

LE  
LIVRE  
DES  
COUVER-  
TURES  
DE SOL



 2017



## ÉDITO

C'est avec plaisir que nous vous proposons de découvrir notre nouvelle brochure sur les couvertures de sol.

Jusqu'à-là consacré exclusivement à la problématique de la lutte contre les nématodes de la betterave, ce livret aborde dans sa nouvelle édition le rôle des couverts végétaux dans son ensemble.

Les couverts végétaux s'installent de plus en plus dans les rotations grandes cultures, et les raisons de leur retour vont bien au-delà du respect de la réglementation.

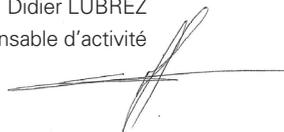
La prise de conscience dans les années 80 des effets néfastes de la succession de grandes cultures combinée aux sols laissés nus après les moissons ont amené les différents acteurs à reconsidérer l'agriculture selon une vision globale : une vision qui appelle à «sauver le soldat SOL» en tant qu'écosystème, garant essentiel du futur de l'agriculture.

C'est au sein de cet écosystème que les couverts végétaux ont un rôle essentiel à jouer. Piégeage des nitrates, amélioration de la fertilité des sols et, cerise sur le gâteau, lutte contre les parasites tels que les nématodes et participation au maintien des rendements – les services rendus par les couverts sont multiples.

Le Livre des Couvertures de Sol est bien modeste comparé à l'ampleur du sujet mais nous espérons qu'il vous aidera à aborder l'agroécologie et à vous guider dans le choix de votre couvert.

Nous nous sommes inspirés, pour le contenu de certains chapitres, de l'ouvrage de Frédéric Thomas et Matthieu Archambeaud « Les couverts végétaux – Gestion pratique de l'interculture », paru aux éditions France Agricole. Nous les en remercions et vous invitons à consulter leur livre plein de bon sens, pratique et très complet.

Didier LUBREZ  
responsable d'activité



# **SOMMAIRE**

## **I. INTRODUCTION**

### **7. LES COUVERTURES DE SOLS**

## **II. LES COUVERTURES DE SOL ET LE PIÈGEAGE DES NITRATES**

### **9. LE PIÈGEAGE DES NITRATES**

- 9. Contexte
- 9. La fuite des nitrates
- 10. Piègeage et restitution de l'azote
- 11. Le cercle vertueux des couvertures de sol
- 12. Essai Thibie (Marne) 2003
- 13. L'azote et les couvertures de sol
- 14. Expérimentation Chéry-les-Pouilly (Aisne) 2013
- 15. Quantité d'azote, de phosphore et de potasse fixée

## **III. LES COUVERTURES DE SOL DANS LA LUTTE CONTRE LES NÉMATODES**

### **17. DOSSIER TECHNIQUE : NÉMATODE DE LA BETTERAVE**

- 17. Cycle biologique du nématode de la betterave

### **18. INFESTATION**

- 18. Importance du parasite en France
- 18. Symptômes sur la betterave sucrière
- 18. Répartition des nématodes dans le sol
- 19. Dégâts des nématodes sur la betterave
- 19. Rendements betteraviers : conséquences
- 20. Moyens de lutte contre les nématodes
- 20. Cultures de crucifères anti-nématodes
- 21. Fonctionnement des couvertures de sols contre les nématodes

### **22. ATTRIBUTION DES NOTES DE RÉSISTANCE**

- 22. Mode d'attribution des résistances  
des couvertures de sol anti-nématodes
- 23. Relation entre population initiale et population finale/population initiale
- 23. Expérimentation 1994/1995 dans l'Aisne

## **IV. CAHIER DES CHARGES POUR UNE CULTURE INTERMÉDIAIRE**

### **25. GUIDE DE CULTURE**

- 25. 5<sup>e</sup> directive nitrate
- 25. Cahier des charges pour une culture intermédiaire
- 26. Itinéraire culturel
- 27. Principales conduites des cultures intermédiaires

## **V. GAMME COMPLÈTE DELEPLANQUE**

### **29. GAMME DE RADIS FOURRAGERS ANTI-NÉMATODES**

- 29. Généralités sur les radis fourragers
- 29. Notre gamme de radis anti-nématodes

### **30. GAMME DE MOUTARDES BLANCHES ANTI-NÉMATODES**

- 30. Généralités sur la moutarde blanche *sinapis alba*
- 31. Notre gamme
- 31. Mélange Némazote

### **32. GAMME DE MOUTARDES D'ABYSSINIE**

- 32. Généralités sur la moutarde d'Abyssinie *Brassica carinata*
- 33. Notre gamme

## **VI. EXPÉRIMENTATIONS**

### **35. EXPÉRIMENTATIONS**

- 35. Expérimentation sur le nématode du collet - Stuttgart (Allemagne) 2004
- 35. Expérimentation Liesse (Aisne) 2012
- 36. Expérimentation Liesse (Aisne) 2012
- 36. Expérimentation Toulis (Aisne) 2016
- 37. Expérimentation Toulis (Aisne) 2016
- 38. Expérimentation Toulis (Aisne) 2016

### **39. CONTACTS**



## I. INTRODUCTION

# LES COUVERTURES DE SOLS

Les couverts végétaux d'interculture font aujourd'hui partie intégrante du paysage agricole. Obligatoire en Europe, la couverture des sols présente de nombreux avantages pour l'environnement, mais pas seulement. Bien utilisés, les couverts sont un véritable atout pour l'exploitation.

## DES BÉNÉFICES IMMÉDIATS POUR LE SOL

---

- Maîtrise des adventices à l'automne
- Amélioration de la structure du sol
- Apport de matière organique
- Protection des sols contre l'érosion, l'évaporation et les températures excessives

## OPTIMISATION POUR LA CULTURE DE PRINTEMPS SUIVANTE

---

- Action de lutte contre les nématodes, pour les couverts spécifiques
- Mobilisation et restitution des éléments minéraux et oligoéléments, dont l'azote
- Amélioration de la fertilité du sol

Bien choisis, les couverts végétaux permettent à l'agriculteur d'améliorer sa production agricole et de participer à l'instauration d'un équilibre écologique.

## LA BONNE ESPÈCE OU LE BON MÉLANGE, PRÉ-REQUIS INDISPENSABLE

---

Le choix du couvert est primordial pour qu'il joue pleinement son rôle.

Afin de répondre au mieux à l'objectif qu'il s'est fixé, l'agriculteur prendra en compte :

- La nature et les contraintes du précédent et de la culture suivante
- Les spécificités des espèces ou mélanges vers lesquels il souhaite s'orienter
- Les caractéristiques liées à la parcelle
- La technique et l'itinéraire cultural choisis

## LA RÉGLEMENTATION FAVORISE L'INSTALLATION DE COUVERTS D'INTERCULTURE

---

- 1<sup>re</sup> réglementation nitrates européenne en 1991 comportant un encouragement à la mise en place de CIPAN. Nous en sommes aujourd'hui à la 5<sup>e</sup> directive, et l'implantation de CIPAN en interculture dans les zones reconnues vulnérables est obligatoire.
- Par ailleurs, les agriculteurs peuvent mettre en place des SIE et prétendre à la perception d'une prime à l'hectare, dans le cadre du verdissement de la PAC.

Malgré les efforts réalisés, on estime que 66% des nitrates sont encore issus de l'agriculture. À titre de comparaison, 12 % viennent de l'industrie et 22 % des collectivités.

Nous vous proposons au gré de ce livret de vous familiariser avec les couverts végétaux et de découvrir notre gamme complète et ses applications.



## II. LES COUVERTURES DE SOL ET LE PIÉGEAGE DES NITRATES

# LE PIÉGEAGE DES NITRATES

## XX<sup>e</sup> SIÈCLE : MUTATION PROFONDE POUR L'AGRICULTURE

---

L'agriculture a vécu des transformations rapides et profondes tout au long du XX<sup>e</sup> siècle, avec notamment le début de la mécanisation dans les années 30.

Mais les véritables changements se mettent en place après la 2<sup>nd</sup> guerre mondiale.

Le déficit en produits alimentaires engendre une forte pression sur l'agriculture. L'introduction de variétés à hauts rendements, la montée en puissance de la mécanisation, l'apparition des engrais chimiques et le faible coût de l'énergie participent à la disparition des prairies artificielles au profit d'une agriculture intensive. Les surfaces cultivées augmentent fortement ; les terres jugées jusque-là sans valeur deviennent rentables. Cette révolution industrielle de l'agriculture est à l'origine de l'explosion des reliquats de nitrates dans les sols.

## LA FUITE DES NITRATES

---

Depuis les années 80, les reliquats azotés sont largement utilisés par les agriculteurs pour éviter les surfertilisations tout en garantissant les rendements, ce qui a abouti à une baisse sensible des apports.

Par contre, lorsque le sol reste nu pendant l'interculture, l'azote, présent en grande quantité dans le sol à l'automne est perdu, faute d'avoir été mobilisé. Et l'agriculteur doit palier ce déficit par un apport de fertilisant, pour optimiser sa culture au printemps suivant.

