

# PROAGRI

POUR VOUS. AUJOURD'HUI. ET DEMAIN



AGRICULTURE BIOLOGIQUE

## Grandes cultures biologiques : les clés de la réussite



Credit photo : P. Tisseault

[www.chambres-agriculture.fr](http://www.chambres-agriculture.fr)

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR



**MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE**  
*Créer Apaiser Protéger*



**CHAMBRES D'AGRICULTURE**

# Édito



Sébastien Windsor,  
*Président de Chambres d'agriculture France*



Loïc Guines,  
*Élu référent agriculture biologique  
Chambres d'agriculture France*



Alain Lecat,  
*Animateur référent national  
Grandes cultures biologiques  
Chambres d'agriculture France*

Nous sommes heureux de pouvoir proposer aux agriculteurs, techniciens, conseillers ainsi qu'à tous ceux qui s'intéressent à un mode de production alternatif, cette 2<sup>ème</sup> édition du guide technique national des grandes cultures biologiques.

Le réseau des Chambres d'agriculture est engagé depuis de nombreuses années pour le développement de l'agriculture biologique notamment à travers l'accompagnement des producteurs et la mise en place d'expérimentations, l'identification d'innovations pour de nouvelles solutions techniques et la production de références consolidées. De cette antériorité, et de la volonté du réseau d'experts en agriculture biologique de capitaliser sur leurs savoirs et savoir-faire pour les rendre accessibles à tous, est né ce guide.

Nous vous proposons tout d'abord de revenir en détails sur les principes agronomiques qui constituent les fondamentaux de la production agricole, quel que soit le mode de conduite. La rotation, les associations de cultures, les moyens préventifs pour la maîtrise des adventices sont autant de leviers indispensables à mettre en œuvre pour pérenniser les systèmes agricoles, et notamment biologiques. Vous y trouverez ensuite des fiches « cultures », présentant les itinéraires techniques des principales grandes cultures produites en France.

Ce guide actualisé permettra de mieux accompagner les agriculteurs dans la réussite de leur projet et dans leurs challenges techniques.

Sébastien Windsor  
Président de Chambres d'agriculture France

# Sommaire



➤ Fiches thématiques	
• Rotation de cultures	5
• Gestion des adventices	12
• Gestion de la fertilité des sols - Fertilisation	26
• Travail du sol	36
• Couverts végétaux	43
• Associations de culture	48
➤ Fiches cultures	
• Association triticales/pois fourrager	55
• Avoine	57
• Betterave sucrière	60
• Blé dur	63
• Blé tendre d'hiver	67
• Blé tendre de printemps	71
• Chanvre	73
• Colza	75
• Féverole d'hiver et de printemps	79
• Grand épeautre	83
• Lentille	85
• Lupin	87
• Luzerne	90
• Maïs	94
• Millet	98
• Orge de printemps	100
• Pois chiche	103
• Pois protéagineux d'hiver et de printemps	105
• Sarrasin	108
• Soja	110
• Sorgho grain	114
• Tournesol	118
• Triticale	123
➤ Glossaire et définitions	125
➤ Bibliographie	126
➤ Remerciements	131

# Fiches thématiques



• Rotation de cultures.....	5
• Gestion des adventices.....	12
• Gestion de la fertilité des sols - Fertilisation.....	26
• Travail du sol.....	36
• Couverts végétaux.....	43
• Associations de culture.....	48

# Rotation de cultures



La rotation est définie comme une succession de différentes cultures sur plusieurs années dans la même parcelle. Le cahier des charges Agriculture Biologique européen insiste sur l'intérêt de ces rotations avec l'article 12 et les points 1.9.1 et 1.9.2 qui stipulent que :

- La production végétale biologique a recours à des pratiques de travail du sol et des pratiques culturales qui préservent ou accroissent la matière organique du sol, améliorent la stabilité du sol et sa biodiversité, et empêchent son tassement et son érosion.
- La fertilité et l'activité biologique du sol sont préservées et augmentées de la manière suivante : (...), par la rotation pluriannuelle des cultures, comprenant des cultures obligatoires de légumineuses comme culture principale ou de couvert.

[Règlement (UE), n°848/2018 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques].

## PRINCIPES DE BASE D'UNE ROTATION

	Objectifs agronomiques						
	Alterner				Planter des engrais verts dès que possible	Respecter les délais de retour des cultures	Éviter les sols nus
	Modes de semis et de travail du sol	Légumineuses et cultures exigeantes en éléments fertilisants majeurs	Cultures « salissantes » / « nettoyantes » / plantes « étouffantes » / sarclées	Cultures de printemps et d'hiver			
Maladies/ Ravageurs	Important	Important	Important	Important	Important	Très important	Non déterminant
Adventices	Très important	Non déterminant	Très important	Très important	Important	Important	Important
Structure du sol/érosion	Important	Important	Très important	Non déterminant	Très important	Non déterminant	Très important
Ressources minérales/ Matière organique	Important	Très important	Très important	Important	Très important	Important	Important

Très important
  Important
  Non déterminant

Le réseau des Chambres d'agriculture

## TEMPS DE RETOUR

Culture	Délai de retour conseillé sur la parcelle (années)	Raisons majeures
Avoine	4	Nématodes
Blé tendre, blé dur	2	Piétin verse, piétin échaudage, fusarium, nématodes, carie
Chanvre	7	Orobranche rameuse
Colza	4	Phoma, Sclerotinia, hernie
Féverole	5	Botrytis, Sclerotinia, anthracnose
Grand épeautre	8	Fusariose, septoriose
Haricot vert d'industrie	4 ou +	Sclerotinia
Lin graine et lin fibre	6	Anthracnose
Lupin	4	Anthracnose et Sclerotinia
Luzerne	5-6	Nématodes, rhizoctone
Maïs grain	3	Fusariose
Orge d'hiver	3	Helminthosporiose, rhyzosporiose
Orge de printemps	2	Moins sensible que le blé ou l'orge d'hiver aux maladies du pied
Pois protéagineux et pois vert d'industrie	5	Anthracnose, Sclerotinia et les différentes maladies des racines dont Fusarium, Phoma, Aphanomyces
Sarrasin	2	-
Seigle	3	Ergot
Soja	3	Sclerotinia
Tournesol	4	Sclerotinia
Triticale	2	Piétin verse

Viaux 1999, Chambre d'agriculture de la Somme et Chambre d'agriculture du Gers 2023

## CONSTRUIRE UNE ROTATION

### 📌 Tête de rotation

#### Objectifs

- Régénérer les sols en éléments fertilisants ;
- Réduire la pression des adventices ;
- Réduire la pression des maladies inféodées à la parcelle.

Il peut s'agir de luzerne, de prairies temporaires ou encore de plantes sarclées.

Ex : soja, légumes, tournesol ou maïs.

### 📌 Corps de rotation

#### Premières cultures ou premières pailles

Ce sont des cultures qui profitent de l'azote disponible et du faible enherbement.

Ex : blé/triticale, blé/orge ou avoine de printemps.

### 📌 Relais de rotation

#### Objectifs

- **Gérer les éléments fertilisants (apports d'azote)** : il s'agit de protéagineux à graines comme le pois, la féverole, la lentille, le pois chiche ou le soja.
- **Gérer le désherbage** : dans les rotations avec une majorité de cultures de printemps, on insère des cultures d'hiver, et inversement dans les rotations avec une majorité de cultures d'hiver, on insère des cultures de printemps (sarclées).

### 📌 Troisième paille

#### Objectifs

- Valoriser le regain de fertilité azotée apporté par le relais de rotation.
- Maîtriser l'enherbement par l'alternance de périodes de semis, printemps comme automne, ou à l'aide de plantes étouffantes comme les associations de cultures.

Ex : blé d'hiver ou de printemps, plante binée, méteil, tournesol, soja ou lentille.

### 📌 Fin de rotation

Il s'agit d'espèces rustiques, concurrentielles vis-à-vis des adventices et peu exigeantes en éléments nutritifs.

Ex : avoine, seigle, association céréales-protéagineux, sarrasin, petit épeautre.



#### À savoir :

Il s'agit ici d'une construction théorique de rotation. Il est donc important de noter que cela ne s'applique pas à toutes les rotations. On peut prendre à la place l'exemple des rotations courtes sur 3 ans.

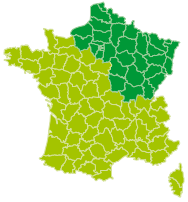
Ex : maïs/soja/blé.



