

CONSEIL DE SAISON

Lutte contre les adventices dicotylédones en désherbage betterave

Le désherbage est une étape cruciale dans l'itinéraire technique de la betterave. C'est une pratique très technique qui mobilise beaucoup de temps et de savoir-faire. Les échecs sont très coûteux du fait de la sensibilité de la betterave à la concurrence des adventices. Voici les principaux conseils de l'ITB sur le désherbage des adventices dicotylédones à l'aube des premiers travaux.

En 2019, le désherbage des betteraves a été jugé satisfaisant par les équipes de l'ITB. Afin d'améliorer l'efficacité du désherbage, de réduire ses coûts et de répondre aux attentes sociétales, il est nécessaire dans un premier temps de connaître précisément la flore adventice présente dans la parcelle, ce qui permettra de décider de la nécessité d'un traitement de pré-émergence, en particulier en cas de fortes infestations d'ombellifères. Dans un deuxième temps l'observation de ces parcelles au cours de la croissance des betteraves permettra d'adapter le programme de désherbage en fonction des adventices présentes.

Traitement de pré-émergence

L'intervention en pré-émergence n'est pas justifiée dans la majorité des cas, seules les parcelles à fortes

→ Essais de désherbage ITB en Normandie.

CHIFFRE CLÉ

2020

Dernière année d'utilisation pour les produits à base de desmé-diphame et de chloridazone.



infestations d'ombellifères (æthuse ou *Ammi majus*) doivent être traitées en pré-émergence. Dans ces situations, une application de Zeppelin à 2,5 l/ha ou de Kezuro à 3,5 l/ha est recommandée. Le traitement est à réaliser juste après le semis (48 heures maximum) car il peut y avoir un risque de toxicité sur les betteraves si l'application est plus tardive (début de germination des betteraves). Ces produits peuvent être apportés en localisé sur le semoir afin de limiter les coûts. Un binage complémentaire sera nécessaire.

Traitement de post-émergence : adapter les matières actives aux adventices présentes

L'ITB a mis au point le tableau ci-contre, « Quelle matière active pour quelle adventice ? », afin de permettre la réalisation d'un programme de post-émergence herbicides.

Une fois les adventices identifiées, l'objectif est de choisir uniquement les matières actives efficaces pour contrôler la flore. Afin d'obtenir une parcelle propre, il est nécessaire de diversifier les programmes dans le temps en utilisant plusieurs substances actives. Ce tableau présente l'efficacité des herbicides afin de raisonner au mieux le choix des produits et de construire un programme de désherbage.

Quelle matière active pour quelle adventice (post-émergence) ? (figure 1)

Quelle matière active pour quelle adventice ?

Matières actives	Exemple de spécialités	Dose homologuée par cycle cultural	Amarante	Ammi majus	Atriplex	Chénopode	Colza	Æthuse	Fumeterre	Gaillet	Matricaire	Mercenaire	Morelle	Mouron blanc	P.S.D	Penicée	Ren. oiseau	Ren. persicaire	Ren. liseron	Ravenelle	Sanne	Véronique fil
Phenmé-diphame 160 g/l (PMP)	Fasnet SC, Bettapham ...	6 l/ha																				
Éthofumesate 500 g/l (ETHO)	Boxer SC500, Tramat F ...	2 l/ha																				
Métamitron 70 % (MÉTAM)	Goltix 70UD	4 kg/ha																				
Lénacile 80 % (LEN)	Venzar, Varape ...	0.624 kg/ha																				
Triflusaluron méthyl 50 % (TRI)	Safari	0.12 kg/ha																				
Clomazone 360 g/l	Centium 36CS	0.2 l/ha																				
Diméthénamid-P 720 g/l	Isard	1 l/ha																				
S-Metolachlor 960 g/l	Mercantor Gold	0.6 l/ha																				
Chloridazone 65 % (CHLORI)	Better DF	2 kg/ha																				

