées ou éclatées	Travail correct Si betteraves surdécolletées par les fléaux, relever légèrement le rotor et contrôler à nouveau	Limites d'un travail de qualité		
Plus de 10 % de betteraves surdécolletées ou éclatées	Par les fléaux	• Relever le rotor et contrôler	• Relever le rotor • Laisser travailler les scalpeurs et contrôler	• Vérifier les scalpeurs • Vérifier l'entretien et les réglages de base de l'effeuilleuse • Réduire la vitesse d'avancement
	Par les scalpeurs	• Vérifier l'affûtage des scalpeurs • Diminuer la pression d'appui des scalpeurs • Réduire la vitesse d'avancement		

Vérifiez l'affûtage des scalpeurs



Effeuilage très insuffisant



Arrachage et nettoyage

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

- 1 tonne de betteraves perdues est compensée par 2 à 3 points de tare gagnés.
- Nettoyer au maximum, sans dépasser un seuil de pertes variable selon les conditions.
- En général, les pertes par casse sont comprises entre 1 et 1,5 t/ha et les pertes de betteraves entières entre 0,5 et 1 t/ha. En conditions difficiles il faut accepter de perdre davantage pour nettoyer mieux. (voir l'encadré «chiffrer les pertes»)

Pertes à la récolte : Tout dépend des conditions !

- En conditions d'arrachage sèches : chercher à limiter les pertes par casse au moment de la récolte en adaptant les réglages (ralentissement des organes de nettoyages, fermeture des grilles, tôle de protection) afin de viser moins d'1 t/ha de pertes par casse.
- En conditions de récolte difficile, il ne faut pas hésiter à solliciter la capacité de nettoyage de la récolteuse.

En cas de déterrage, moins il y aura de terre dans le silo avant déterrage, moins il y en aura après. Ainsi, on peut se permettre plus de pertes par casse à la récolte, jusqu'à environ 1,5 – 2 t/ha sans noter une augmentation significative du cumul des pertes récolte plus déterrage.

5 règles de base pour un bon arrachage

1. Avoir un matériel en bon état est la première des conditions. De plus il faut pouvoir retrouver facilement les réglages de base donnés par le constructeur pour s'adapter à de nouvelles conditions.
2. L'optimum de réglage résulte d'un double compromis entre betteraves avec pétioles et betteraves trop décollées d'une part, entre propreté et pertes d'autre part.
3. Régler n'est pas une perte de temps. Pour s'approcher de l'optimum, il faut prendre le temps d'évaluer les pertes.
4. Il ne faut pas se satisfaire d'un réglage. Tant que l'on n'a pas observé trop de pertes, on n'est pas sûr d'avoir atteint l'optimum. Si on est allé trop loin, on peut toujours revenir au réglage précédent.
5. Il faut remettre en cause les réglages dès que les conditions évoluent.

Réglages en bonnes conditions : objectif = pas de terre libre dans le silo.

Le nettoyage est assez facile, il faut penser à minimiser les pertes :

- La profondeur d'arrachage peut être augmentée si cela limite la casse des pivots.
- Si nécessaire, monter des tôles devant les grilles à barreaux lisses ou à queues de cochons (ou des jongs 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 et en dernier lieu la hauteur des grilles.
- 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. D'une manière générale le bon compromis sera 2/3 de la vitesse maximale possible dans les conditions de la parcelle.
- Ecueil à éviter avec les bâtis à disques : si le sol est dur, on a tendance à relever les patins par rapport aux disques pour faciliter l'enterrage du bâti. Mais attention de leur conserver leur action de découpe de la bande de terre arrachée. Il y a sinon risque de soulever des plaques avec des mottes de terre sèche qui vont se transformer en boules de terre dans le circuit de nettoyage.



Les conditions de récolte se dégradent : évolution des réglages.

- Enlever en premier lieu les tôles et autres systèmes de protection.
- Réduire la profondeur d'arrachage, sans générer de casse systématique des pivots.
- Positionner les grilles à barreaux lisses en cascade, utiliser des grilles à queues de cochons.
- Augmenter la hauteur des grilles et la vitesse des organes de nettoyage.
- Réduire la vitesse d'avancement.

Réglages en conditions difficiles : la priorité est de réduire la tare terre.