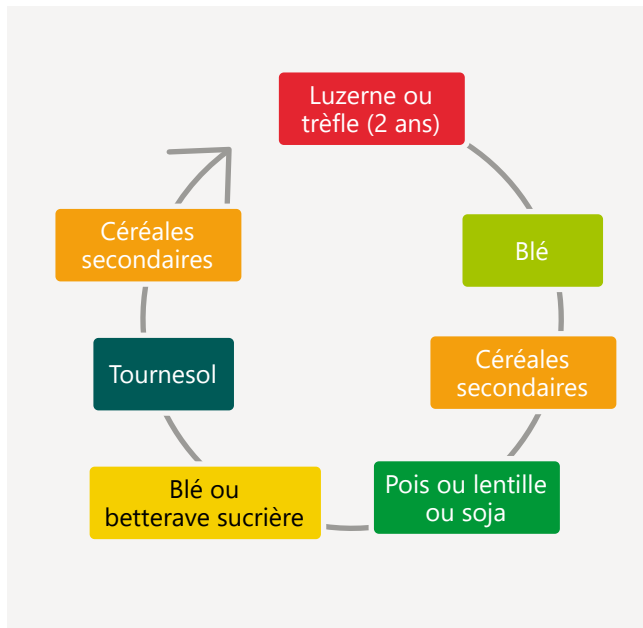
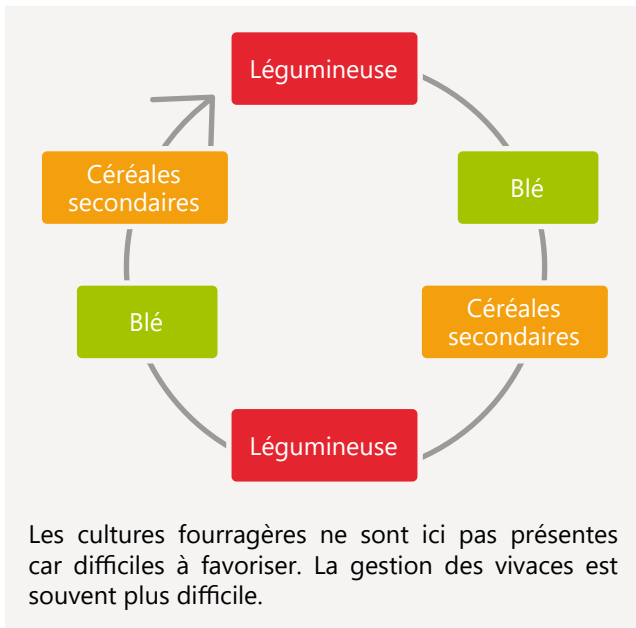
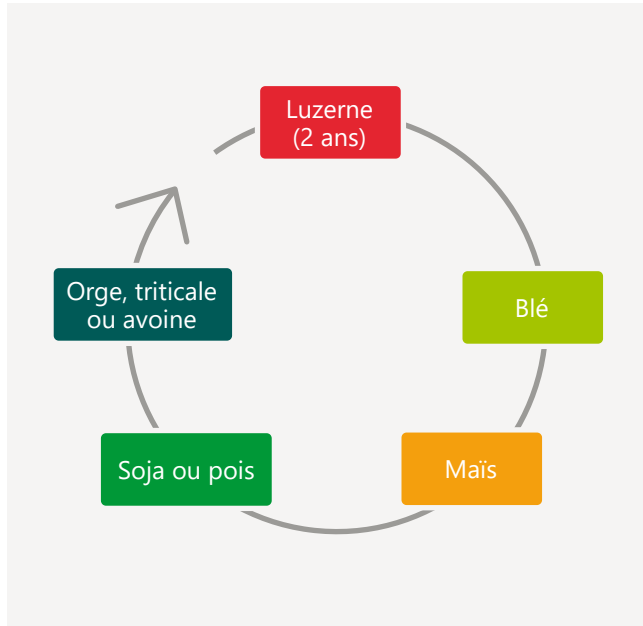
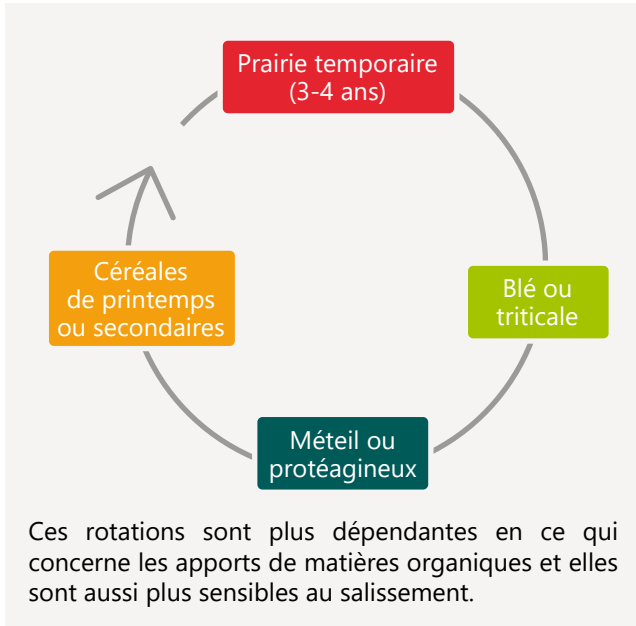
#### Préconisation :

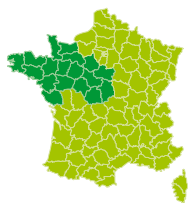
Les couverts végétaux doivent faire partie de la construction de la rotation. Ils ont plusieurs rôles qui répondent au fondement de la fertilité du sol ou bien encore à la stratégie de désherbage.

Se référer au chapitre Couverts végétaux p.43.

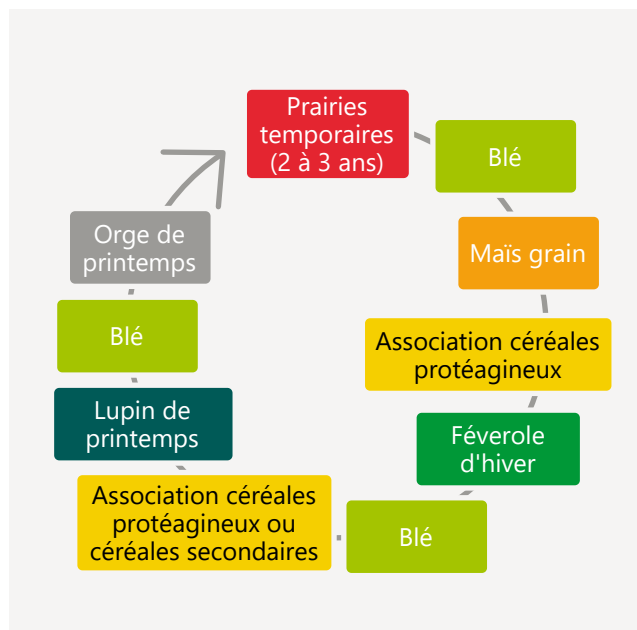
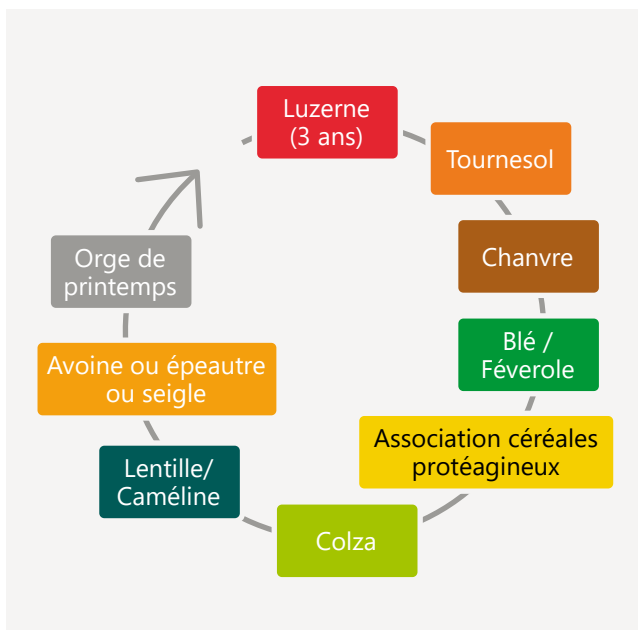
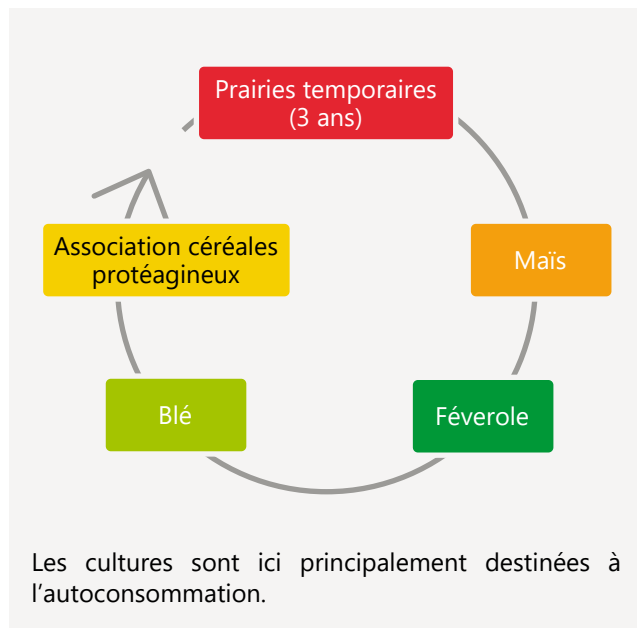
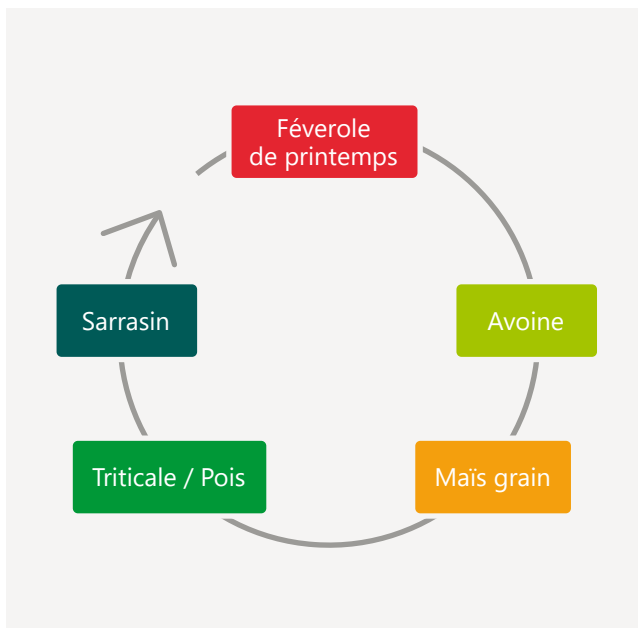


**NORD-EST**  
**EXEMPLES DE ROTATION**





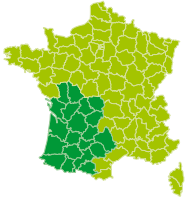
**NORD-OUEST**  
EXEMPLES DE ROTATION



**À savoir :**

Les cultures spécialisées comme le sarrasin, l'épeautre ou le seigle sont en général réalisées sous contrat.