Efficacité des produits associant plusieurs matières actives par adventice

Spécialités à plusieurs voies			Amarante	Ammi majus	Atriplex	Chénopode	Colza	Æthuse	Fumeterre	Gaillet	Matricaire	Mercenaire	Morelle	Mouron blanc	P.S.D	Penicée	Ren. oiseau	Ren. persicaire	Ren. liseron	Ravenelle	Sanne	Véronique fil
PMP, DMP, ETHO	Betanal Booster	4 l/ha																				
MÉTAM, CHLORI	Menhir FL	3.2 l/ha*																				
PMP, DMP	Beetup Compact	4.5 l/ha																				
CHLORI, QUINM	Zeppelin	2.5 l/ha																				
PMP, DMP, ETHO, LEN	Betanal MaxxPro	4.5 l/ha																				
ETHO, MÉTAM	Goltix Duo	3.4 l/ha																				
TRI, LEN	Safari Duo active	0.63 kg/ha																				

* en post- ou 3 l/ha en pré

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

Comment lire ce tableau ?

Ce tableau présente les matières actives efficaces pour lutter contre la flore adventice mais également celles qui sont inefficaces. Les couleurs vertes représentent les produits qui seront efficaces et très efficaces. Les couleurs orange et rouge représentent des produits qui seront inefficaces. La couleur verte/jaune correspond à des produits qui ont eu des efficacités irrégulières pendant ces dernières années d'expérimentations.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

2020 est la dernière année d'utilisation pour les produits à base de chloridazone et de desmé-diphame.

- Les produits à base de chloridazone (Zeppelin, Menhir FL, etc.) seront PPNU (Produits phytosanitaires non utilisables) après le 31 décembre 2020.
- Les produits à base de desmé-diphame (Betanal Booster, Betanal MaxxPro, Beetup Compact, etc.) seront PPNU après le 30 juin 2020.

Choix des doses en fonction du stade des adventices

Une fois les produits choisis, il est nécessaire d'adapter la dose en fonction du stade des adventices et des conditions climatiques. L'objectif sera d'intervenir sur des adventices au stade point vert à cotylédons (voir figure 2). Il est nécessaire également d'ajouter au mélange herbicide de 0,5 l/ha à 1 l/ha d'huile. Le désherbage démarre deux ou trois semaines après le semis sur adventices au stade cotylédons et se termine à 70 % de couverture des betteraves.

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

Intégrer le désherbage mécanique autant que possible

Le désherbage mécanique présente une alternative ou un complément crédible aux herbicides. En complément du désherbage chimique et lorsque les conditions météorologiques sont favorables,

CHIFFRE CLÉ

de **25**
à **50 %**

Diminution possible de l'IFT herbicides avec les techniques de désherbage mécanique combiné lorsque les conditions climatiques sont favorables.

- 1 Matériel de désherbage mécanique sur le rang.
- 2 Localisation d'herbicide sur le rang.

il permet de diminuer les quantités d'herbicides chimiques et de garantir la propreté des parcelles. Deux itinéraires sont possibles en betterave pour concilier les deux objectifs que sont la réduction d'herbicide et la propreté finale des parcelles.

• **Première stratégie** : réaliser deux ou trois traitements herbicides traditionnels en plein afin d'arriver au stade 4 feuilles vraies des betteraves et de contenir les levées d'adventices puis intervenir en mécanique avec une bineuse traditionnelle betterave équipée de moulins sur le rang, une houe rotative ou une herse étrille avec réglage des dents par ressorts.

Les passages de bineuse à moulins, de houe rotative ou de herse étrille avec réglage des dents par ressorts présentent des risques de pertes de plantes lorsqu'ils sont réalisés avant ce stade de quatre feuilles vraies 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 détruire les adventices. Au-delà du stade 10-12 feuilles, les machines occasionnent des dégâts aux betteraves qui peuvent rapidement être excessifs. L'efficacité de ces machines est également très dépendante du stade des adventices au moment de l'intervention. Elle est bonne jusqu'au stade cotylédons et chute rapidement lorsque les adventices dépassent ce stade.

L'efficacité de ces machines est faible sur les adventices vivaces et graminées qui doivent être gérées dans la rotation et maîtrisées dans la culture par des traitements herbicides.