L'établissement d'un couvert à la suite de la récolte estivale permettra de mobiliser tout l'azote disponible.

## PIÉGEAGE ET RESTITUTION DE L'AZOTE

Le fait de couvrir les sols dès la moisson terminée permet d'équilibrer l'offre en azote avec les besoins, et donc de limiter le lessivage. La CIPAN consomme en effet de l'azote minéral sous forme de nitrates pour fabriquer sa biomasse.

Plusieurs facteurs interviennent dans la vitesse de restitution des nutriments :

- Rapidité de décomposition de la matière organique, riche en azote
- Structure et activité biologique du sol
- Conditions climatiques au printemps
- Techniques d'incorporation et de broyage
- Date de destruction des CIPAN bien gérée (selon législation en vigueur)

C'est la mise en place suivie et régulière d'une interculture CIPAN qui garantit à moyen terme le succès du couvert, avec les impacts positifs sur les sols, et sur la production agricole.



### **Pour calculer les restitutions en N, P et K des CIPAN,**

la Chambre d'Agriculture de Poitou-Charentes a mis au point un modèle de calcul baptisé MERCI (méthode d'estimation des éléments restitués par les cultures intermédiaires). La méthode est utilisable partout en France et pour tous les types de CIPAN, en mélanges ou en purs.

[www.agriculture-de-conservation.com](http://www.agriculture-de-conservation.com), rubrique « terrain » puis « outils » - Accès direct via le qr-code ci-contre.



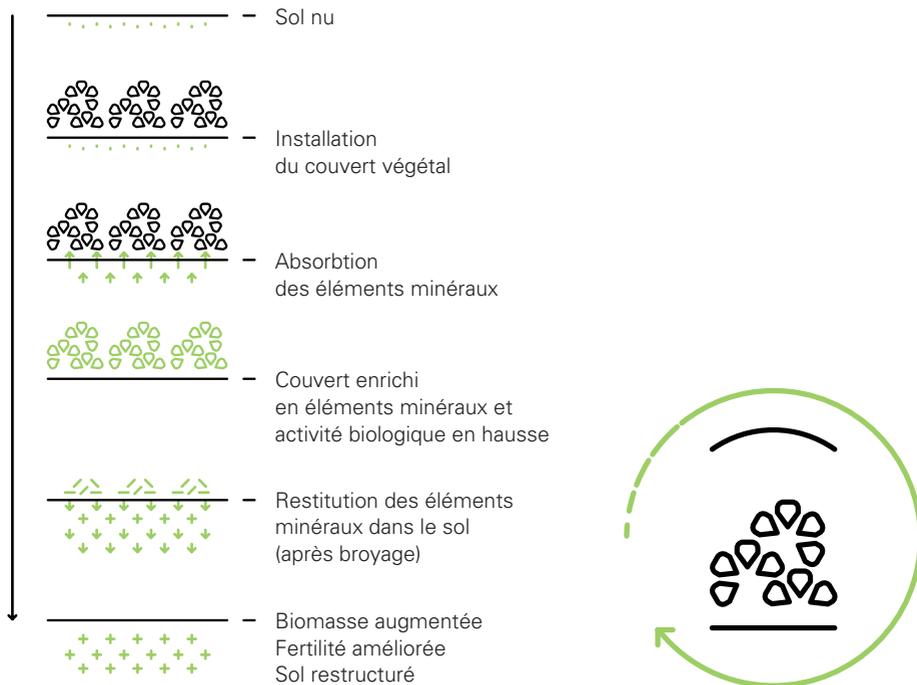
## LE CERCLE VERTUEUX DES COUVERTURES DE SOL

Cantonner le rôle des couvertures de sol au piégeage de l'azote serait réducteur.

D'une part, les couverts ont besoin d'autres éléments minéraux (phosphore, potasse et soufre) et oligoéléments essentiels à leur croissance qu'ils vont aller puiser dans le sol, puis restituer pour nourrir la culture suivante. Ce n'est pas seulement l'azote qui est mobilisé et recyclé, mais l'ensemble des éléments nutritifs du sol.

La potasse par exemple, qui est indispensable aux céréales et au colza, peut être recyclé par les moutardes et les radis.

### Cycle de reminéralisation des sols



Le recyclage des éléments minéraux, l'amélioration de la structure et de la stabilité des sols et l'augmentation de la biodiversité contribuent à l'établissement d'un équilibre biologique : sol vivant et nourricier, optimisation de l'utilisation des ressources en eau, qualité de l'enracinement, meilleure maîtrise des adventices, des besoins réduits en fertilisants et produits phytosanitaires et les rendements au rendez-vous ! Il s'agit d'une véritable démarche agro-écologique.

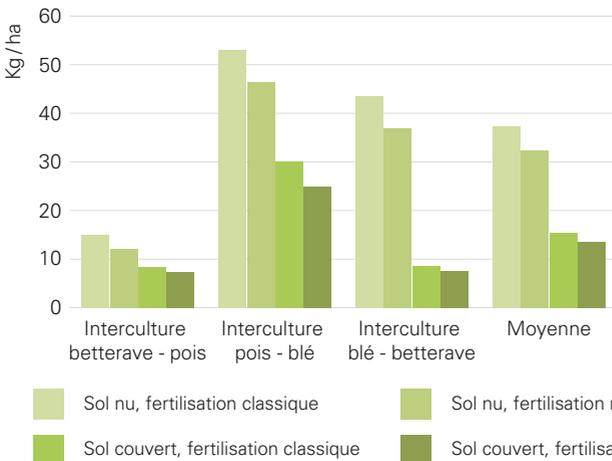
## ESSAI THIBIE (MARNE) 2003

L'essai longue durée de Thibie, a permis de quantifier sur 13 ans les quantités d'azote perdues chaque année, avec et sans culture intermédiaire.

Les résultats sont parlants :

- Avec une culture intermédiaire : perte stabilisée entre 5 et 10 kg/ha
- Sol nu : perte comprise entre 15 et 50 kg/ha

### Pertes d'azote en kg / ha par an



Que montre ce graphique :

- C'est la mise en place d'un couvert en interculture qui a le plus gros impact sur la baisse de la perte d'azote, et non la réduction de l'apport, dont l'impact est beaucoup plus faible.
- L'interculture longue est beaucoup plus efficace que l'interculture courte, le couvert ayant le temps de s'installer durablement.

Source : AREP - Thibie, moyenne 1992-2003

### Évolution des rendements de blé en fonction des itinéraires techniques



La culture bénéficie non seulement du recyclage de l'azote, mais aussi d'une meilleure santé du sol dans sa globalité : structure, enracinement, stockage de l'eau, activité biologique, recyclage de l'ensemble des minéraux.

Il faut compter 2 à 3 ans pour mesurer les effets de l'interculture sur les rendements.

Les mêmes tendances ont été observées sur les rendements en sucre des betteraves.

Source : AREP - Thibie, moyenne 1990-2003

## L'AZOTE ET LES COUVERTURES DE SOL

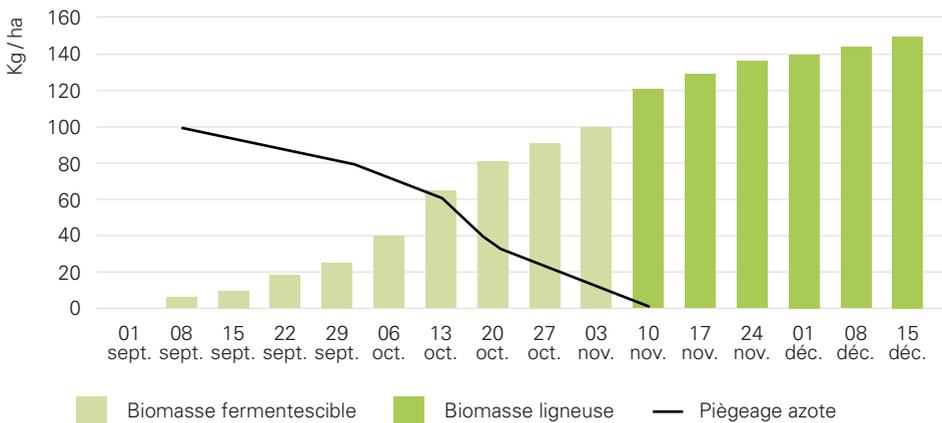
Le graphique ci-dessous met en évidence la corrélation entre l'augmentation de la production de matière sèche des couvertures de sols et le piégeage de l'azote.

lorsque les tissus deviennent ligneux, la biomasse a besoin d'azote pour se dégrader, et consomme ainsi une partie de l'azote piégé par le couvert.

C'est pourquoi il est conseillé de détruire les couvert avant qu'il atteigne le stade ligneux.

L'enfouissement des couvertures de sol de type cellulosique à ligneux nécessitera une décomposition plus longue pour libérer la totalité de l'azote piégé.