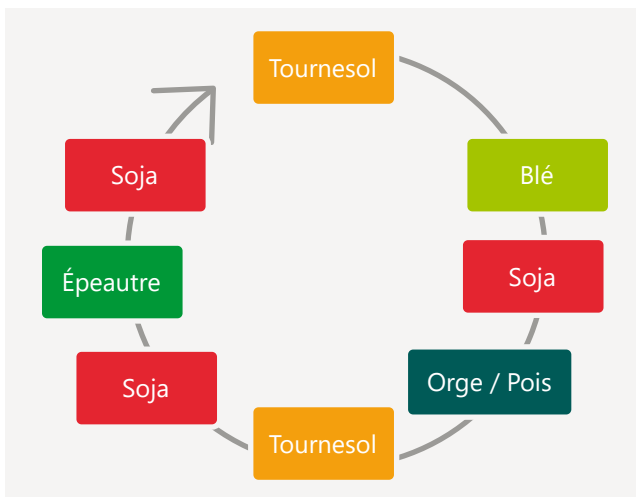
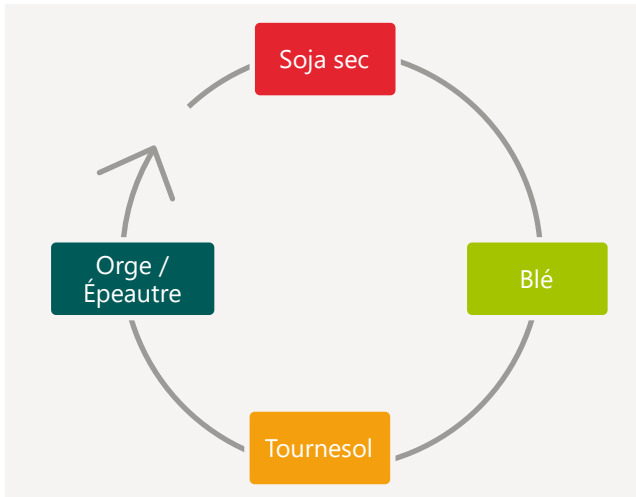




## SUD-OUEST

### EXEMPLES DE ROTATION

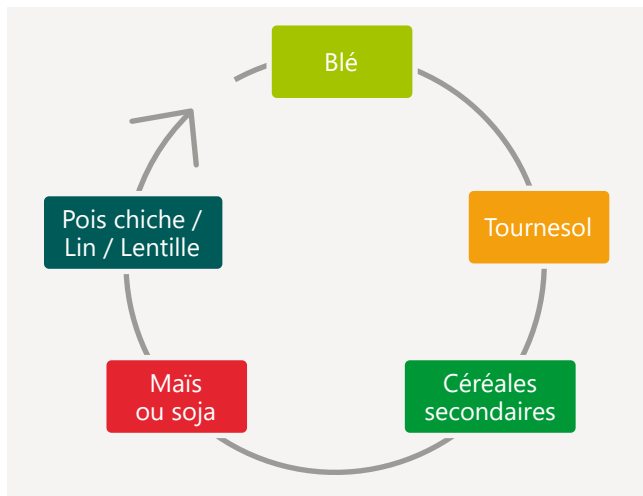
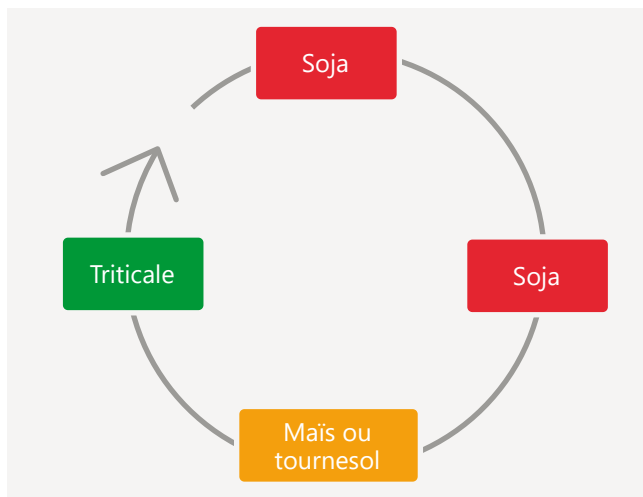
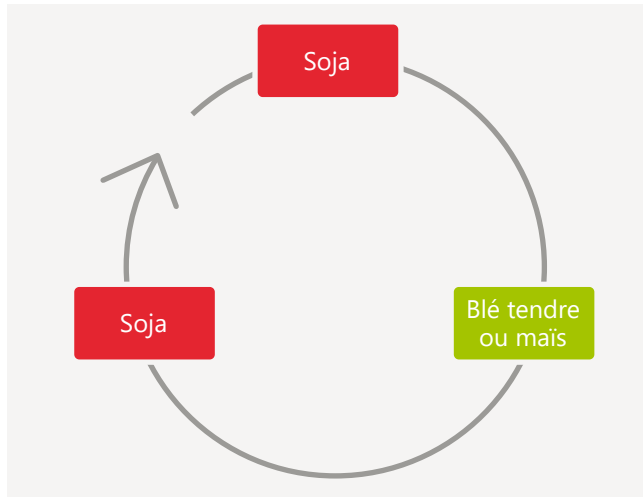
#### En sol profonds



#### À savoir :

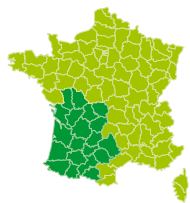
Il y a peu de débouchés pour les cultures fourragères dans les territoires où est pratiqué ce type de rotation. De ce fait les apports de matières organiques exogènes sont beaucoup plus fréquents.

#### En système irrigué

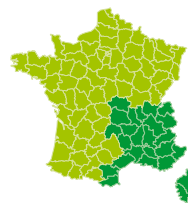


#### À savoir :

Les rotations avec soja, maïs et triticale sont en général sur des terres irriguées.

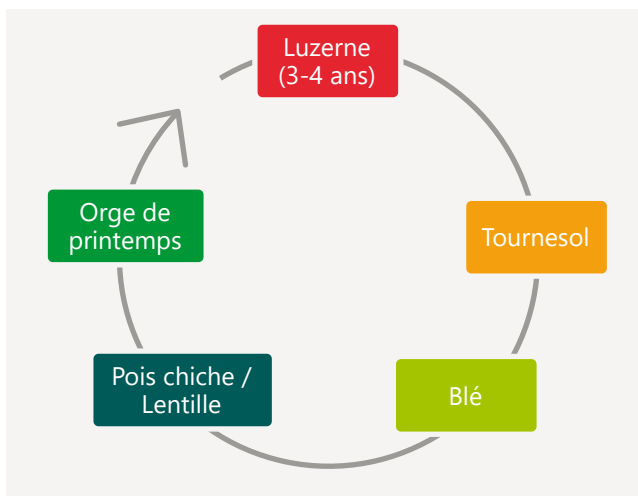
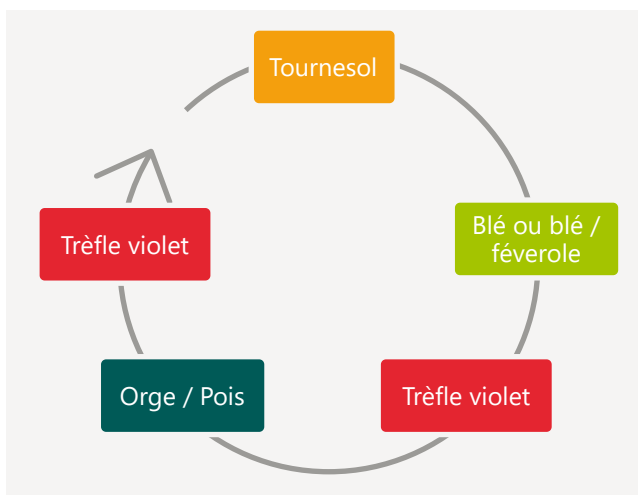
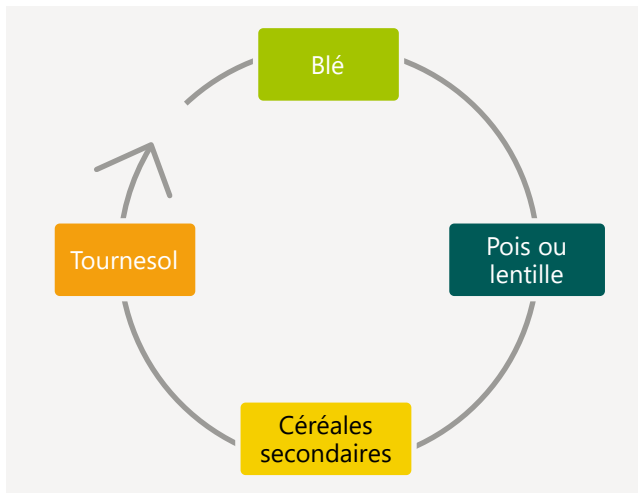


**SUD-OUEST**  
EXEMPLES DE ROTATION

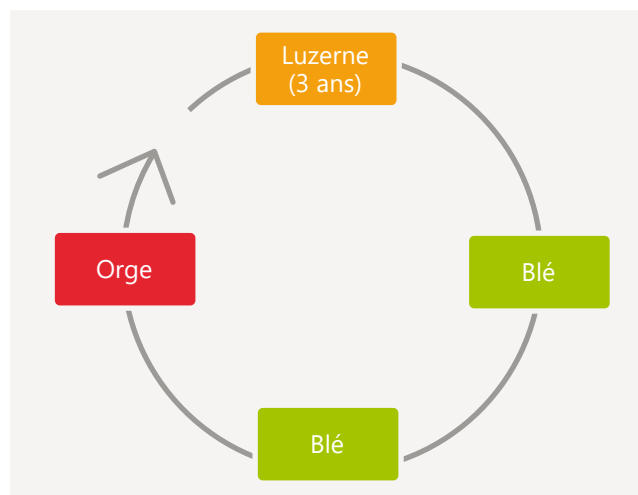
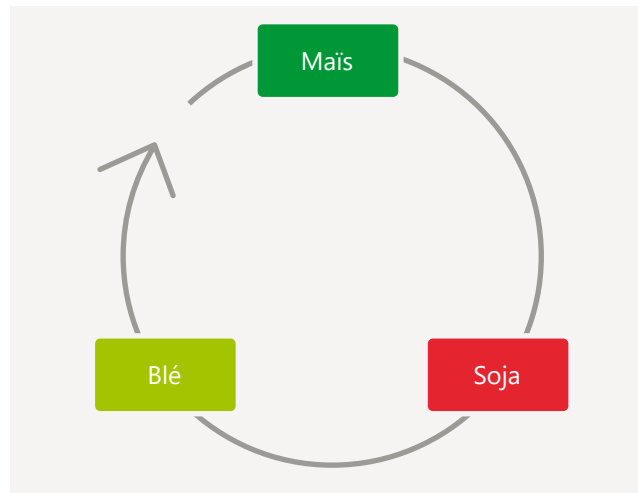


**SUD-EST**  
EXEMPLES DE ROTATION

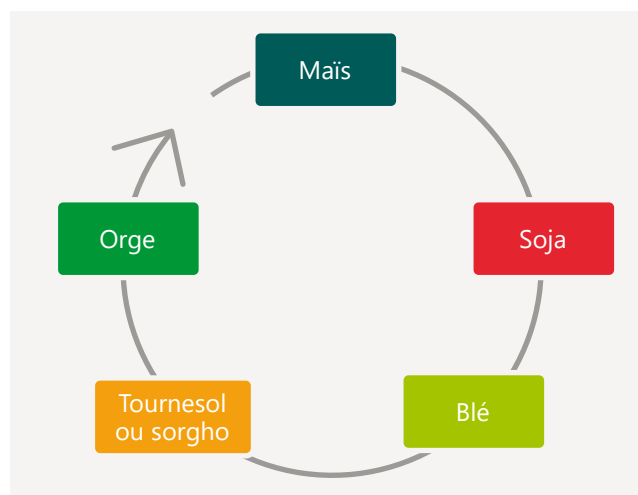
En coteaux secs



En système irrigué



En sec



**À savoir :**

Les rotations sans maïs comme ici sont en général pratiquées dans des sols non irrigués et moyennement profonds.