Charger un minimum de terre avec les betteraves :

- Bâti arracheur : privilégier les bâtis à socs. Profondeur la plus faible possible sans casser systématiquement les pivots.
- Turbines de reprise impérativement au dessus du sol.
- 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).
- 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.
- Augmenter la vitesse des turbines pour intensifier le nettoyage jusqu'à apparition de casses systématiques.
- Veiller à conserver l'efficacité du circuit de nettoyage : vérifier grattoirs, roues et moulinets déboureur, penser à l'apport d'eau en terre collante.
- Une vitesse excessive limite la capacité de nettoyage de la machine. Réduire la vitesse. Le bon compromis se situe aux environs de 2/3 de la vitesse maximale possible dans les conditions de la parcelle.

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		Estimation des pertes de betteraves entières (t/ha)	
Pourcentage de betteraves peu cassées (le diamètre de la pointe cassée mesure au plus 2 cm)	Estimation de la perte par casse (t/ha)	Diamètre des betteraves entières glanées	Poids approximatif d'une betterave (kg)
De 80 à 100 %	0,5	< 5 cm	négligeable
De 60 à 80 %	1	5 à 6 cm	0,1
De 40 à 60 %	2	6 à 7 cm	0,2
De 20 à 40 %	3	7 à 8 cm	0,3
De 0 à 20 %	> 4	8 à 9 cm	0,4
		9 à 12 cm	0,7
Exemple : si 70 % de betteraves sont peu cassées, 1 tonne / ha a été perdue par casse du pivot		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	



Pour estimer les pertes de betteraves entières, l'ITB a mis au point le "glanomètre".

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.

Avantages et inconvénients des différents types de silo

Aire stabilisée



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

Inconvénients :

- Entretien difficile si déterrage
- Souvent éloignée de la parcelle
- Les déterreurs du type avaleurs de silos ne peuvent pas travailler sur aire stabilisée

Aire enherbée



Avantages :

- Faible coût de mise en place
- Réduction de 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

Inconvénients :

- Utilisable une seule fois si mauvaises conditions
- Moindre réduction de tare qu'une aire stabilisée
- Entretien

Sol nu



Avantages :

- Rien à prévoir sinon un accès routier sécurisé
- Convient à tout type de déterreur

Inconvénients :

- Augmente la tare terre de 1 à 8 points selon les conditions de récolte

Un stockage long (supérieur à 270°C jour) peut entraîner des problèmes de conservation

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.



Evaluer le risque des pourritures

En fonction de la date d'enlèvement et de la date de récolte, il s'agit d'évaluer le risque d'avoir une durée de stockage supérieure à 270°C jour et donc de développer des pourritures.

Date de récolte et durée de stockage à ne pas dépasser pour limiter le développement de pourritures dans le silo

Date d'enlèvement	Eviter de récolter avant le	Durée de stockage à ne pas dépasser
1 ^{er} - 15 novembre	5 octobre	23
16 - 30 novembre	15 octobre	26
1 ^{er} - 15 décembre	20 octobre	33
16 - 31 décembre	28 octobre	45
Début janvier	8 novembre	50

ITB Services - Silobet



Pour évaluer la période de récolte optimale pour une bonne conservation, en fonction de la date d'enlèvement et du climat de la région, utiliser Silobet logiciel mis gratuitement à votre disposition par l'ITB sur le site www.itbfr.org. Le calcul de cet utilitaire fait appel aux données de températures moyennes et journalières, ainsi qu'au seuil de conservation des betteraves en silo.

Après avoir choisi la station météorologique, si la récolte n'a pas encore eu lieu, on peut connaître, en fonction d'une date d'enlèvement prévue, la période de récolte optimale pour éviter des problèmes de conservation au silo.