### Évolution de la matière sèche de la couverture de sol et effet sur le piégeage d'azote



Source ITB

## QUANTITÉ D'AZOTE, DE PHOSPHORE ET DE POTASSE FIXÉE

Légumineuses + crucifères, une cynergie performante !

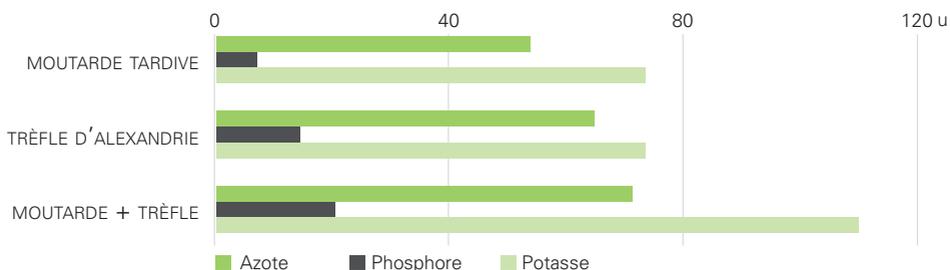
Contrairement aux idées reçues, les légumineuses prélèvent également de l'azote dans le sol et constituent des CIPAN efficaces.

Il est cependant judicieux de les associer en mélange à d'autres espèces, particulièrement des graminées ou des crucifères, beaucoup plus efficaces sur l'azote.

En mobilisant rapidement les reliquats, les graminées ou crucifères obligent la légumineuse à fixer l'azote de l'air pour assurer son développement.

Elle produira ainsi moins de biomasse mais plus d'azote qui viendra enrichir le stock d'azote du sol et l'autofertilité en général.

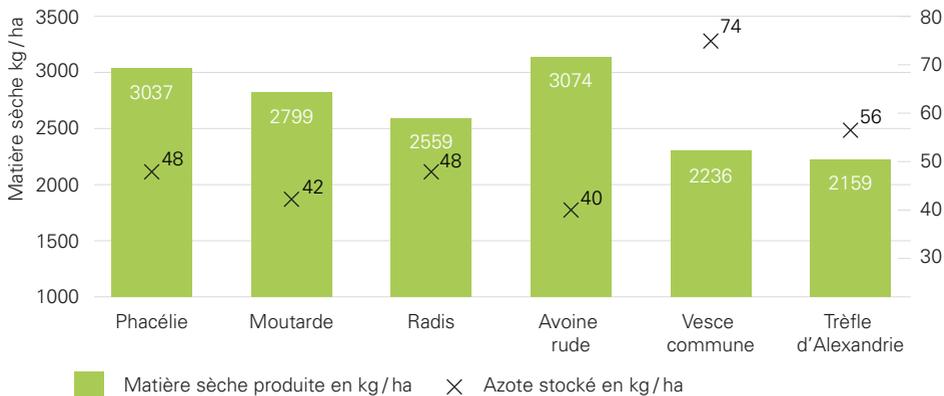
Le tableau ci-dessous met en évidence l'effet de l'association crucifères - légumineuses sur la quantité de NPK fixée.



Extraits essai ITB 2009

## EXPÉRIMENTATION CHÉRY-LES-POUILLY (AISNE) 2013

### Production de matière sèche et azote stocké dans les plantes

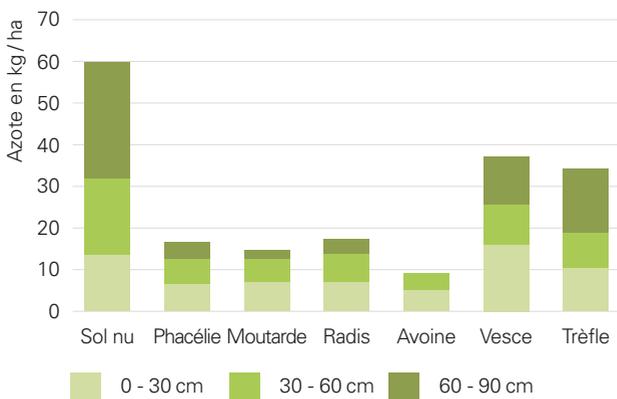


Source ITB

Semée le 20 août, la plateforme des couverts d'interculture a bénéficié de bonnes conditions de levée (10mm, 4 jours après le semis). La minéralisation importante de l'automne conjuguée aux 35 unités de reliquat d'azote post-récolte du blé d'hiver ont permis un bon développement des couverts. Avec 2,5 t de matière sèche et 48 kg/ha d'azote piégé, le radis offre le meilleur rapport quantité d'azote par tonne de M.S. avec 18,7 kg, pour les couverts de piégeage strict. Bien entendu les légumineuses, par leur capacité à capter l'azote de l'air, ont un rapport bien supérieur de 26 à 35,5 kg/t de M.S.

## EXPÉRIMENTATION CHÉRY-LES-POUILLY (AISNE) 2013

### Reliquats post piégeage



*Les couverts ont rempli pleinement leur rôle de piège à nitrates.*

*Les phacélies, moutardes, radis et avoines ne laissent qu'une quinzaine d'unités d'azote dans le profil, alors que le sol nu en concentre 60, dont près de la moitié dans l'horizon le plus profond.*

*Les légumineuses vesce commune et trèfle d'Alexandrie, remplissent pour partie ce rôle de piégeage, fixent l'azote de l'air, mais participent déjà à la fourniture d'azote pour la culture suivante. Elles sont de toute façon préférables à un sol nu.*

Source ITB



III. LES COUVERTURES DE SOL  
DANS LA LUTTE CONTRE LES NÉMATODES

# DOSSIER TECHNIQUE : NÉMATODE DE LA BETTERAVE

*Heterodera schachtii*

Outre les effets bénéfiques des couverts végétaux sur la structure du sol, sur le taux de matière organique, sur la rétention d'éléments minéraux, certains d'entre eux, comme les crucifères anti-nématodes, permettent de lutter efficacement contre le nématode de la betterave à sucre.

Le nématode à kystes de la betterave (*Heterodera schachtii*) constitue un réel enjeu économique dans la culture intensive de la betterave à sucre.

## CYCLE BIOLOGIQUE DU NÉMATODE DE LA BETTERAVE



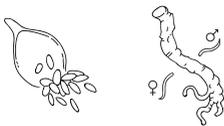
- 1.** Le nématode de la betterave se conserve dans le sol sous forme de kystes brunâtres, chacun contenant 200 à 600 œufs.



- 4.** Les larves se nichent dans la racine et créent autour d'elles un tissu cellulaire nutritif.



- 8.** Des kystes blancs puis bruns apparaissent sur les racines avec une nouvelle génération de nématodes.



- 2.** En présence d'humidité et lorsque la température du sol dépasse les 10°C, les œufs éclosent. Les larves sortent du kyste et migrent jusqu'aux racines des plantes hôtes sur lesquelles elles se fixent.

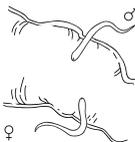
- 5.** L'augmentation des capacités nutritives de la plante accroît la population des nématodes adultes mâles ou femelles.

**Nématode :** ver microscopique blanchâtre de moins d'un millimètre de long. Le mâle est filiforme et la femelle en forme de citron.

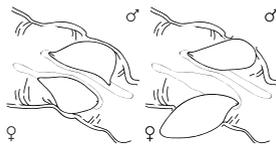
A leur mort, les téguments se durcissent, donnant des kystes brunâtres. Ces kystes constituent une forme de résistance qui peut se conserver jusqu'à une dizaine d'années dans le sol.

- 6.** Les exsudats des racines des plantes-hôtes stimulent l'éclosion des kystes et la sortie des larves.

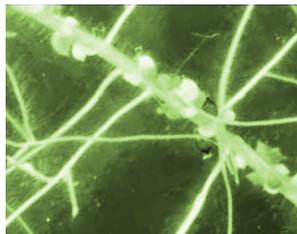
Au printemps, sous l'action des sécrétions racinaires et des conditions climatiques, les larves sortent des kystes et se déplacent à la recherche des radicelles d'une plante favorable pour y pénétrer. Il peut y avoir jusqu'à 5 générations par an.



- 3.** À l'aide de leurs stylets, les larves pénètrent activement dans la racine.



- 7.** Les femelles percent l'écorce de la racine avec leur abdomen.



# INFESTATION

## IMPORTANCE DU PARASITE EN FRANCE

Le nématode à kystes de la betterave (*heterodera schachtii*) cause chaque année dans de nombreuses exploitations des pertes de rendements sur betterave sucrière pouvant atteindre 30 à 50 % suivant le taux d'infestation.

On estime à 70 000 ha la surface où des pertes sont régulièrement observées et près de 100 000 ha la surface infestée.

## SYMPTÔMES SUR LA BETTERAVE SUCRIÈRE

Dans les zones contaminées, les betteraves, moins vigoureuses, ont un feuillage réduit et des pétioles allongés. Aux heures chaudes de la journée, le feuillage se flétrit.