VALEUR RELATIVE DU PRÉCÉDENT CULTURAL

Précédent cultural	Culture envisagée	Avoine		Blé	Chanvre	Colza	Féverole	Grand épeautre	Lupin	Maladies
		H	P							
Avoine	H	●	●	●	●	●	●	●	●	
	P	●	●	●	●	●	●	●	●	
Blé		●	●	●	●	●	●	●	●	Piétin verse, piétin échaudage, fusariose après maïs
Chanvre		●	●	●	●	●	●	●	●	Pythium, Botrytis
Colza		●	●	●	●	●	●	●	●	Sclerotinia, Phoma, hernie
Féverole		●	●	●	●	●	●	●	●	Botrytis, Sclerotinia, anthracnose
Grand épeautre		●	●	●	●	●	●	●	●	
Lupin		●	●	●	●	●	●	●	●	
Luzerne		●	●	●	●	●	●	●	●	
Maïs		●	●	●	●	●	●	●	●	Charbon des inflorescences, helmintosporiose
Orge	H	●	●	●	●	●	●	●	●	Piétin verse
	P	●	●	●	●	●	●	●	●	
Pois*		●	●	●	●	●	●	●	●	Anthracnose, pourriture du pied et des racines, Botrytis, Sclerotinia, anthracnose
Soja		●	●	●	●	●	●	●	●	
Tournesol		●	●	●	●	●	●	●	●	Mildiou, Sclerotinia, Phomopsis, Phoma
Triticale		●	●	●	●	●	●	●	●	Piétin verse

Précédent cultural	Culture envisagée	Luzerne	Maïs	Orge		Pois*	Soja	Tournesol	Triticale
				H	P				
Avoine	H	●	●	●	●	●	●	●	●
	P	●	●	●	●	●	●	●	●
Blé		●	●	●	●	●	●	●	●
Chanvre		●	●	●	●	●	●	●	●
Colza		●	●	●	●	○	●	●	●
Féverole		●	●	●	●	●	●	●	●
Grand épeautre		●	●	●	●	●	●	●	●
Lupin		●	●	●	●	●	●	●	●
Luzerne		●	●	●	●	●	●	●	●
Maïs		●	●	●	●	●	●	●	●
Orge	H	●	●	●	●	●	●	●	●
	P	●	●	●	●	●	●	●	●
Pois*		●	●	●	●	●	●	●	
Soja		●	●	●	●	●	●	●	
Tournesol		●	●	●	●	●	●	●	
Triticale		●	●	●	●	●	●	●	

\*protéagineux

D'après Agroscope, 2019 et le réseau des Chambres

H : Hiver - P : Printemps

● Très bon ● Bon ● Moyen ● Mauvais ● Contre-indiqué ○ Impossible



**Précaution :**

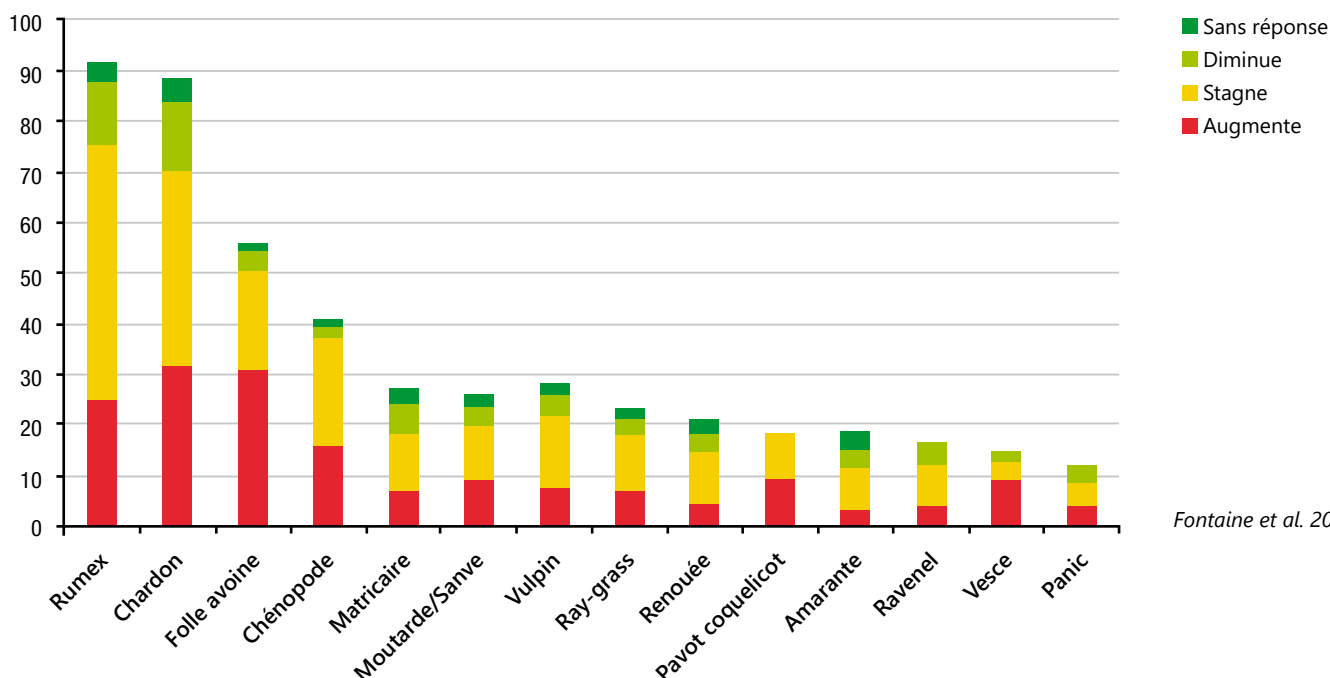
A noter que les implantations dépendent des dates de récoltes des régions nord et sud qui ne sont pas les mêmes pour toutes les cultures. Les combinaisons sont parfois impossibles selon les spécificités régionales.

# Gestion des adventices



En agriculture biologique, les adventices sont un des bioagresseurs majeurs. Leur gestion est donc un point clé de la production. Il est important d'établir un diagnostic précis de la flore adventice présente, des risques de développement et de privilégier une gestion préventive combinant plusieurs leviers agronomiques.

Adventices les plus citées par les agriculteurs biologiques et avis sur leur évolution dans le temps



Fontaine et al. 2013

## ÉTABLIR UN DIAGNOSTIC SUR LES ADVENTICES PRÉSENTES DANS MA PARCELLE

Pour pouvoir adapter sa stratégie de désherbage il est important de connaître le fonctionnement de sa flore adventice.



### Pour aller plus loin :

Pour bien connaître et gérer la flore adventice, des outils tels que <https://www.inflowweb.fr/> sont consultables gratuitement.

### NUISIBILITÉ DES ADVENTICES

Avant de commencer tout désherbage, il est nécessaire de se poser la question suivante : est-il vraiment nécessaire de désherber ?

#### Nuisibilité directe

- Compétition sur la culture pour les différents éléments nutritifs, allélopathie et donc perte de rendement.
- Maintien de l'humidité après récolte, impuretés et altération de la qualité.
- Difficultés de récolte (gêne mécanique) et augmentation du temps de travail.
- Risque sanitaire (toxicité de certaines espèces comme le datura).

#### Nuisibilité indirecte

- Plantes relais pour les ravageurs et les maladies, et dégradation de l'état sanitaire.
- Production de graines et re-salissement de la parcelle, risque de fragiliser la maîtrise des adventices à l'échelle de la rotation.

Nuisibilité des adventices majoritairement rencontrées

	Espèces d'adventice	Nuisibilité directe (Nb pieds/m <sup>2</sup> suffisants pour faire chuter le rendement du blé de 5 %)	Nuisibilité indirecte (Nb de gr/m <sup>2</sup> )
1	Gaillet	1,8	50 à 3 000
	Folle avoine	5,3	500 à 2 000
2	Coquelicot	22	50 000 à 200 000
	Matricaire	22	30 000 à 100 000
	Ray-grass	25	3 000 à 20 000
	Vulpin	26	1 500 à 10 000
	Véronique de Perse	26	1 500 à 8 000
3	Véronique à feuille de lierre	44	200 à 2 000
	Lamier	44	2 000 à 6 000
	Myosotis	66	500 à 5 000
	Pensée	133	7 000 à 20 000
	Alchémille	133	5 000 à +++

D'après A. Rodriguez-ACTA



Pour aller plus loin :