Des facteurs parcelles peuvent avoir un impact sur les pourritures :

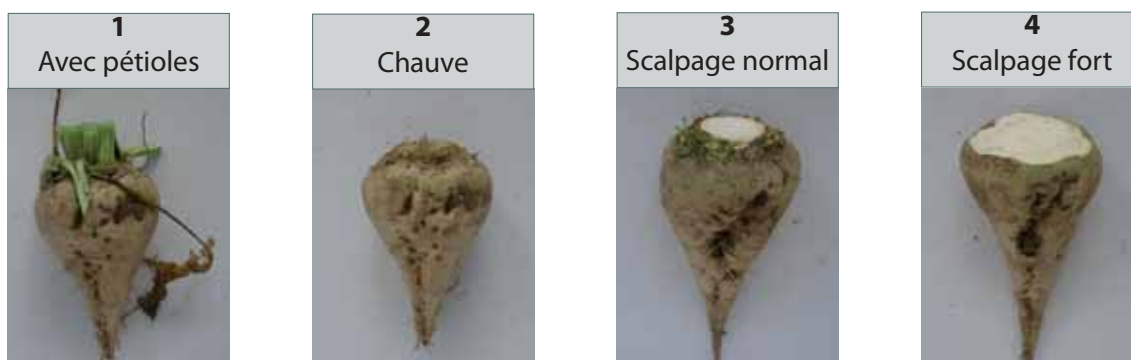
- Les sols à cailloux peuvent entraîner des blessures supplémentaires aux betteraves et donc augmenter le risque d'avoir des pourritures.
- Les sols de craie favorisent la conservation en diminuant le risque d'avoir des pourritures.

Le troisième facteur parcellaire pouvant jouer sur la conservation est l'état sanitaire initial par exemple la pression de maladies de racines au champ. Celles-ci vont continuer de pourrir dans le silo. De plus, certaines betteraves pouvant être considérées comme saines, n'en sont peut être qu'à un stade précoce de la maladie qui va continuer à se développer dans le silo. Les champs présentant des betteraves atteintes de rhizoctone brun, rhizoctone violet, Erwinia, ou ditylenchus ne doivent pas être prévus pour du stockage long.

Adapter la récolte suivant le risque pourritures

Si c'est possible, retarder la date de récolte tout en restant dans des bonnes conditions, sinon :

- Eviter de récolter si des températures chaudes sont prévues pendant la semaine suivant la récolte (supérieures à 13°C).
- Favoriser les betteraves peu scalpées (catégories 2 et 3) . Les betteraves fortement scalpées offrent une surface d'attaque aux champignons se développant pendant la période de stockage proportionnelle au niveau de scalpage. A l'inverse, des betteraves avec pétioles risquent d'émettre des repousses foliaires en conditions chaudes qui consomment du sucre et augmentent le niveau de tare terre.



- Limiter les blessures en réduisant l'agressivité du nettoyage et récolter dans de bonnes conditions. La récolte occasionne des blessures de 3 types : blessures au collet par sur-scalpage, casses des pointes (sol sec ou nettoyage agressif) et chocs ou blessures latérales (arrachage difficile, réglages agressifs pour enlever le maximum de terre). Si les casses des pointes offrent une faible surface d'attaque, les blessures latérales accompagnées de chocs qui brisent les parois cellulaires facilitent la propagation des pourritures à l'intérieur de la betterave.
- Récolter au maximum dans de bonnes conditions. Plus on avance dans la campagne, plus la récolte risque de se dérouler dans des conditions difficiles. Il s'agit de réduire l'agressivité du nettoyage tout en conservant le bon compromis entre tare terre et conservation. Le nombre de jours dans de bonnes conditions, décroît au cours de la campagne. A partir de début novembre, les chances de récolter dans de bonnes conditions sont presque nulles et suivant les types de sol et la situation géographique, les conditions de récolte difficiles sont plus présentes. C'est pourquoi, il est important de surveiller la météo une semaine avant la date de récolte prévue pour profiter des meilleures conditions.
- Eviter d'abîmer les betteraves lors du changement de bennes et de la confection du silo.