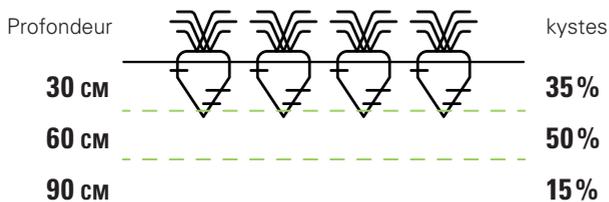
Des kystes blancs sont présents sur les radicelles de betteraves. Il s'agit des premières femelles formées.

De nombreuses feuilles flétrissent, jaunissent et meurent.

Les betteraves atteintes présentent un chevelu racinaire abondant sur lequel on remarque de petits kystes blanchâtres.



## RÉPARTITION DES NÉMATODES DANS LE SOL



*Dans les kystes, les œufs peuvent survivre 10 ans. Ils attendent une plante-hôte.*

*Les larves de nématodes disposent d'une possibilité de migration très restreinte, c'est pourquoi les racines des couvertures de sol anti-nématodes doivent se développer au plus près des kystes pour être efficaces.*

## DÉGÂTS DES NÉMATODES SUR LA BETTERAVE

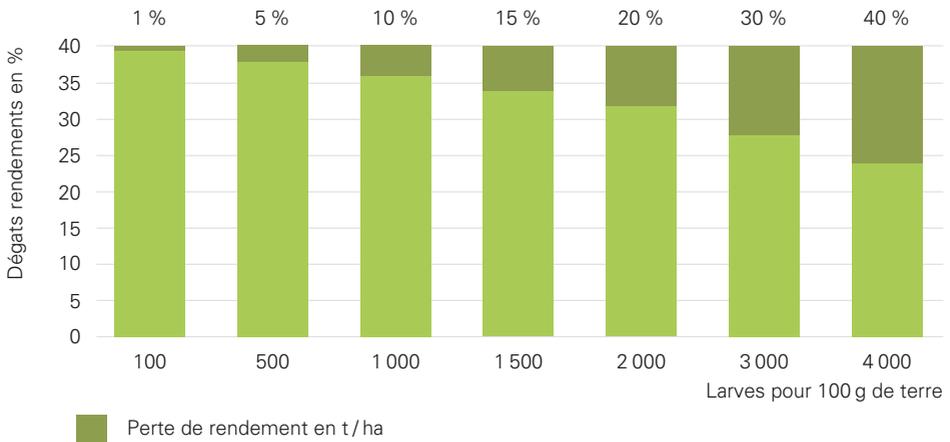
Les nématodes causent de gros dégâts sur la culture de la betterave sucrière. On considère qu'une population de nématodes de l'ordre de 100 nématodes/100 grammes de terre engendre une perte de 1 % du rendement en betteraves.

Les dégâts sur betteraves sont proportionnels aux nombre de larves/100 grammes de terre.

Une population de nématodes dans le sol de l'ordre de 3 000 à 4 000 larves/100 grammes de terre occasionne des pertes de rendement comprises entre 30 et 40 %.

La teneur en sucre et la qualité technologique des betteraves peuvent également être affectées.

### Pertes de rendement racines en t/ha et en % en fonction du nombre de larves pour un rendement moyen de 100 t/ha



## RENDEMENTS BETTERAVIERS : CONSÉQUENCES

Lorsqu'un agriculteur est concerné par les problèmes de nématodes à kystes de la betterave, le potentiel de rendement de ses parcelles doit être revu à la baisse et sera lié à son niveau d'infestation.

Par conséquent, l'agriculteur devra semer une surface plus importante en betterave pour atteindre son objectif de production.

## MOYENS DE LUTTE CONTRE LES NÉMATODES

---

Il n'existe pas un moyen unique de lutter efficacement contre les nématodes.

Plusieurs techniques sont utilisées seules ou plus ou moins associées, selon le degré d'infestation :

- Allongement de la rotation betteravière
- Élimination de la rotation des plantes hôtes sensibles autres que la betterave
- Utilisation de variétés de betteraves tolérantes

## CULTURES DE CRUCIFÈRES ANTI-NÉMATODES

---

Le radis et la moutarde sont par nature des plantes sensibles qui favorisent la multiplication du nématode de la betterave. Cependant certaines variétés, spécialement sélectionnées, jouent le rôle de plante hôte mais bloquent l'évolution du parasite.

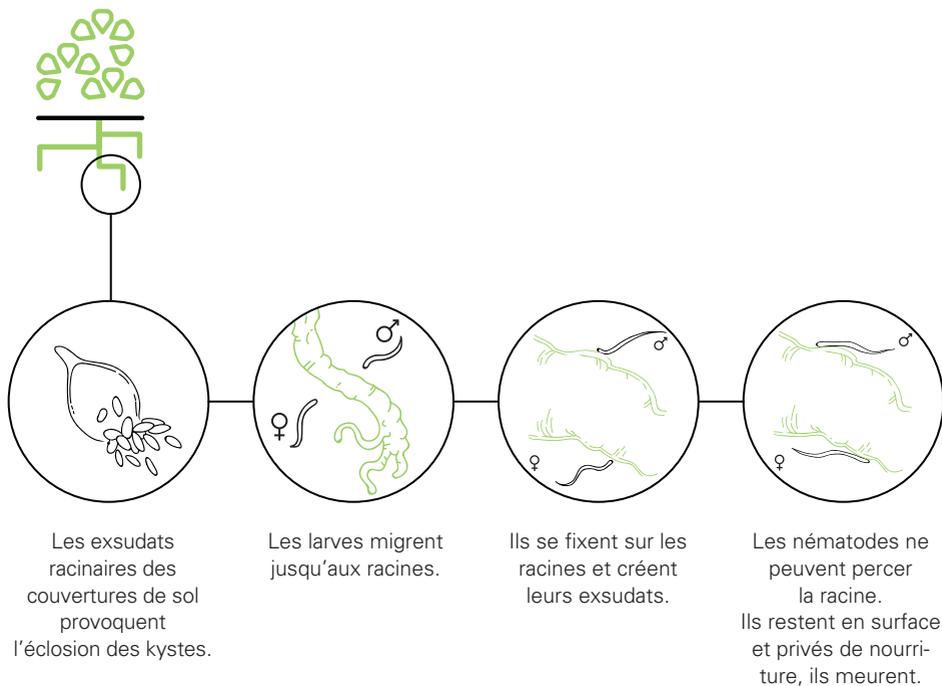
L'éclosion des œufs est stimulée par les exsudats racinaires de ces plantes, et les larves libérées se fixent sur les racines, mais elles sont ensuite incapables de se nourrir et meurent (schéma ci-contre).

Cette propriété des couvertures de sol anti-nématodes est exploitée depuis de nombreuses années : ces plantes peuvent être semées après moisson dans les parcelles infestées qui porteront des betteraves l'année suivante. Elles contribueront à réduire la densité de kystes dans le sol.



## FONCTIONNEMENT DES COUVERTURES DE SOLS CONTRE LES NÉMATODES

Comment les couvertures de sol interrompent-elles les cycles des parasites ?



*L'implantation de couvertures de sol stimule l'éclosion des kystes des nématodes.*

*Plus les racines sont longues et nombreuses, plus elles captent de nématodes en attente dans le sol. En provoquant leur éclosion, elles agissent sur leur disparition.*

# ATTRIBUTION DES NOTES DE RÉSISTANCE

## MODE D'ATTRIBUTION DES RÉSISTANCES DES COUVERTURES DE SOL ANTI-NÉMATODES

Les essais officiels sont effectués par l'office fédéral biologique allemand (B.B.A.) à deux endroits sous serre et pendant deux ans.

*p.f./p.i. :*

*Population finale = infestation finale (œufs et larves pour 100g de terre)*

Ces essais permettent de mesurer l'indice de multiplication de chaque variété exprimé par le rapport population finale/population initiale (p.f./p.i.).

*Population initiale = infestation initiale (œufs et larves pour 100g de terre)*

Une fois ce rapport p.f./p.i. déterminé pour chaque variété, il est alors possible de définir pour chacune d'entre elles sa capacité à réduire les populations de nématodes et de lui attribuer une note de résistance allant de 1 à 4.

RÉDUCTION DES NÉMATODES EN %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	sensible						résistant				
NIVEAU DE RÉSISTANCE	4						3	2		1	
INDICE DE MULTIPLICATION (VALEUR P.F./P.I.)	1,0 - 0,51										

- **Note 1** : attribuée aux couvertures de sol anti-nématodes capables de réduire les populations de nématodes de **90 à 100%**
- **Note 2** : attribuée aux couvertures de sol anti-nématodes capables de réduire les populations de nématodes de **70 à 90%**
- **Note 3** : attribuée aux couvertures de sol anti-nématodes capables de réduire les populations de nématodes de **50 à 70%**
- **Note 4** : attribuée aux couvertures de sol anti-nématodes capables de réduire les populations de nématodes de **0 à 50%**

## RELATION ENTRE P.I. ET P.F./P.I.

Selon les travaux réalisés par le Dr Schlang (de l'institut fédéral allemand sur les tests de résistance aux nématodes), il n'existe pas de relation linéaire entre la population finale (pf) et le rapport p.f./p.i. d'un couvert anti-nématodes. L'usage d'un couvert de note 1 comme le radis **COMET** ne signifie pas qu'une population initiale de 500 larves sera réduite au minimum de 90 % pour obtenir une population finale de 50 larves.