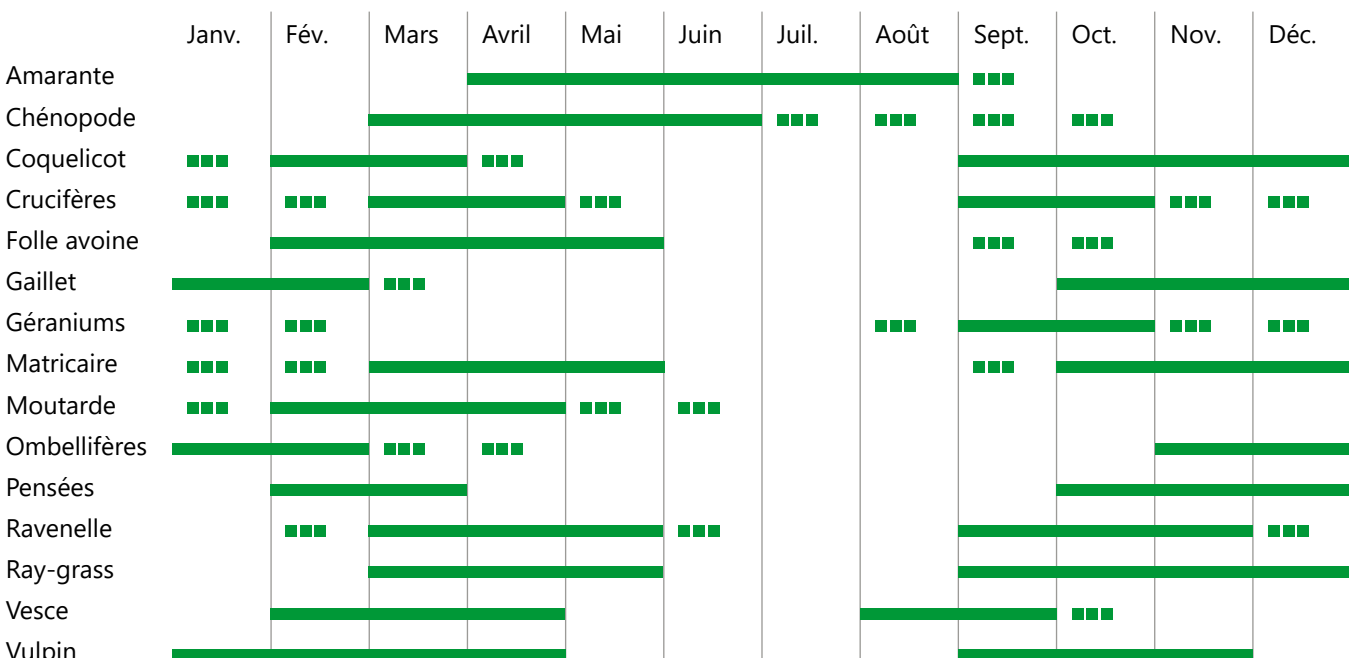
Afin d'anticiper la gestion d'adventices, il est important d'avoir connaissance des plantes envahissantes du département, voire des régions voisines. Certaines Chambres d'agriculture ont conçu des fiches de recensement des moyens de lutte contre les principales adventices et des fiches d'identification des plantes envahissantes en expansion : <https://extranet-isere.chambres-agriculture.fr/cultures/grandes-cultures/plantes-envahissantes-en-expansion/>

BIOLOGIE DES ADVENTICES

Types d'adventices et leurs modes de reproduction

- **Espèces annuelles** : leur cycle de vie est inférieur à une année, et elles se reproduisent exclusivement par graine (chénopode blanc, coquelicot, folle-avoine,...).
- **Espèces bisannuelles et pluri-annuelles** : elles survivent une ou plusieurs années mais finissent par disparaître après plusieurs cycles de grenaison (carotte sauvage, rumex crépu, armoise vulgaire,...).
- **Espèces vivaces** : elles sont « éternelles » et leur mode de reproduction est souvent mixte : production de graines et multiplication végétative.

Période de levée des adventices

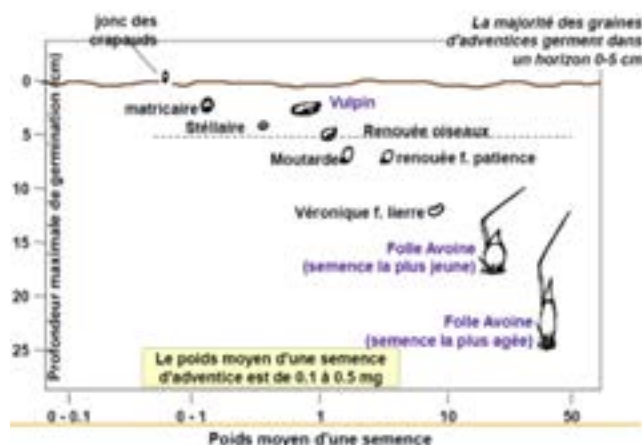


D'après Agro-transfert, Infloweb et Arvalis Institut du végétal

## LA PROFONDEUR DE GERMINATION

La majorité des semences germe dans les 5 premiers centimètres du sol. Il existe cependant des espèces capables de germer bien plus en profondeur, telles que la folle avoine ou le vulpin des champs.

La profondeur de germination augmente avec la taille des semences



D'après H.A. Roberts

## CAS PARTICULIER DE LA GESTION DES VIVACES

Plusieurs règles s'imposent : être patient, privilégier les rotations longues intégrant des prairies de fauche, bannir les outils à disques et introduire des plantes sarclées ou binées.

Il existe deux stratégies de lutte contre les vivaces :

- la stratégie d'épuisement : elle consiste à épuiser progressivement les réserves racinaires, via la destruction des parties aériennes ou la fragmentation des racines ;
- la stratégie d'extraction : elle consiste à fragmenter et à sortir les rhizomes du sol, puis à les exporter et les laisser sécher.

### Chardon

Caractéristiques	
Taux de germination	Faible
Nb de graines/pied/an	1 500 à 5 000
Risque de reproduction sexuée	Faible : 3 à 5 % des chardons dans les champs sont issus de graines
Préférences pédoclimatiques	Avantagé par les printemps pluvieux, les sols profonds et résiste aux tassements
Stratégie de lutte	Epuisement
Autres	Avril - Mai - Juin - Juillet : période d'intervention idéale - réserves racinaires au plus faible - apparition des bourgeons floraux Intervention possible jusqu'à la dormance (novembre).

## Leviers de gestion

A l'échelle de la rotation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Favoriser les cultures étouffantes (avoine, vesce-avoine, seigle)</li> <li>- Introduire une luzerne ou prairie temporaire pluriannuelle fauchée ou pâturée</li> <li>• Réapparition du chardon en moyenne 2-3 ans après une luzerne conduite en 2 ans (3 années de luzerne = 3 années sans chardon)</li> </ul>
Interculture	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intervention de printemps si possible</li> <li>- Déchaumages répétés en été et automne</li> </ul>
En culture	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Binages répétés en mai-juin</li> <li>- Cultures de printemps sarclées : combinaison implantation tardive au printemps + binages répétés + désherbage manuel</li> <li>- Lutte manuelle + écimage (effet significatif au bout de 10-15 ans)</li> </ul>

Légende : • Limites



### Préconisation :

Les 4 conditions d'efficacité pour les déchaumages répétés en été sont les suivantes :

- Utiliser des outils qui scalpent avec un recouvrement maximal ;
- Intervenir au point de compensation c'est-à-dire 6-8 feuilles pour le chardon ;
- Intervenir en conditions sèches ;
- Combiner les déchaumages d'été et cultures étouffantes.



### Pour aller plus loin :

Créé par Agro-Transfert RT, OdERA-Vivaces (Outil d'Evaluation du Risque en Adventices Vivaces gratuit) permet d'évaluer le risque de développement des adventices vivaces avec notamment la présence de chardon dans son système de cultures : <http://www.agro-transfert-rt.org/ressources/odera-vivaces/>

Le paramétrage est basé sur la région Hauts-de-France.

**Laiteron des champs**

Caractéristiques	
Taux de germination	Environ 50 %
Nb de graines/pied/an	500 à 13 000
Risque de reproduction sexuée	Moyen
Préférences pédoclimatiques	Fort besoin de lumière, avanta­gé dans les sols humides et riches en potassium
Stratégie de lutte	Epuisement
Autres	Mai – Juin – Juillet : période d'intervention idéale - Réserves racinaires au plus faible - Apparition des bourgeons floraux Intervention possible jusqu'à la dormance (septembre).

Leviers de gestion	
A l'échelle de la rotation	- Introduire une luzerne (concurrence pour l'accès au potassium avec le laiteron) ou prairie temporaire pluriannuelle fauchée ou pâturée - Favoriser les cultures concurrentielles couvrantes (seigle, chanvre)
Interculture	- Couverts d'interculture (semis de trèfle blanc ou violet sous céréales)
En culture	- Binages en mai-juin



**Précaution :**

Malgré son système racinaire superficiel, la stratégie d'extraction est à éviter sur cette espèce car les racines de laiteron se fragmentent très facilement et il est difficile de les extraire du sol.

**Rumex**

Caractéristiques	
Taux de germination	90-95 %
Nb de graines/pied/an	40 000 – 60 000
Risque de reproduction sexuée	Forte
Préférences pédoclimatiques	Pour le rumex crépu : sols secs Pour le rumex à feuilles robustes : sols frais voire hydromorphes
Stratégie de lutte	Epuisement + extraction
Autres	Avril – Mai – Juin – Juillet : période d'intervention idéale - Réserves racinaires au plus faible - Apparition des bourgeons floraux Intervention possible jusqu'à la dormance (novembre).

Leviers de gestion	
A l'échelle de la rotation	- Limiter les prairies temporaires - Introduire des cultures étouffantes et nettoyantes (sarrasin, mélanges céréaliers)
Interculture	- Choisir des outils pour faire remonter en surfaces les racines du rumex qui vont ensuite dessécher au soleil - Scalper à 5 cm sous le collet
En culture	- Détruire les levées avant 3 feuilles (faux-semis, herse étrille, binage,...) - Détruire les pieds avant floraison (déchaumages répétés, fauche, broyage)



**Précaution :**

Le labour est peu efficace sur le stock semencier notamment pour les espèces dont le taux de décroissance est inférieur à 50 % et peut :

- faire remonter des graines enfouies les années précédentes qui pourront germer ;
- enfouir les tiges et le collet plus profondément leur permettant de repousser.

## Folle avoine

Caractéristiques	
Taux de germination	Faible
Nb de graines/pied/an	500 à 2 000
Risque de reproduction sexuée	Forte
Préférences pédoclimatiques	Sols argileux, calcaires et limono-argileux non acides
Stratégie de lutte	Epuisement
Autres	Germination : Février - Mars - Avril - Mai Floraison : Mai - Juin

Leviers de gestion	
A l'échelle de la rotation	- Privilégier les céréales denses ou hautes (avoine, seigle, triticale,...) - Introduire des cultures de printemps tardives et d'été pour des destructions lors des reprises printanières - Introduire une luzerne ou une prairie temporaire d'au moins 3 ans avec fauchage avant la formation des graines
Interculture	- Déchaumages répétés de printemps
En culture	- Binages tardifs répétés - Ecimage en dernier recours - Désherbage manuel à la floraison lorsque l'infestation est modérée



### Précaution :

Les folles avoines ont tendance à lever de manière plus importante lorsqu'on travaille le sol en conditions sèches. L'aération du sol favorise leur germination rendant les folles avoines plus présentes après un labour.