• **Deuxième stratégie** : traitement localisé sur le rang. Cette méthode permet de traiter uniquement le rang des betteraves avec une rampe localisée. Ce traitement est couplé avec du binage en inter-rang. Le traitement est effectué avec les mêmes produits, mêmes doses et au même stade d'intervention que le traitement en plein.

Les passages mécaniques exigent un bon nivellement du sol, l'efficacité est largement tributaire des conditions météorologiques. Il est nécessaire d'avoir un minimum de temps sec après le passage mécanique.

Remarque : pour le désherbage des graminées, se reporter au cahier technique du *Betteravier français* n° 1107.

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



0,6-0,8 l/ha



1-1,2 l/ha



1,5 l/ha



Intervention mécanique

Adapter la dose de produit/ha/passage en fonction du stade des adventices (figure 2)

Stade des adventices (*)	Fasnet SC Bettapham (1)	Boxer 500 Trammat F (2)	Betanal Booster (3)	Goltix UD (4)	Zepplin (5)	Venzar Varape (6)	Safari (7)	Menthir (8)	Goltix Duo (9)	Mercantor Gold (10)	Isard (11)	Centium 36CS (12)	Safari Duo active (13)
Point vert - cotylédons étalés	0,6 - 0,8 l/ha	0,15 l/ha	0,6 - 0,8 l/ha	0,3 - 0,5 kg/ha	0,6 - 0,8 l/ha	0,1 kg/ha	0,015 - 0,020 kg/ha	0,6 - 0,8 l/ha	0,8 l/ha	0,2 - 0,3 l/ha	0,2 - 0,3 l/ha	0,035 l/ha	0,105 - 0,145 kg/ha
2 feuilles naissantes à 2 feuilles vraies	1-1,5 l/ha	0,2-0,3 l/ha	1 l/ha	0,5 - 0,7 kg/ha	0,8 - 1 l/ha	0,1 kg/ha	0,020 - 0,030 kg/ha	0,8 l/ha max,	1 l/ha	0,2 - 0,3 l/ha	0,3 l/ha	0,05-0,1 l/ha	0,145 - 0,210 kg/ha
Plus de 4 feuilles	Binage												

(*) Les fourchettes de doses correspondent aux stades des adventices
 (1) phenmédiaphame
 (2) éthofumésate 500 g/l
 (3) phenmédiaphame + éthofumésate + desmédiaphame

(4) métamitron 70 %
 (5) quinmérac + chloridazone
 (6) lénacile
 (7) triflusaluron-méthyl
 (8) chloridazone + métamitron
 (9) éthofumésate + métamitron

(10) s-métolachlor
 (11) diméthénamid-P
 (12) clomazone
 (13) lénacile + triflusaluron-méthyl



1



2

CE QU'IL FAUT RETENIR

- Choisir les matières actives adaptées aux adventices de la parcelle.
- Intervenir sur des adventices jeunes, point vert à cotylédons étalés, de manière à pouvoir appliquer des doses réduites. Si les adventices sont plus développées, augmenter les doses des produits.
- Réaliser les traitements en bonnes conditions d'hygrométrie, au moins 70 %, et avec un vent inférieur à 19 km/h, règle de force 3 Beaufort obligatoire.
- Ajouter entre 0,5 et 1 l/ha d'huile au mélange herbicide.
- Pratiquer un ou plusieurs désherbages mécaniques si les conditions sont favorables.

EXPERTISE

Betterave et changement climatique

L'ITB a étudié l'impact des tendances du réchauffement climatique selon divers scénarii. Les trois variables qui impacteront la productivité de la culture sont la température, la pluviométrie et la concentration en CO₂. Leurs effets potentiels sur la betterave sont décryptés dans cet article.



Betteraves affectées par le stress hydrique.

CHIFFRE CLÉ

10 jours

Avancement des dates de semis depuis 30 ans.