Il est plus facile de réduire une population initiale très élevée.

Le mode de calcul prend en compte le fait que la racine de la plante doit être proche du nématode pour bloquer son cycle.

Si la population de nématodes dans le sol est faible, les chances d'atteindre les kystes de nématodes avec les racines du couvert anti-nématodes sont faibles également.

La conjugaison des facteurs suivants dans la conduite de votre couvert sont essentiels dans la lutte contre les nématodes :

- Le choix de la note : 1 ou 2
- La dose de semis adaptée pour une densité suffisante : 15 à 18 kg/ha pour les radis **COMET** et **MELOTOP**, 10 à 12 kg/ha pour les moutardes
- La période de semis : le plus tôt possible après la récolte

## EXPÉRIMENTATION 1994/1995 DANS L'AINES

La réalisation d'un cycle de nématodes nécessite une somme de températures moyennes journalières sous abri de 500°C.

Il est de cette manière très fréquent d'observer plusieurs générations (jusqu'à 5 sur 6 mois) et l'incidence sur le rendement est d'autant plus forte.

### Évolution des populations de nématodes en fonction des sommes de températures

	ST QUENTIN	OULCHY LE CHATEAU	
DU 15 AU 30 AVRIL	260°C	280°C	GÉNÉRATION 1
DU 01 AU 31 MAI	400°C	430°C	
DU 01 AU 30 JUIN	460°C	500°C	GÉNÉRATION 2
DU 01 AU 31 JUILLET	650°C	680°C	GÉNÉRATION 3
DU 01 AU 31 AOÛT	550°C	570°C	GÉNÉRATION 4
DU 01 AU 30 SEPTEMBRE	420°C	440°C	GÉNÉRATION 5

Source : résultats d'essais - ITB



IV. CAHIER DES CHARGES  
POUR UNE CULTURE INTERMÉDIAIRE

# GUIDE DE CULTURE

## 5<sup>e</sup> DIRECTIVE NITRATE

**Dans la liste des espèces retenues comme CIPAN et SIE, les légumineuses ont la possibilité d'être introduites en mélange avec une autre espèce, type crucifères.**

Cette évolution dans la réglementation est une opportunité technique et économique. Associer une légumineuse à une crucifère dans le cadre d'une CIPAN et SIE permet de produire une source de reliquats azotés complémentaire, disponible pour la culture de printemps suivante.

Les différents essais déjà menés en associant une légumineuse à une moutarde ont mis en évidence un gain d'azote de 20 à 40 u par rapport aux reliquats azotés fournis par une moutarde blanche en monoculture.

## CAHIER DES CHARGES POUR UNE CULTURE INTERMÉDIAIRE

CRITÈRES	RECHERCHER	JUSTIFICATION	CONTRAINTES/REMARQUES
<b>LA NAPPE PHRÉATIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une croissance précoce (fin d'été à début d'automne)</li> <li>• Un développement modéré</li> <li>• Pas ou peu de reminéralisation hivernale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Période effective de minéralisation après récolte du précédent</li> <li>• Synchronisation du développement du couvert et de l'apparition d'azote minéral</li> <li>• Évolution azote prélevé/concentration de l'eau drainante</li> <li>• Le développement du couvert est consommateur d'eau : environ 25 mm par tonne de MS/ha</li> <li>• Éviter de recharger le sol en azote minéral avant la fin de la période de drainage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Climat (sols secs en fin d'été)</li> <li>• Le développement du couvert est avant tout fonction de la quantité d'azote présente dans le sol</li> </ul>
<b>LA CULTURE DE LA BETTERAVE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence d'effet négatif sur la productivité</li> <li>• Absence de contraintes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La présence d'un couvert peut modifier les conditions de culture de la betterave.</li> <li>• On doit se garantir de l'absence d'incidence sur le parasitisme, le salissement, la fertilisation (azotée surtout)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les incidences doivent être également connues pour les autres cultures, parcelles voisines ou entrant dans la succession</li> </ul>
<b>LES COÛTS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts réduits à l'implantation</li> <li>• Utilisation du matériel de l'exploitation</li> <li>• Absence d'entretien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les espèces sont suffisamment rustiques pour ne pas nécessiter des techniques particulières</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'introduction d'un couvert ne s'accorde pas toujours bien avec les exigences de la conduite des parcelles (sols argileux en particulier)</li> </ul>

## ITINÉRAIRE CULTURAL

ITINÉRAIRES PROPOSÉS	CONDITIONS PARTICULIÈRES	REMARQUES
<b>Semis avant moisson</b> (sous couvert)		
<b>Epandeur à engrais centrifuge*</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radis sur 24m</li> <li>• Moutardes sur 18m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passages de semoir écartés de 24 m maximum</li> <li>• Semences suffisamment lourdes et arrondies pour être projetées efficacement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levée rapide et régulière favorisée par le mulch</li> <li>• Période très courte de sol nu</li> </ul>
<b>Epandeur à engrais pneumatique*</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radis</li> <li>• Moutardes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passages de pulvérisateurs écartés de 12 m</li> <li>• Mettre des peignes de distribution pour microgranulés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le cycle de l'espèce doit être adapté à un semis précoce</li> <li>• Technique adaptée au non-déchaumage</li> </ul>
<b>Semis pendant moisson</b>		
<b>Semoir monté sur barre fixe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radis</li> <li>• Moutardes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique de semis adaptée pour des surfaces importantes (cultures intermédiaires ou jachères d'automne) 30 à 50 ha/an</li> <li>• Être équipé d'un éparpilleur de menues pailles sur moissonneuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levée rapide et régulière favorisée par le mulch</li> <li>• Technique adaptée au non-déchaumage</li> </ul>
<b>Semoir centrifuge type distributeur anti-limaces</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radis</li> <li>• Moutardes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique de semis adaptée pour des surfaces faibles à moyennes</li> <li>• Broyage des pailles après récolte recommandé : mulch/humidité/levée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune intervention supplémentaire</li> </ul>
<b>Semis après moisson</b>		
<b>Semoir type distributeur anti-limaces monté sur covercrop + roulage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radis</li> <li>• Moutardes</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levée rapide et régulière favorisée par le mulch</li> <li>• Technique adaptée au déchaumage</li> </ul>
<b>Semoir classique intégré sur déchaumeur + roulage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toutes espèces</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un seul passage supplémentaire</li> </ul>
<b>Déchaumage cover-crop (x2) + semis centrifuge + roulage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radis</li> <li>• Moutardes</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Au moins 2 passages supplémentaires : coûts d'implantation élevés</li> </ul>

\*Dans ces 2 cas, broyer après récolte pour faire un mulch : le maintien d'humidité en surface favorise la levée.

## PRINCIPALES CONDUITES DES CULTURES INTERMÉDIAIRES

### DESRIPTIF TECHNIQUE

### AVANTAGES

#### Itinéraire 1 : SEMIS SUR DÉCHAUMAGE



Le semis doit suivre de près la moisson pour profiter de l'humidité résiduelle dans le sol

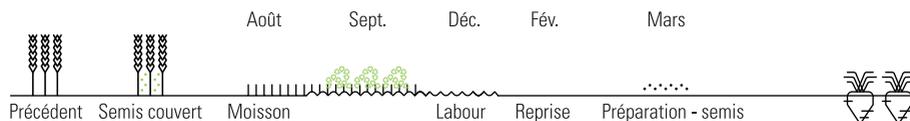
2 options sont possibles :

- Déchaumage, semis avec semoir à céréales monté en attelage derrière un outil animé. Cette méthode assurera une bonne qualité de semis.
- Déchaumage, semis direct avec un semoir centrifuge. Il est alors recommandé de rouler le semis, surtout pour des semences de petite dimension. Répartition et mise en terre seront souvent de qualité inférieure à celle obtenue avec la 1<sup>re</sup> option.

On peut mentionner ici la possibilité de semis du couvert grâce à des équipements placés sur l'outil de déchaumage.

- *La qualité de mise en terre*
- *Couvert très régulier*
- *Utilisation d'un matériel classique*

#### Itinéraire 2 : SEMIS DIRECT AVANT MOISSON



Cette technique est prévue pour un précédent blé.