D'après Agro-transfert, Infloweb et Arvalis Institut du végétal

## GESTION PRÉVENTIVE

Limiter la dissémination passe par :

- le tri et le nettoyage des graines ou l'utilisation de semences certifiées ;
- le compostage détruisant les graines d'adventices par élévation de température ;
- l'achat de paille propre, important si le fumier ne fait pas l'objet d'un compostage ;
- l'entretien des fossés et des bordures de champs ;
- le nettoyage des outils et de la moissonneuse entre les parcelles.

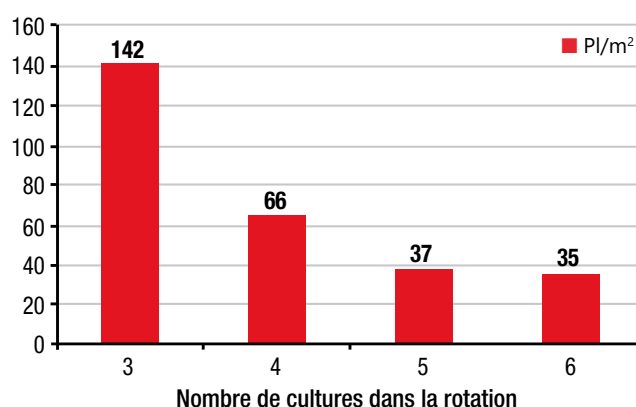
## LES PILIERS DU DÉSHERBAGE

### La rotation

Le choix de la rotation est primordial dans la stratégie de lutte contre les adventices. L'élaboration d'une rotation en grandes cultures biologiques s'appuie sur plusieurs principes :

- augmenter le nombre de cultures et de familles avec des caractéristiques différentes ;
- créer une alternance avec des cultures nettoyantes/salissantes, cultures annuelles/pluriannuelles, cultures automne/ printemps mais aussi de plantes sarclées/céréales ou prairies.

### Effet de la rotation sur la densité des adventices



D'après Christophe David, ISARA

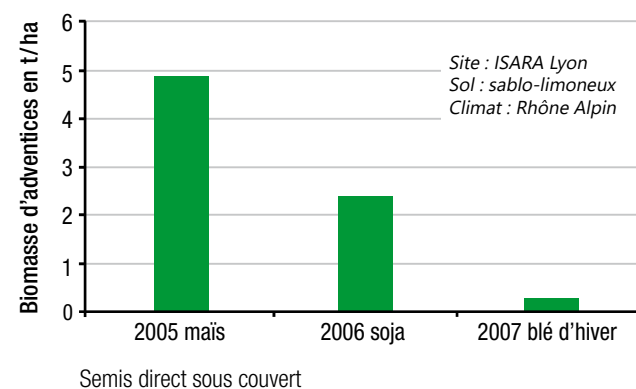
La mise en place d'engrais verts peut être intéressante dans certaines situations où ceux-ci s'avèrent concurrentiels vis-à-vis des adventices. Par contre, ils limitent la réalisation de déchaumages.

### Travail du sol

#### Le labour

Le labour favorise l'enfouissement des graines à une profondeur où elles ne pourront plus germer et permet aussi la destruction des plantules. Toutefois, le labour peut aussi remonter des graines situées en profondeur. L'alternance de labour/non labour une année sur 2 ou 3 s'avère pertinente à mettre en place dans la rotation en fonction des adventices présentes.

### Contrôle des adventices



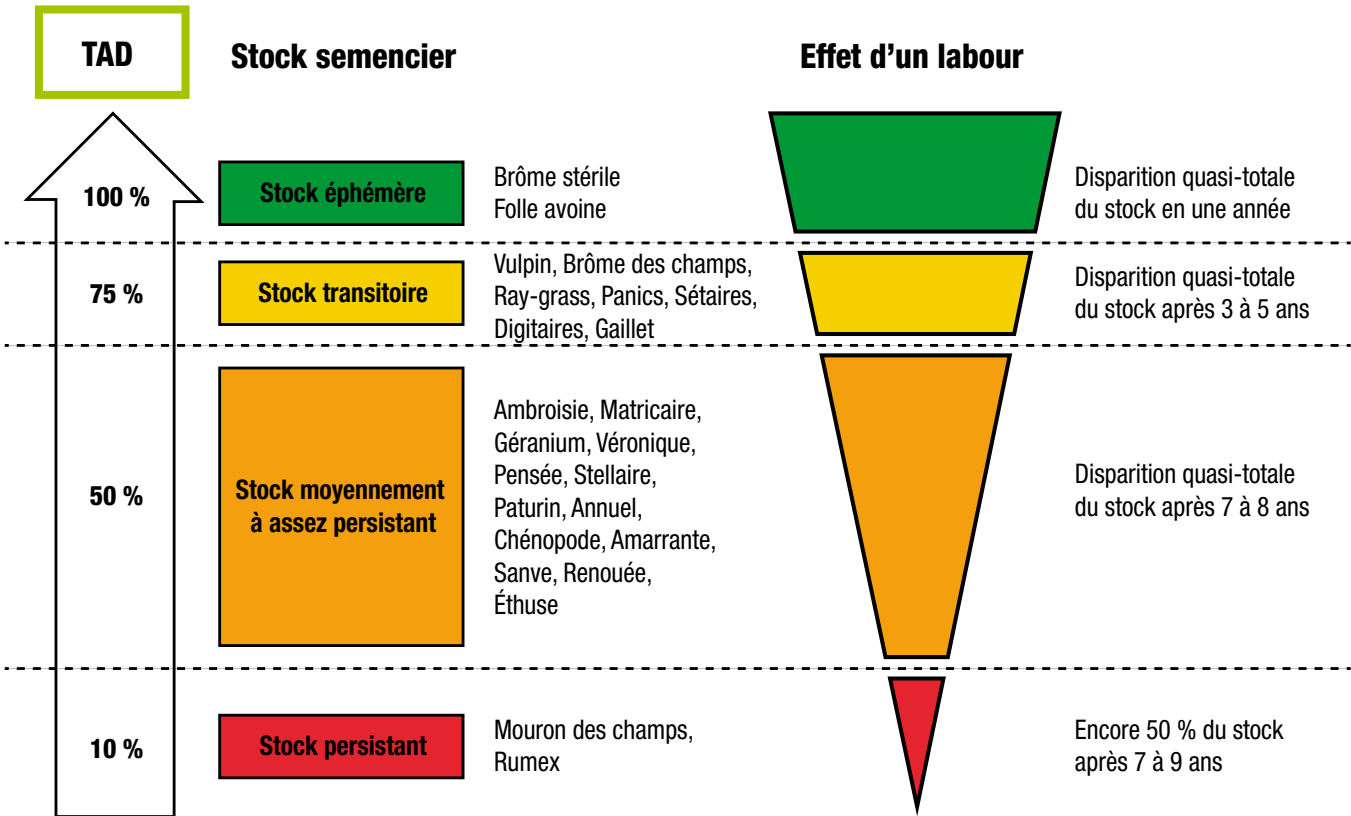
■ Labour traditionnel

Chambre d'agriculture de la Drôme 2016



**Durée de vie du stock semencier**

Le taux annuel de décroissance (TAD) indique l'évolution potentielle de la viabilité des graines d'adventices dans le sol. Chaque année, le nombre de semences viables diminue proportionnellement à la valeur du TAD.



**Technique du faux-semis**

Il s'agit de réduire le stock de graines d'adventices avant l'implantation de la culture en favorisant leur levée. Pour cela, on décale la mise en place et le développement de la culture par rapport à celui des adventices. Le faux-semis est réalisé à l'automne pour les céréales à paille ou au printemps pour des cultures telles que le maïs, le tournesol, le soja ou encore le sorgho.

La réalisation s'effectue en deux étapes :

- 1°) travailler le sol de manière à créer un lit de semence favorable à la germination des adventices,
- 2°) dès que le sol a reverdi, intervenir mécaniquement pour détruire les jeunes plantules d'adventices et en remettre en germination. Selon le niveau de salissement de la parcelle, il est possible de faire plusieurs faux-semis.

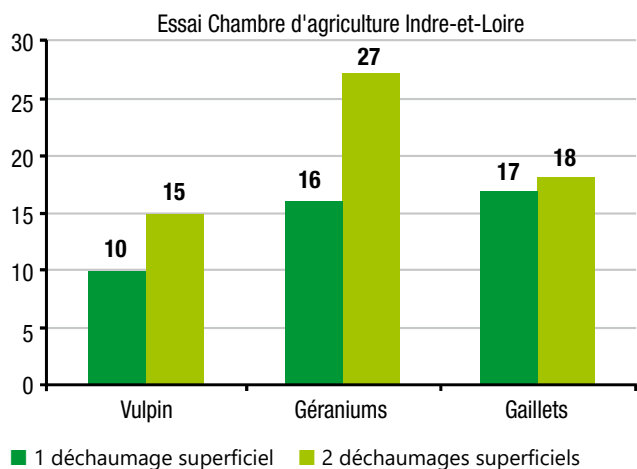
La technique du faux-semis est efficace sur des espèces annuelles, qui ne repoussent pas tous les ans et se reproduisent principalement par graines. Ces adventices ont aussi un TAD faible (moyennement persistant) donc il est inutile d'enfouir leurs semences. C'est le cas d'espèces comme la pensée, le coquelicot ou le chénopode blanc.

**Effet d'un labour**

Le labour est un levier efficace sur des adventices avec des taux annuel de décroissance importants, comme le brôme qui a un TAD de 100 %.

En revanche, sur des adventices ayant des taux annuel de décroissance faibles (rumex, paturin) et/ou des profondeurs de germination élevées (folle avoine), ce levier va montrer une moindre efficacité.

Nombre de plantes levées par m<sup>2</sup> en fonction du nombre de déchaumages superficiels avant blé tendre



Chambre d'agriculture du Centre Val-de-Loire 2013

## 📌 Déchaumage

Le déchaumage est une technique culturale consistant en un travail superficiel du sol qui intervient après la moisson. Il est préférable d'intervenir suffisamment tôt après la récolte pour profiter de la fraîcheur du sol.