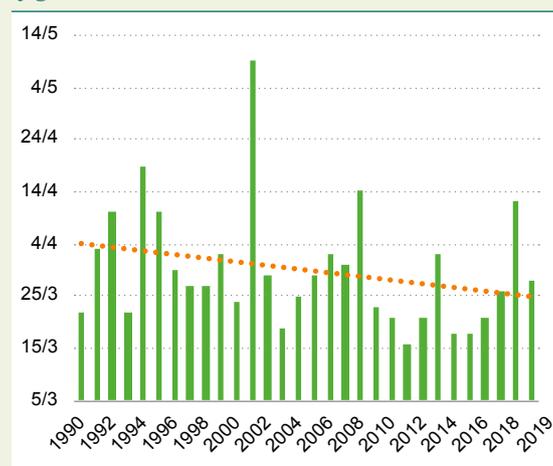
Les enseignements du passé

Une hausse des températures profitable à la végétation

Jusqu'en 2010, le rendement des betteraves a progressé à un rythme soutenu, proche de 2 % par an au niveau national. Une précédente étude de l'ITB avait montré que cette évolution s'explique par des progrès génétiques, une amélioration des techniques culturales mais aussi pour moitié par l'évolution climatique. En moyenne sur les principales stations climatiques de la zone betteravière, l'augmentation constatée de température au printemps est de 0,04 °C/an pour la période de 1990 à

2015. Cette augmentation de température stimule en phase précoce la croissance du bouquet foliaire et permet d'atteindre le stade « couverture foliaire » plus tôt. L'interception du rayonnement lumineux converti par la plante en biomasse est alors optimisée, ce qui accroît l'accumulation de sucre dans la racine. Le réchauffement au printemps a également entraîné une avancée des dates de semis, permettant d'augmenter la durée de végétation : depuis 1990, les dates moyennes de semis sont passées du 5 avril au 25 mars, soit dix jours de végétation supplémentaires correspondant à un gain potentiel de 5 % de rendement.

Dates de semis des betteraves depuis 1990 (figure 1)



Évolution des rendements en Seine-Maritime depuis 1997 (figure 2)



Un effet bénéfique de la teneur atmosphérique en CO₂ ?

De nombreuses publications scientifiques démontrent que l'augmentation de CO₂ aura probablement un effet positif sur la productivité. L'augmentation de CO₂ augmente la photosynthèse, principalement pour les plantes en C3 (blé, colza, betterave, etc.) comparativement aux plantes en C4 (maïs, canne à sucre). L'ordre de grandeur de cet effet serait un gain de 10 à 20 % du potentiel de production de biomasse pour un accroissement de 150 ppm de teneur atmosphérique en CO₂, valeur projetée pour l'année 2050.

Pas de stade critique vis-à-vis des stress climatiques

La betterave reste au stade végétatif jusqu'à la récolte. Ainsi, elle ne présente pas de stade physiologique critique vis-à-vis des stress climatiques, température excessive ou défaut d'alimentation en eau, à la différence de la majorité des autres cultures de la rotation (transition florale du maïs, stade limite d'avortement du pois, méiose pollinique et fécondation des céréales, remplissage des grains...). En première approche, la betterave présente donc une certaine résilience vis-à-vis du réchauffement climatique.

Le réchauffement climatique accroît aussi les risques

La courbe de progrès de rendement s'infléchit depuis 2010 avec un niveau variable selon les régions en fonction du risque de stress hydrique et du cortège de bioagresseurs présents. Le changement climatique agit sur les composantes biotiques du système de production – plante cultivée ou ensemble des bioagresseurs – mais aussi sur le potentiel agronomique des sols (ressource en eau, en éléments minéraux...). Au niveau national, l'évolution du rendement est stable depuis 2010. Néanmoins, certaines régions continuent de voir leur rendement augmenter. C'est le cas par exemple de la Seine-Maritime comme illustré en figure 2, qui est peu affectée par les stress biotique et abiotique : peu de pression liée aux bioagresseurs, ressource en eau disponible. Dans ce département, le progrès de rendement est continu. →

Évolution des rendements depuis 1997 au niveau national (figure 3)