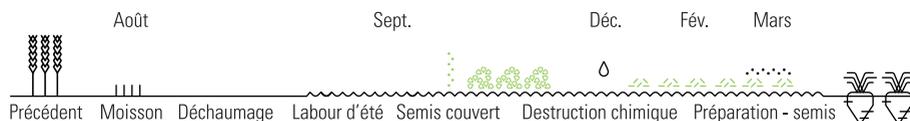
Le semis est réalisé au semoir centrifuge 10 à 15 jours avant moisson, en empruntant les passages du pulvérisateur. À la moisson, la paille broyée vient recouvrir les graines et maintient une humidité favorable à la germination.

Cette méthode ne donnera un couvert régulier que si les pailles et menues pailles sont très correctement réparties par la moissonneuse.

On peut assimiler à cette technique les dispositifs de semis sur la barre de coupe de la moissonneuse

- *Technique simple*
- *Période peu chargée*
- *Obtention de couverts même en cas de fin d'été sèche*

#### Itinéraire 3 : SEMIS DES BETTERAVES SOUS MULCH



Le couvert est semé avec un semoir en ligne après un labour et une préparation affinée et régulière.

Le couvert est détruit chimiquement à l'automne. Le semis est effectué directement dans le mulch des résidus végétaux grâce à un semoir à disques ouvreurs. Un passage supplémentaire de désherbant non sélectif sera indispensable avant le semis pour éviter le salissement de la parcelle.

- *Technique à réserver pour situations spécifiques, principalement pour les sols très argileux nécessitant un labour très précoce*



IV. GAMME COMPLÈTE DELEPLANQUE

# GAMME DE RADIS FOURRAGERS ANTI-NÉMATODES

## GÉNÉRALITÉS SUR LES RADIS FOURRAGERS

### CARACTÉRISTIQUES

Le radis fourrager est une plante tout-terrain et rustique. Il se sème facilement et sa croissance est rapide. Dressé et ramifié, le radis dispose d'un pivot racinaire très puissant qui colonise le sous-sol : c'est l'un des meilleurs décompacteurs végétaux de fin d'été. Il est particulièrement efficace pour la maîtrise des adventices.

Son importante biomasse est valorisable en pâturage. Le radis fourrager est mellifère et attire tous les insectes pollinisateurs.

### DESTRUCTION

Sensible au froid si il est bien développé et ramifié, le radis est facile à détruire mécaniquement. Il est notamment très sensible au roulage. Sa forte biomasse peut nécessiter un broyage avant toute reprise au printemps.

### COUVERT ET SEMIS

Le radis fourrager se conçoit en couvert d'été précoce à tardif en **CIPAN**, ou en **SIE**, lorsqu'il est en mélange.

La dose de semis conseillée est de 15 à 18 kg/ha.

## NOTRE GAMME DE RADIS ANTI-NÉMATODES

**COMET** et **MELOTOP**, nos variétés de **radis fourragers anti-nématodes**

**COMET** dispose de la **note 1** : capacité de réduire les populations de nématodes de la betterave de 90 à 100 % (*Heterodera schachtii*).

	NOTE RÉSISTANCE ( <i>H. SCHACHTII</i> )	VIGUEUR DE DÉPART*	COUVERTURE DU SOL*	FLORAI- SON**	HAUTEUR DE PLANTE*	RENDEMENT EN MS*	TARDIVITÉ
<b>COMET</b>	1	8	8	0	6	6	Très tardive
<b>MELOTOP</b>	2	7	8	1	6	6	Tardive

\*Notes de 0 faible à 9 très bonne - \*\*Notes de 0 plus tardif à 9 moins tardif - Obtention : P.H. Petersen

Le radis **MELOTOP** est **double-résistant** aux nématodes de la betterave (*Heterodera schachtii*) et de la pomme de terre (*Meloidogyne chitwoodi*).

	NIVEAU DE RÉSISTANCE EN %	LABEL DE RÉSISTANCE
Nématode de la betterave	85	BSA*
Nématode de la pomme de terre	99,7	DLV Plant**

\*BSA: Bundessortenamt, organisme d'inscription en Allemagne - \*\*DLV Plant: organisme technique indépendant aux Pays Bas.

# GAMME DE MOUTARDES BLANCHES ANTI-NÉMATODES

## GÉNÉRALITÉS SUR LA MOUTARDE BLANCHE *SINAPIS ALBA*

---

### CARACTÉRISTIQUES

La moutarde blanche est une plante herbacée dressée et peu ramifiée, de 50 à 80 cm de haut.

Elle est **économique** et **facile à semer**.

Elle a la particularité de **couvrir très rapidement le sol** (de 30 à 45 jours pour un cycle complet), même en cas de semis tardif, ceci au détriment des adventices. Elle produit une biomasse importante et attire tous les insectes pollinisateurs.

C'est une espèce neutre vis-à-vis des limaces.

### DESTRUCTION

La végétation de moutarde se lignifie assez vite. Pour éviter une consommation d'azote par les résidus au printemps, il est conseillé de détruire ce type de couvert jeune, avant floraison.

Gélive si elle est bien développée, la moutarde est **facile à détruire** mécaniquement par broyage ou mulchage. Le roulage est possible sur une végétation bien développée. Si elle est faiblement développée en entrée hiver, elle résiste assez bien au gel et repart au printemps.

### COMPORTEMENT EN MÉLANGE

La moutarde blanche **s'associe bien avec toutes les espèces**, et particulièrement les légumineuses. Le mélange réduit le risque de montée à graines.

### COUVERT ET SEMIS

La moutarde blanche se conçoit en couvert d'été tardif en **CIPAN** et en **SIE** lorsqu'elle est en mélange.

La dose de semis conseillée est de 10 à 12 kg/ha.

### CONSEILS DE SEMIS

La moutarde anti-nématodes est facile à semer, même à la volée. Elle peut être semée après moisson dans des parcelles infestées de nématodes dans le cadre d'une rotation betteravière.



## NOTRE GAMME

Les variétés de **moutarde blanche anti-nématodes**

	VIGUEUR DE DÉPART*	COUVERTURE DU SOL*	FLORAISON**	HAUTEUR DE PLANTE*	RENDEMENT EN MS*	TARDIVITÉ
<b>LUCIDA</b>	8	8	0	6	6	Très tardive
<b>ATHLET</b>	7	8	1	6	6	Tardive
<b>LOTUS</b>	7	8	1	6	6	Tardive
<b>ACCENT</b>	7	8	2	6	6	Intermédiaire
<b>CARABOSSE</b>	6	8	3	6	5	Précoce

\*Notes de 0 faible à 9 très bonne - \*\*Notes de 0 plus tardif à 9 moins tardif - Obtention : P.H. Petersen - Carneau

## MÉLANGE NÉMAZOTE ASSOCIATION CRUCIFÈRE - LÉGUMINEUSE

**Composition :** moutarde blanche anti-nématodes 70 % – trèfle d’Alexandrie 30 %

Cette association présente de nombreux avantages :

- La synergie parfaite entre les 2 espèces et la complémentarité de leur système racinaire contribuent à l’amélioration de la structure du sol.
- Comparé à une crucifère seule, le mélange moutarde blanche – trèfle d’Alexandrie capte davantage d’éléments minéraux N-P-K disponibles pour la culture suivante (60 à 80 u supplémentaires d’azote fixé).
- **NÉMAZOTE** a des propriétés anti-nématodes et est adapté aux zones betteravières infestées.

**Couvert et semis :**

- **NÉMAZOTE** se conçoit en couvert d’été tardif en CIPAN et SIE.
- La dose de semis conseillée est de 10 à 12 kg/ha.
- Le trèfle d’Alexandrie semé en surface nécessite une préparation du sol bien affinée et plombée.

# GAMME DE MOUTARDE D'ABYSSINIE

## GÉNÉRALITÉS SUR LA MOUTARDE D'ABYSSINIE *BRASSICA CARINATA*

---

### CARACTÉRISTIQUES

Originnaire d'Éthiopie à 2600m d'altitude, la moutarde d'Abyssinie est particulièrement rustique. Elle s'adapte à tous les types de sol, même très pauvres, et résiste aux conditions arides et chaudes.

Son système racinaire pivotant favorise une structuration assez profonde du sol.

Sa particularité est son extrême tardivité en zone tempérée : 150 jours. Cette qualité permet de la semer très tôt sans risque de lignification ou de montée à graines. Même semée en juin, elle ne fleurit pas avant l'année suivante.

La quantité de biomasse produite est relativement importante : de 2 à 6 t/ha selon la date de semis et apport organique.

### DESTRUCTION

La mise en réserve se faisant dans le système aérien et non dans les racines, la moutarde d'Abyssinie est sensible au gel. Elle est facile à détruire mécaniquement.

En interculture courte (entre deux céréales) elle ne nécessitera pas de broyage.

### COUVERT

La moutarde d'Abyssinie se conçoit en couvert d'été précoce à tardif.

Elle est conforme à la réglementation CIPAN en pur, et CIPAN/SIE en mélange.