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 peut aussi être un moyen d'améliorer le déterrage. 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 2 types de bâches :

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

	Bâche noire	Bâche TopTex®
Avantages	• Efficace contre le gel et le vent • Le coût	• Réutilisable • Laisse circuler l'air, ce qui améliore l'efficacité du déterrage • Moins sensible au vent
Inconvénients	• Sensible au vent • Fragile • Risque d'échauffement du silo	• Un peu moins efficace contre le gel • Le coût
		

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 7.50 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

- L'enlèvement des résidus de l'aire de stockage doit se faire le plus rapidement possible. Ils doivent être ensuite épandus sur une grande surface pour éviter des incidences sur la culture suivante.
- Après le passage d'un avaleur, les résidus étant dispersés sur toute la surface du silo, la meilleure solution est de réaliser un déchaumage pour mélanger la terre éliminée et la matière organique (queues de betteraves, feuilles...). Si la quantité de résidus est importante, il va se former un andain de terre au centre du passage de l'avaleur qu'il faudra enlever le plus rapidement possible.
- Attention à ne pas laisser les résidus de déterrage sur place, ils peuvent en effet servir de refuge et de points de dissémination aux maladies du feuillage et autres parasites (pucerons, teignes...).



**Présidence
Direction Générale**



Alexandre Quillet
Président



Bruno Labilloy
Vice-président



Vincent Laudinat
Directeur Général
laudinat@itbfr.org



Valérie Lehieulle
Assistante de Direction
lehieulle@itbfr.org

**Département Administratif
Ressources Humaines
Informatique**



Marie-Hélène Hommet
Responsable
administratif et financier
hommet@itbfr.org



Lénaïc Mignot
Responsable informatique
mignot@itbfr.org



Sébastien Lemaire
Responsable projets
lemaire@itbfr.org



Thuy Bui
Assistante comptable
bui@itbfr.org

Département scientifique



Hervé Escriou
Responsable du département
scientifique
escriou@itbfr.org

Suzanne Blocaille - blocaille@itbfr.org



Pôle agronomie / agro-équipement
Pôle génétique / gestion bioagresseurs

Séverine Dupin - dupin@itbfr.org



Pôle agronomie / agro-équipement
Pôle génétique / gestion bioagresseurs
Pôle monitoring et modélisation

Rémy Duval - duval@itbfr.org



Pôle agronomie / agro-équipement

Céline Gouwie - gouwie@itbfr.org



Pôle génétique / gestion bioagresseurs
Pôle monitoring et modélisation

Fabienne Maupas - maupas@itbfr.org



Pôle agronomie / agro-équipement
Pôle génétique / gestion bioagresseurs
Pôle monitoring et modélisation

Emilien Quilliot - quilliot@itbfr.org



Pôle génétique / gestion bioagresseurs

Cédric Royer - royer@itbfr.org



Pôle agronomie / agro-équipement

**Service Communication
Veille réglementaire**



Lucie Viou
Responsable Communication
viou@itbfr.org

**Secrétariat administratif
et technique**



Saïda Bahous
Secrétaire technique
bahous@itbfr.org



Sophie Calla
Secrétaire administrative
calla@itbfr.org

Département Action régionale



Ghislain Malatesta
*Responsable
action régionale
malatesta@itbfr.org*

Pôle Griffon



Marc Fallet
*Adjoint
fallet@itbfr.org*

Délégation Normandie

Tél 02.35.12.26.72 - itb76@itbfr.org



Alexandre Métais
Délégué



Nicolas Maillard
Adjoint

Délégation Nord/Pas-de-Calais

Tél 03.20.32.95.22 - itb59@itbfr.org



Vincent Delannoy
Délégué



René Chivet
Adjoint

Délégation Somme

Tél 03.22.93.42.01 - itb80@itbfr.org



Thierry Leclère
Délégué



Pierre Desesquelles
Adjoint

Délégation Aisne

Tél 03.23.24.23.85 - itb02@itbfr.org



François Courtaux
Délégué



J. Charles Germain
Adjoint

Délégation Oise - Val d'Oise

Tél 03.44.23.19.67 - itb60@itbfr.org



Philippe Delefosse
Délégué



Pierre Guerreau
Adjoint

Délégation Loiret - Eure et Loir

Tél 02.38.34.55.84 - itb45@itbfr.org



Pierre Houdmon
Délégué



Pierre Lesage
Adjoint

Délégation Ile de France

Tél 01.60.56.02.15 - itb77@itbfr.org



Henry de Balathier
Délégué



Charles Popot
Adjoint

Délégation Champagne/Yonne

Tél 03.26.61.85.61 - itb51@itbfr.org



Pascal Amette
Délégué



Maxime Allart
*Coordinateur
expérimentateur*



Jacques Deleplace
Adjoint



Matthieu Meens
*Technicien
d'expérimentation*