Impact sur l'itinéraire technique

Implantation de la culture

Les semis de la culture de betterave pourraient être plus précoces, sans risque accru de montée à graines. La bonne implantation de la culture est également conditionnée par la restructuration du sol en cours d'hiver, favorisée par des épisodes de gel durables et suffisamment marqués : températures minimales de l'ordre de -6 à -8 °C, sans dégel en journée, pendant cinq jours au minimum pour que le gel descende et agisse sur l'ensemble de l'horizon labouré. L'absence de gel pourrait donc être défavorable à l'implantation et nécessiter un travail du sol plus énergique avant les semis, d'autant plus si les hivers restent pluvieux et favorisent la prise en masse des sols. Cette évolution climatique pourrait être particulièrement sensible dans les parcelles en sols argileux, pour lesquelles le passage de l'hiver contribue fortement à la fissuration des mottes et à la restructuration du sol.

Fertilisation azotée

La minéralisation de l'humus résulte de l'activité microbienne, elle a besoin de bonnes conditions d'humidité, elle est par ailleurs dépendante de la température du sol. En conséquence, la hausse des températures doit logiquement se traduire par une augmentation du potentiel de minéralisation de l'azote dans le sol et donc une augmentation de la quantité d'azote disponible pour la betterave. Pour se projeter, la combinaison des modèles climatiques du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) et de modèles de culture est une approche intéressante pour évaluer les retombées du changement climatique sur la culture. L'ITB a donc utilisé le modèle sol-atmosphère-culture STICS (simulateur multidisciplinaire pour les cultures standards), développé par l'INRAE, pour un type de sol de limon. Les simulations ont été réalisées en comparant le climat actuel (2010-2019) et le climat du futur proche (2031-2040) d'après les scénarios du GIEC. La variable simulée dans la figure 4 correspondant à la minéralisation de l'azote

CHIFFRE CLÉ

200 à 300 kg/ha

Contribution des feuilles de betteraves restituées au stockage de carbone dans le sol.

humique et organique. Les minéralisations cumulées depuis le début d'année jusqu'au 31 octobre s'avèrent très proches, en moyenne, pour les deux scénarios climatiques (climat actuel/climat du futur RCP_4_5). En revanche la variabilité entre années climatiques s'accroît lors de la période estivale pour le climat 2031-2040. Par conséquent, même si les augmentations de température conduisent à un potentiel de minéralisation du sol plus important (environ +15 kg/ha pour une augmentation de température de 1 °C), l'augmentation de l'occurrence d'années sèches limitera probablement ce potentiel de minéralisation.

Bioagresseurs

Le changement climatique touche de même les populations de ravageurs, de pathogènes et d'adventices. Les dynamiques des populations et les aires de répartition des bioagresseurs seront modifiées. Les adventices se différencient par leur potentiel compétitif en conditions sèches ou chaudes. Des conditions sèches profiteront aux chénopodes, des conditions humides seront propices aux ombellifères. Le réchauffement climatique pourrait aussi entraîner un risque de perte d'efficacité des produits racinaires en cas de manque d'humidité au printemps alors même que certains produits de contact sont menacés de non renouvellement d'homologation. Lors de printemps secs comme en 2010 et 2011, l'efficacité du désherbage est moindre dans les parcelles betteravières (figure 5). Cette situation nécessitera de recourir plus systématiquement au désherbage mécanique pour compenser la moindre efficacité des herbicides lors de printemps secs. La flore adventice est susceptible d'évoluer également, avec de nouvelles adventices qui ne sont pas actuellement présentes en betterave.

Concernant les bioagresseurs, certains ravageurs sont inféodés à des étés secs, tels que la teigne, les acariens, et les punaises. Ils pourraient être favorisés par le réchauffement. Toutefois, les auxiliaires devraient aussi se développer plus rapidement et agir plus tôt en saison.

Les maladies fongiques peuvent aussi évoluer : les conditions humides et chaudes favorisent la cercosporiose, les fontes de semis ou le rhizoctone brun.

L'évolution du climat risque donc d'entraîner une évolution du cortège de bioagresseurs ainsi que de leur répartition au sein du territoire.