## NOTRE GAMME

La gamme se décline en 3 produits :

- **UTOPIA**, moutarde d'Abyssinie en pur.
- **CARINAZOTE**, mélange moutarde d'Abyssinie 55 % - trèfle d'Alexandrie 45 %.
- **ABYNAZOTE**, mélange moutarde d'Abyssinie 40 % - trèfle d'Alexandrie 60 %.

Tous peuvent être valorisés en **couverture de sol**, en **alimentation animale** et en **couvert à gibier**.

### VALORISATION EN COUVERTURE DE SOL

Tardivité, système racinaire puissant, pompes à nitrates, destruction aisée sont autant d'atouts de la gamme moutarde d'Abyssinie pour vos sols.

**UTOPIA**, **CARINAZOTE** et **ABYNAZOTE** sont d'excellents pièges à nitrates et peuvent produire de 60 à 80 u d'azote en 70 jours de végétation, disponibles pour la culture suivante.

### Quantité d'azote, de phosphore et de potasse fixée (en kg / ha)

	PHOSPHORE	POTASSE
<b>UTOPIA</b>	5,7	47,8
<b>CARINAZOTE</b>	5,9	48,7
<b>ABYNAZOTE</b>	5,9	48,7
Moutarde	4,6	39,8

*La potasse est rapidement restituée à 100 % et le phosphore sera disponible à hauteur de 50 % pour la culture suivante.*

Source : Chambre d'Agriculture de la Somme

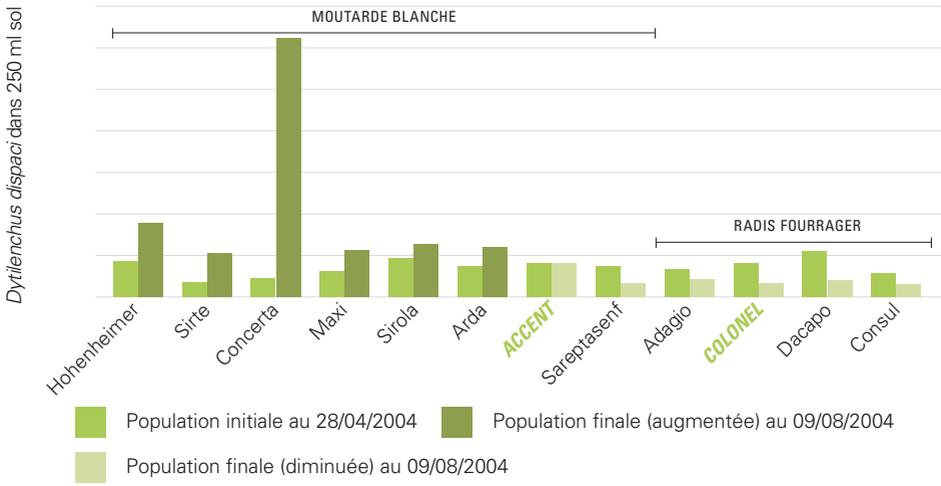


## II. EXPÉRIMENTATIONS

# EXPÉRIMENTATIONS

## EXPÉRIMENTATION SUR LE NÉMATODE DU COLLET - STUTTGART (ALLEMAGNE) 2004

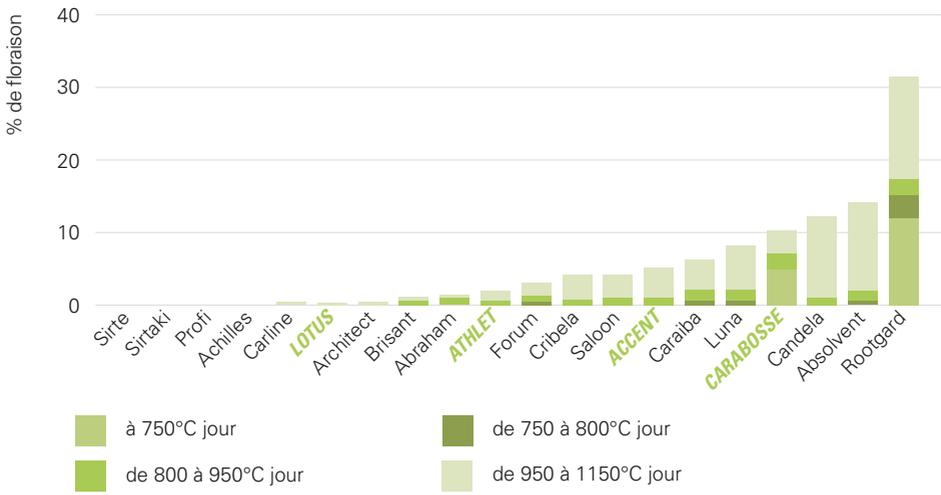
**Contamination du sol par des larves du nématode du collet (*Ditylenchus dipsaci*)**  
sur le site de Kleingattbachn, société Saders/Groenefeld.



Source : Dr Knuth ; Landesanstalt für Pflanzenschutz 'Stuttgart'  
Institut national pour la protection des plantes

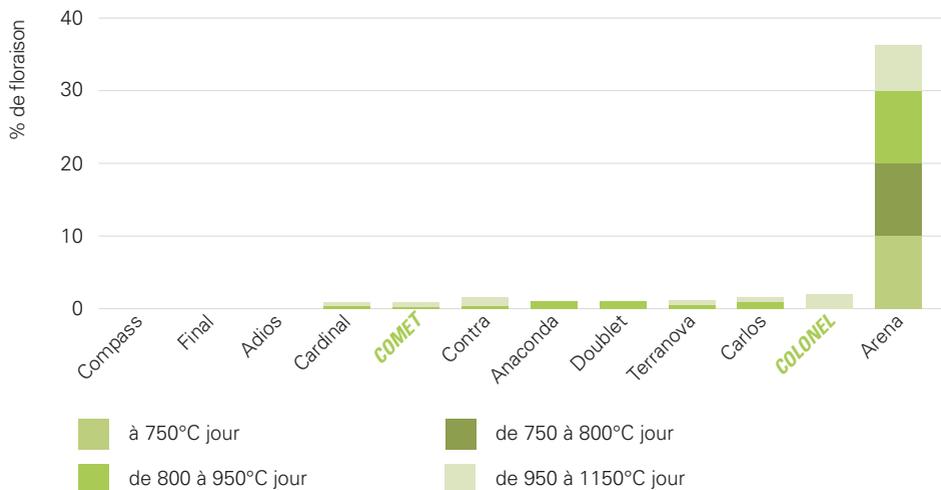
## EXPÉRIMENTATION LIESSE (AISNE) 2012

### Floraison des moutardes blanches anti-nématodes



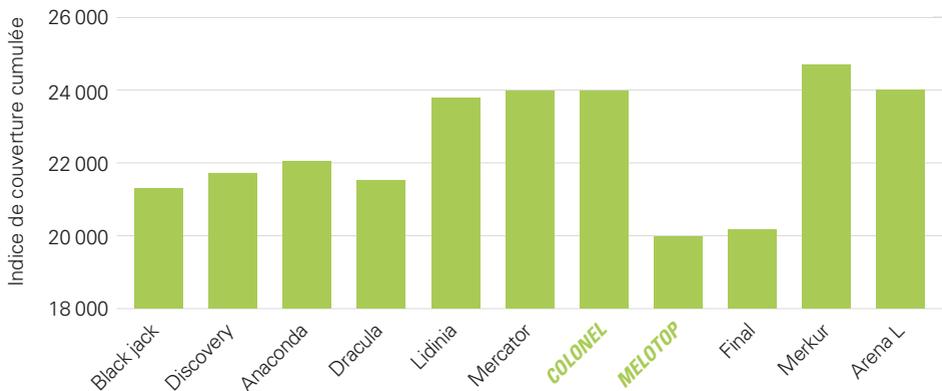
## EXPÉRIMENTATION LIESSE (AISNE) 2012

### Floraison des radis fourragers anti-nématodes



## EXPÉRIMENTATION TOULIS (AISNE) 2016

### Indice du pouvoir couvrant des variétés de radis

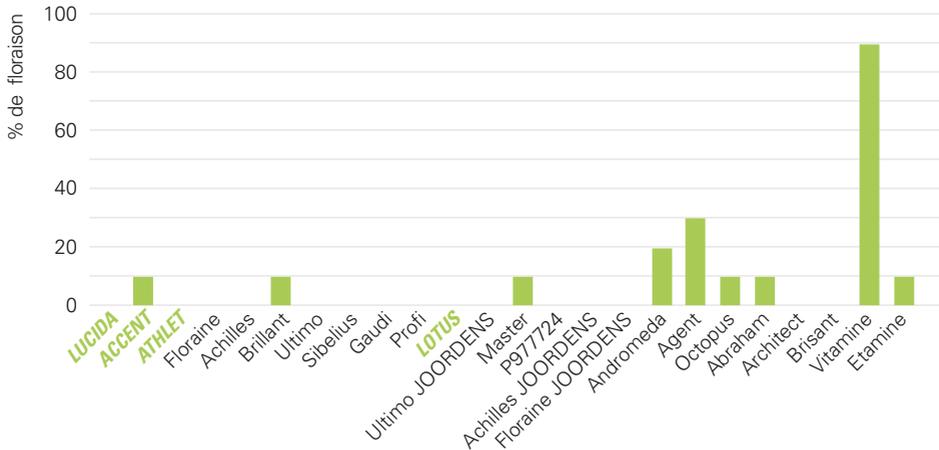


Source : ITB 2016

Pour les variétés de radis, les différences sont liées à la dynamique de croissance et au port foliaire.