Les objectifs du déchaumage sont :

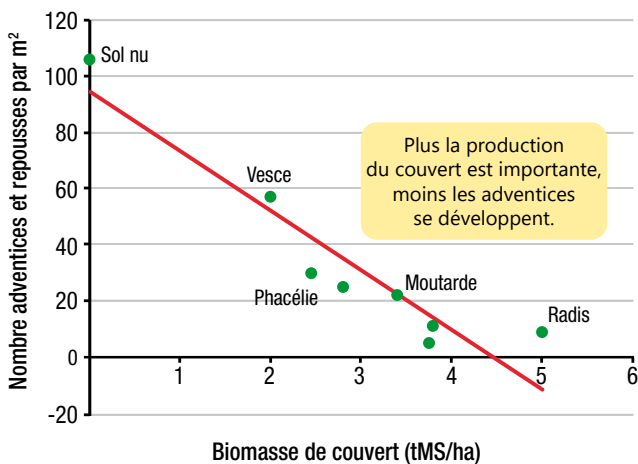
- enfouir les chaumes et les résidus de paille afin de favoriser leur décomposition ;
- détruire les adventices présentes ;
- faire germer les graines de la culture récoltée pour limiter les repousses dans la culture suivante ;
- faire germer les graines d'adventices qui seront détruites par la suite ;
- favoriser la vie microbienne du sol.

## LES CULTURES INTERMÉDIAIRES

La mise en place de couverts végétaux peut être une technique de lutte contre les adventices. En effet, le pouvoir couvrant et la croissance rapide de certaines espèces réduit la levée des adventices (concurrence). La réussite dépend de la date de semis mais aussi des espèces choisies. Toutefois, cette pratique limite les déchaumages d'intercultures.

Se référer au chapitre Couverts végétaux p.43.

Impact de différents couverts d'interculture sur le salissement



Arvalis Institut du végétal, Terres Inovia et Unilet 2016

Les cultures intermédiaires peuvent être intégrées directement dans la culture principale qui aurait été binée afin de gagner du temps lors de leur implantation. Cette technique permet également de couvrir le sol et de prendre la place des adventices.



Semis de 10kg/ha de trèfle d'Alexandrie sous couvert de maïs après le dernier binage au stade 6

Crédit : Alain Lecat, Chambre d'agriculture de la Somme.

## ITINÉRAIRE TECHNIQUE ET PRATIQUES CULTURALES À LA PARCELLE

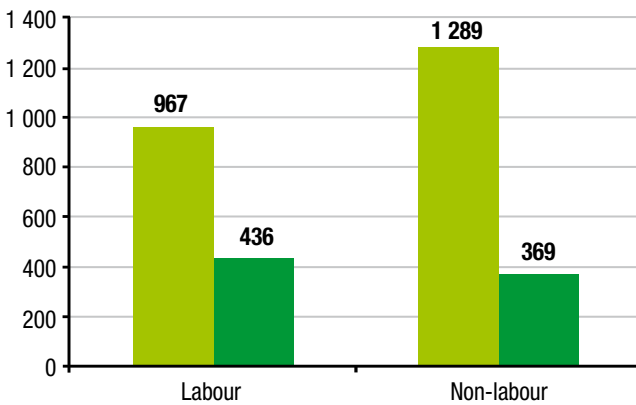
### BONNE IMPLANTATION DE LA CULTURE

#### 📌 Décalage de la date de semis

Le retard de la date de semis permet d'avoir une levée de la culture en décalé par rapport à la levée des adventices. Cependant, il est important de ne pas trop décaler la date de semis car les conditions climatiques humides en automne peuvent nuire à la bonne conduite du semis de la culture (et le cycle de la culture suivant la variété choisie).

**Exemple :** le vulpin a une période de germination relativement regroupée qui s'étend d'octobre à avril.

Densité de vulpin/m<sup>2</sup>



■ Semis précoce ■ Semis tardif

Arvalis Institut du végétal 2015

### ▲ Densité et écartement de semis

La densité et l'écartement du semis doivent être réfléchis par rapport au désherbage mécanique. En effet, différents outils peuvent détruire certains pieds ce qui induit une augmentation de la densité de semis.

La mise en place du binage devient effective à partir de 15 à 17 cm d'écartement grâce au système d'interface avec caméra ou RTK.



**Précaution :**

L'écartement ne doit pas dépasser 34 cm en céréales sous peine de pertes de rendement.

### Effet de l'écartement des lignes du semis du blé sur la densité d'adventices

Type d'adventice	Écartement lignes	
	8 cm	35 cm
	Densité de semis	
	(450 gr/m <sup>2</sup> )	(400gr/m <sup>2</sup> )
Pâturin annuel (plante/m <sup>2</sup> )	0	18
Ray-grass (plante/m <sup>2</sup> )	0	8
Panic p. De c. (plante/m <sup>2</sup> )	0	7
Renouée des ois. (plante/m <sup>2</sup> )	8	5
Stellaire interm. (plante/m <sup>2</sup> )	6	21
Chénop. Blanc (plante/m <sup>2</sup> )	5	10

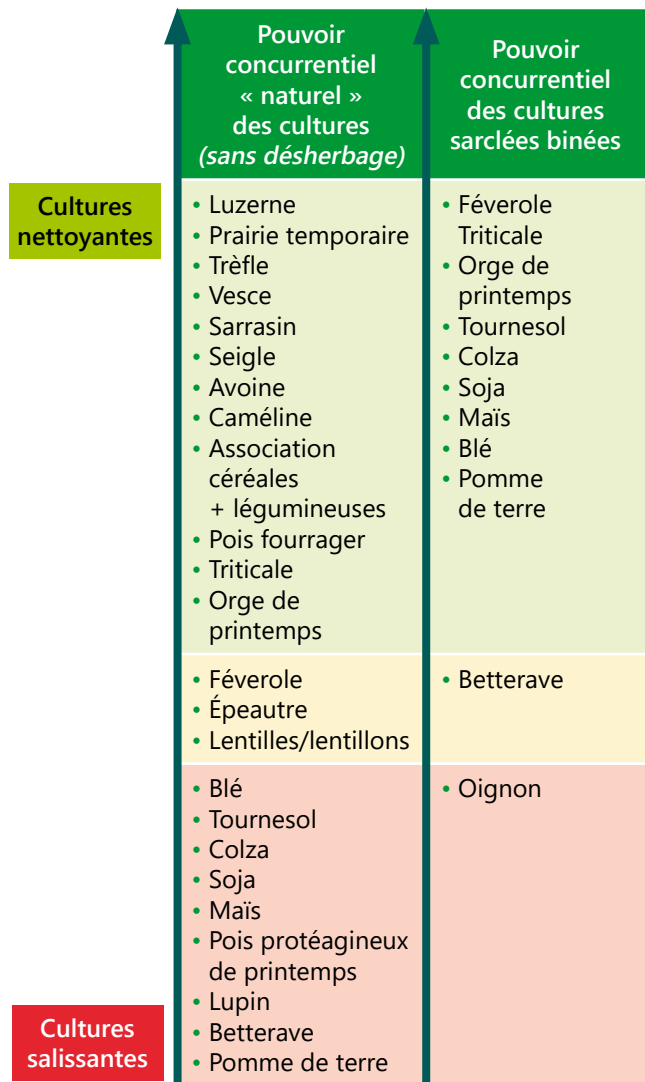
D'après un essai ITCF-92-93

### ▲ Espèces et variétés concurrentielles

Les espèces et variétés choisies doivent avoir une bonne germination, une croissance rapide, ainsi qu'un fort pouvoir couvrant (hauteur et port étalé) pour être

compétitives vis-à-vis des adventices.

Classement des cultures selon leur pouvoir de compétition vis-à-vis des adventices (avec ou sans binage)



Référence Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne et Chambre d'agriculture de la Somme, à adapter pour d'autres régions



**Préconisation :**

Faire jouer le pouvoir concurrentiel de la culture via une implantation de couvert, la date de semis ou bien encore la densité de semis est particulièrement efficace sur les espèces d'adventices vivaces.

### ▲ Raisonnement de la fertilisation azotée

Il est important d'avoir une situation azotée qui permette le bon développement de la culture. Les apports de printemps sont favorables au développement des adventices.

Se référer au chapitre Gestion de la fertilité des sols – fertilisation p. 26.

## GESTION CURATIVE

### ATOUTS ET CONDITIONS DE RÉUSSITE DU DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE

Un bon désherbage va dépendre des conditions pédo-climatiques, mais aussi des stades de développement de la culture et des adventices.

Les principaux facteurs de réussite sont :

- préparer le sol : sol plat et régulier, sans cailloux ni mottes ;
- réaliser un ou plusieurs faux-semis en amont ;
- favoriser une levée rapide et homogène de la culture pour augmenter son pouvoir concurrentiel ;
- ajuster la profondeur de semis pour la herse étrille et la houe rotative. Si on prévoit des passages à l'aveugle, il faut semer plus profond, permettant par la suite de pouvoir désherber jusqu'au stade 1 ou 2 feuilles ;
- accroître la densité de semis pour anticiper les pertes (+10 %) ;
- intervenir en conditions optimales (cf ci-dessous).



#### Pour aller plus loin :

Les résultats du projet TANDEM (Transfert Adapté Novateur en Désherbage Mécanique) notamment construit par la Chambre régionale d'agriculture Nouvelle-Aquitaine sont disponibles sur le site :

<https://agriconnaissances.fr/desherbage-mecanique/>

### Conditions pédo-climatiques

Efficacité des trois principaux outils de désherbage mécanique en fonction de l'humidité du sol

Niveau d'humidité du sol	Herse étrille	Houe rotative	Bineuse
Collant	■	■	■
Non adhérent	■	■	■
Frais	■	■	■
Ressuyé	■	■	■
Sec	■	■	■

Efficacité des trois principaux outils de désherbage mécanique en fonction du type de sol

Type de sol	Herse étrille	Houe rotative	Bineuse
Petites terres à cailloux	■	■	■
Sols argileux	■	■	■
Limons battants hydromorphes	■	■	■
Argilo-limoneux à silex	■	■	■
Limons/terres blanches	■	■	■
Sols de vallées/sables	■	■	■

- Efficacité bonne ou passage possible
- Efficacité moyenne à acceptable
- Efficacité moyenne à faible ou passage envisageable
- Efficacité insuffisante ou passage impossible

Du vent et du soleil sont les conditions météo idéales quelques heures après le passage des outils pour favoriser le dessèchement des adventices.