Stress hydrique et irrigation

D'après les scénarios du GIEC 2014 (scénario intermédiaire dit RCP_4_5), l'enjeu stress hydrique serait peu significatif en été dans la zone betteravière française. Toutefois si la pluviométrie moyenne annuelle sur le territoire betteravier ne devrait pas connaître d'évolution remarquable, sa régularité pourrait être davantage remise en cause. L'irrigation, qui concerne actuellement 12 % de la sole betteravière, pourrait donc être en augmentation.

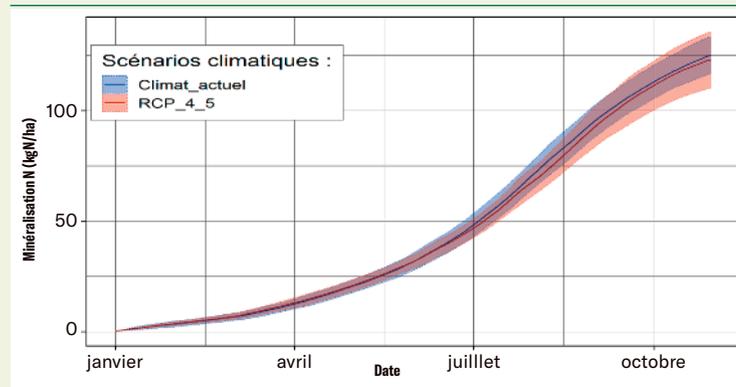
Rôle de la betterave dans l'atténuation du changement climatique

L'activité agricole est à l'origine de retombées environnementales qui génèrent des modifications du climat. À l'inverse l'agriculture contribue aussi à freiner l'évolution du climat, et la betterave dispose de plusieurs atouts.

Tout d'abord, la consommation d'énergie fossile et plus largement la contribution aux émissions de gaz à effet de serre, a diminué en betterave grâce à la baisse des doses d'engrais minéraux azotés apportés à la culture. Les apports d'azote minéral se font très majoritairement sous forme d'ammonitrate, moins consommateur en énergie fossile que l'urée lors de sa production. La contribution à la fertilisation azotée des produits organiques, dont les effluents et coproduits de la filière, contribue à réduire la facture énergétique de la culture. De plus, même si elles ne sont pas majoritaires en exploitations betteravières, les conduites culturales de type techniques de conservation des sols (TCS) réduisent la consommation de carburant. Au final : en 2003, 3,6 tonnes de CO₂ étaient émises pour la culture d'un hectare de betterave contre 2,3 tonnes en 2014.

La betterave contribue également au stockage de carbone dans le sol par l'enfouissement des feuilles. Cela représente une contribution brute annuelle de 400 à 500 kg d'humus/ha, soit entre 200 et 300 kg de C/ha.

Simulation de la minéralisation de l'azote du sol avec le modèle STICS (figure 4)



Les simulations se réfèrent au climat de la station d'Amiens. Le climat actuel correspond aux années climatiques 2010-2019. Le scénario du futur RCP_4_5 est un scénario intermédiaire d'évolution progressive du climat parmi l'ensemble des scénarios élaborés par le GIEC. Les simulations portent sur la période 2031-2040. Le graphique présente la moyenne des quantités d'azote minéralisé (trait plein) et l'écart-type (zones bleue ou rouge).

Bilan annuel de la propreté des parcelles de betterave vis-à-vis du désherbage (figure 5)



Lors de printemps secs comme en 2010 et 2011, la qualité du désherbage est moins bonne.

CE QU'IL FAUT RETENIR



Le changement climatique agit sur la croissance des betteraves, sur la disponibilité en eau, la pression des bioagresseurs ou encore la fertilité des sols et leur état structural.

S'il est difficile d'évaluer comment évoluera la pression biotique, le principal levier sera génétique, avec des variétés mieux adaptées aux nouveaux cortèges de bioagresseurs.

Les résultats des simulations doivent être analysés avec précaution compte tenu des incertitudes qui pèsent sur les scénarios climatiques. Pour la pluviométrie, les projections climatiques sont plus incertaines que celles concernant la température.

Parmi les grandes cultures, la betterave est une culture résiliente face aux évolutions du climat.