## EXPÉRIMENTATION TOULIS (AISNE) 2016

### Floraison des moutardes



**Précédent** : orge de printemps, 57 q (01/08/2016)

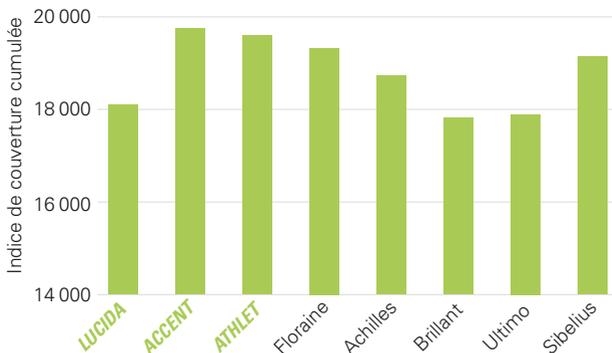
**Sol** : limon argileux profond

**Préparation de sol** : labour - rotative et semis (01/09/2016)

**Reliquats azotés** : 0-30 cm = 81,1 kg | 30-60 cm = 6,8 kg | 60-90 cm = 5,1 kg

## EXPÉRIMENTATION TOULIS (AISNE) 2016

### Indice du pouvoir couvrant des variétés de moutardes

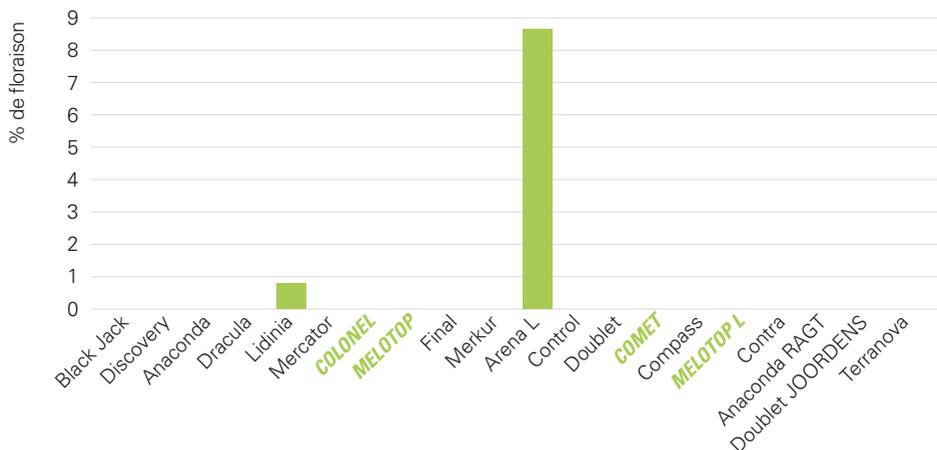


En intégrant les mesures de taux de couverture réalisées à trois dates successives, on établit un indicateur qui représente la totalité de l'ombrage exercé par le couvert pendant sa période de croissance.

Les différences, qui restent modérées parmi les variétés présentées ici, sont aussi explicables par un effet du port foliaire.

## EXPÉRIMENTATION TOULIS (AISNE) 2016

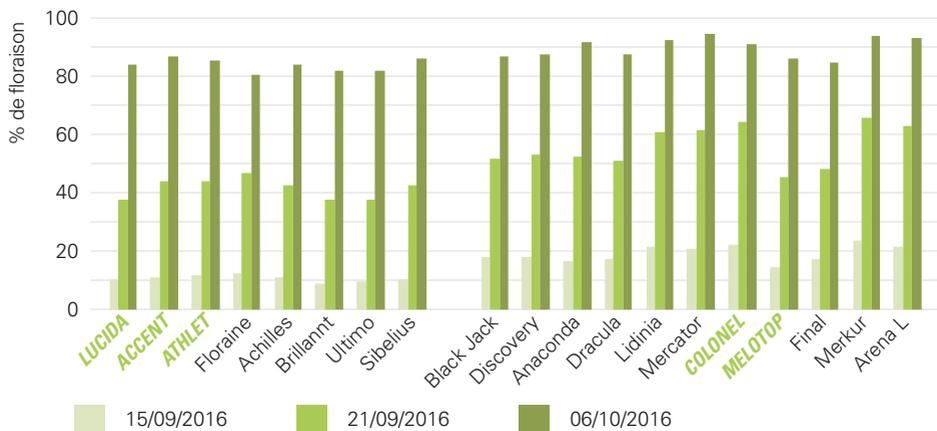
### Floraison des radis



Source : ITB 2016

## EXPÉRIMENTATION TOULIS (AISNE) 2016

### Évolution de la surface foliaire moutardes et radis



Source : ITB 2016

# CONTACTS

## À QUI VOUS ADRESSER ?



**RESPONSABLE D'ACTIVITÉ**  
Didier LUBREZ  
06 09 32 02 95  
d-lubrez@deleplanque.fr



**ASSISTANTE COMMERCIALE**  
Laurence SCHWINDLING-ALBERT  
01 34 93 27 16 - 06 17 91 35 55  
laurence-s@deleplanque.fr



**HAUTE NORMANDIE  
NORD PAS DE CALAIS**  
Baptiste GUILLEMOT  
06 10 79 40 61  
baptiste.guillemot@deleplanque.fr



**CHAMPAGNE - BOURGOGNE  
ALSACE-LORRAINE - FRANCHE-COMTÉ**  
Benjamin GEFFROY  
06 28 64 39 67  
benjamin.geffroy@deleplanque.fr



**SEINE & MARNE  
AUBE**  
Francis GARNIER  
06 18 39 82 86  
f-garnier@deleplanque.fr



**PICARDIE - ILE DE FRANCE  
RHÔNE-ALPES**  
Patrick de BUSSY  
06 13 54 75 72  
pdb@deleplanque.fr



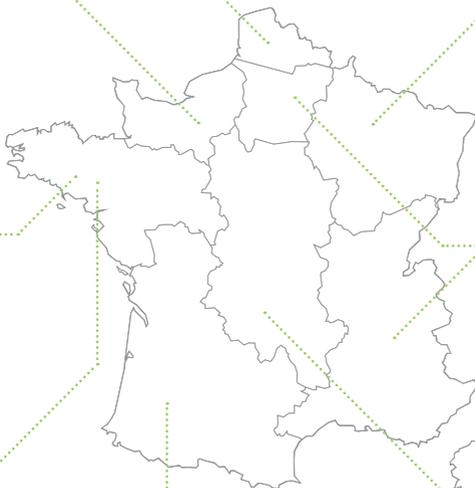
**BASSE NORMANDIE - BRETAGNE  
PAYS DE LOIRE**  
Thierry HACHE  
06 07 98 06 89  
contact@thierry-hache-diffusion.fr



**LANGUEDOC ROUSSILLON  
CENTRE - LIMOUSIN - AUVERGNE**  
Raphaël MUSNIER  
06 01 35 17 35  
raphael.musnier@deleplanque.fr



**OCCITANIE - NOUVELLE AQUITAINE  
SUD-OUEST**  
Paule ARTERO  
07 77 68 58 59  
paule.artero@deleplanque.fr



# DELEPLANQUE & CIE

## UNE SOCIÉTÉ PASSIONNÉMENT SEMENCIÈRE

Société française indépendante et familiale, Deleplanque est avant tout une entreprise semencière professionnelle investie depuis plus de 50 ans dans la production et la distribution de semences hybrides et traditionnelles.

Nos équipes multiplient les semences sur 5000 ha répartis en 6 régions de production, et pour le compte des plus grands sélectionneurs mondiaux.

Impliqués dans la production et la distribution de semences de graines de betterave sucrière, nous nous sommes naturellement intéressés à la problématique des nématodes et aux solutions que nous pouvons proposer aux agriculteurs. C'est ainsi qu'est née l'activité couvertures de sols, axée long-temps sur les produits anti-nématodes et étendue aujourd'hui aux mélanges et produits à vocation CIPAN et SIE.

La gamme anti-nématodes proposée est issue de la sélection PH Petersen, leader européen sur le marché des cultures fourragères et couverts végétaux.

Nous assurons par ailleurs la production de la moutarde d'Abyssinie Utopia et la conception des mélanges de la gamme.

Toute l'équipe commerciale, constituée d'ingénieurs ou techniciens issus du monde agricole, est présente dans chaque région. Très impliquée à vos côtés, elle vous accompagne dans vos choix variétaux, vous conseille pour la mise en place et le suivi des cultures et vous informe à tout moment.