### Les possibilités de désherbage mécanique selon les conditions climatiques

Conditions climatiques après intervention	Possibilité de désherbage mécanique	
	Culture d'hiver	Culture de printemps
Périodes de gels dans les 2 à 3 jours suivant l'intervention	Éviter le désherbage mécanique	Pas de gel en principe sur culture de printemps
Conditions peu poussantes avec de faibles températures	Le désherbage est possible mais éviter de recouvrir la culture	
Risque de forte pluie après intervention sur les sols limoneux battants		
Conditions poussantes avec des températures douces, sans risque de gel	Un désherbage mécanique est possible. Le buttage du rang sera sans conséquence pour les espèces peu sensibles au recouvrement.	Possible
Conditions desséchantes (vent, températures positives, absence de précipitation)	Le désherbage est possible mais veiller à maintenir un bon contact entre le sol et les graines ou racines de la culture	

## Stades de développement

L'efficacité du désherbage est meilleure quand les adventices sont peu développées. Quel que soit l'outil utilisé, les vivaces sont très difficilement contrôlables par l'utilisation unique de ce levier.

### Efficacité des principaux outils de désherbage en fonction du stade des adventices

Outil	Fil Blanc	Cotylédons	1 Feuille	2 Feuilles	3 Feuilles	> 3 Feuilles
Herse étrille et roto-étrille	Très efficace			Moyennement efficace		Pas efficace
Houe rotative	Très efficace			Moyennement efficace		Pas efficace
Bineuse	Très efficace					Moyennement efficace

## LES OUTILS DE DÉSHERBAGE MÉCANIQUE

### Herse étrille

#### Principe de fonctionnement

La herse étrille fonctionne par arrachement et recouvrement des plantules d'adventices, grâce au frottement et à la vibration des dents sur le sol. Elle travaille sur les 2 à 3 premiers cm du sol et nécessite une surface plane sans grosses mottes pour travailler correctement.

On retrouve deux types de herse étrille :

- **Herse étrille à dents vibrantes fixées (cages indépendantes)** : ce type de herse historique peut être équipée de vérins hydrauliques qui permettent de régler la pression mise sur les cages en une seule fois. L'efficacité de la herse passe par un terrain bien nivelé. Le recouvrement de la culture par les dents de herse peut être important. Son prix d'achat est inférieur aux herse à ressort.
- **Herse étrille à dents indépendantes reliées à un ressort à pression réglable** via un câble avec une action piquante (simulation d'un marteau piqueur). La dent indépendante maintenue au sol par la pression d'un ressort permet un meilleur travail de la dent quel que soit le nivellement du sol. Les réglages de pression sur les dents sont plus nombreux et plus fins. Elle permet des désherbages à des stades plus précoces de la culture. La dent, de par son effet extirpant, passe sous la végétation et limite le recouvrement de la culture.

#### Réglages

- 1°) Le réglage du 3<sup>ème</sup> point permet de positionner la herse étrille à l'horizontale. Il est important de le réaliser sur une surface plane.
- 2°) Les roues de terrage permettent de régler la profondeur de travail des dents de herse étrille. On évite de faire travailler trop profondément les dents afin de ne pas occasionner de nouvelles levées.
- 3°) Le réglage de l'inclinaison des dents permet de sélectionner l'agressivité avec laquelle on veut travailler. Plus les dents sont inclinées à la verticale, plus elles sont agressives.
- 4°) La vitesse d'avancement est le dernier paramètre qui permet d'influer sur l'agressivité de l'outil. Plus la vitesse d'avancement sera importante, plus l'agressivité sera forte.



Démonstration de herse étrille.

Crédit : Chauvel P./Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire



#### Pour aller plus loin :

Pour les réglages d'outils, vous pouvez consulter les vidéos réalisées par les Chambres d'agriculture sur Youtube.

Par exemple, retrouvez une présentation sur la roto-herse :

<https://www.youtube.com/watch?v=Y-f0cCGyAl8>.

#### Choix du diamètre des dents

Diamètre des dents	Cultures adaptées
6 mm	Cultures fragiles
7 mm	Meilleur compromis pour grandes cultures
8 mm	Prairies et sols durs

La herse étrille est composée de cadres sur lesquels sont fixés des dents flexibles coudées. Pour une même inclinaison et une même pression, les dents vibrent d'autant plus que la vitesse d'avancement est élevée. Plus les dents de la herse étrille vibrent, plus leur effet est important.

## Stade des cultures

Une fois la culture levée, elle doit avoir plus de deux feuilles (cas des céréales) avec les herse à câble pour accepter la herse étrille sans dommages.

Lors d'un passage de herse étrille sur une culture de printemps, il faut favoriser des températures chaudes qui rendent les plantes plus souples. On évitera le matin car les plantes sont plus turgescents donc plus fragiles et cassantes. En effet, plus il fait chaud, plus les plantes sont souples.

### Efficacité de la herse étrille selon le stade des cultures

Stade de la culture	Prélevée	Pointant ou crosse	1-2 feuilles	2-3 feuilles	3 feuilles et plus
Herse étrille	Vitesse adaptée	Possible sur céréales, pois et maïs. Vitesse très faible.	Passage déconseillé*	Agressivité et vitesse faibles. Pertes assez importantes (> 10 %)	Bonne sélectivité

\*Possible à vitesse réduite sur soja et tournesol, Terres Inovia 2023

■ Adapté ou possible    ■ Moyennement adapté    ■ Peu adapté ou impossible

Chambre d'agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016

## 🚧 Houe rotative

### Principe de fonctionnement

La houe rotative détruit les adventices au stade fil blanc à cotylédons en les extrayant du sol à la manière d'une poule qui picore. À l'instar des herse étrilles, la houe désherbe en plein : toute la surface du sol est travaillée. La houe peut aussi participer à casser les croutes de battance.

### Réglages

- 1°) Réglage du 3<sup>ème</sup> point pour l'horizontalité de l'outil. Une pression peut être exercée sur l'outil pour qu'il pénètre davantage en sol refermé et dur. Certaines versions de houe proposent en option des vérins hydrauliques pour régler cette pression depuis la cabine du tracteur.
- 2°) Réglage des roues de jauge pour parfaire le terrage de l'outil, notamment sur préparation souple de sol au printemps.
- 3°) La vitesse d'avancement : la houe est faite pour rouler vite car c'est en partie la projection des adventices qui fait l'efficacité du désherbage. Les vitesses varient de 8 à 16 km/h.



Crédit : R. Moreau, Chambre d'agriculture de l'Indre

Houe rotative

## Stade des cultures

### Efficacité de la houe rotative selon le stade des cultures

Stade de la culture	Prélevée (à l'aveugle)	Pointant ou crosse	1-2 feuilles	2-3 feuilles	3 feuilles et plus
Houe rotative		Possible sur céréales, pois et maïs	Possible*	Limiter l'agressivité par une faible vitesse d'avancement	Augmenter la vitesse pour mieux désherber

\*Possible à vitesse réduite sur soja et tournesol, Terres Inovia 2023

■ Adapté ou possible    ■ Moyennement adapté    ■ Déconseillé

Chambre d'agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016 et Chambre d'agriculture du Gers 2023

## Bineuse

### Principe de fonctionnement

Les socs de la bineuse déchaussent ou coupent les racines des adventices situées sur l'inter-rang et peuvent partiellement enfouir les adventices sur le rang.

La précision de la bineuse va dépendre de son système de guidage, qui pourra ensuite permettre de travailler à des écartements plus ou moins grands (17,5 à 50 cm).

La précision de la bineuse va dépendre de son système de guidage. Les systèmes d'interface guidés à caméra sont majoritaires. Il existe des systèmes guidés par RTK sur l'interface qui rendent le binage plus indépendant des conditions de milieu, d'enherbement et encore plus précis.

En système légumier de plein champ, la combinaison de deux systèmes de guidage sur tracteur et sur bineuse apporte une précision centimétrique proche du rang.

### Réglages

L'agressivité de la bineuse dépend de la rigidité des dents sur lesquelles sont fixées les socs ainsi que de l'angle de pénétration du soc. S'il est faible, le soc a tendance à effectuer un travail de sectionnement de surface, s'il est élevé, le travail du sol est plus profond. Les dents rigides augmentent la pénétration dans le sol.

### Stades des cultures

Le binage intervient à des stades tardifs de la culture.

Cultures	Levée/ cotylédons	1 feuille/ crosse	2-3 feuilles	4 feuilles/ tallage	6 feuilles/ épis 1 cm	8-10 feuilles	Fermeture du rang
Possibilités de passage de la bineuse			*				

\* Attention à ne pas recouvrir la culture (utilisation de protèges-plants recommandée).

■ Adapté ■ Déconseillé ■ Impossible

Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne 2012 et Chambre d'agriculture du Gers 2023

## La roto-étrille

Les roto-étrilles se composent de dents droites moulées dans un disque en polyuréthane. Les éléments travaillent le sol avec un angle de 30° réglable selon les marques. Cet outil permet de réaliser des passages sans « trainer » les résidus de culture.

Bien que considérée comme plus agressive sur la culture que la houe ou la herse-étrille, c'est un outil complémentaire qui peut désherber des stades plus développés d'adventices (déchaussement et arrachement) comme des talles de graminées (ex. Ray-grass).



Roto-étrille



Crédit : Chambre d'agriculture du Gers



Crédit : Chambre d'agriculture du Gers

Bineuse

## LES AUTRES MOYENS CURATIFS

### Désherbage thermique

Le désherbage thermique est une méthode de destruction des adventices par la chaleur. Cette méthode est spécifique à quelques cultures. Ces adventices ne sont pas « brûlées » mais détruites par choc thermique.

L'inconvénient de cette méthode est son coût élevé, mais aussi le fait qu'elle ne détruit pas les racines. Elle convient donc difficilement aux plantes à port rampant, aux pérennes ou aux vivaces. Le choix de la stratégie d'intervention repose sur la sensibilité des adventices, et donc de l'espèce, et de son stade de croissance. Plus les adventices sont jeunes, plus elles y sont sensibles. En revanche, certaines graminées sont thermo-résistantes.

Les appareils utilisés sont à flamme directe en plein, en localisé sur le rang ou sous flamme indirecte dans le cadre d'un four qui maintient la chaleur par rayonnement.



#### Précaution :

Il faut être vigilant et ne pas utiliser cette méthode en conditions sèches au risque de déclencher des incendies.

### Écimage

Avec l'écimage, on exploite la différence de hauteur entre la culture et les adventices afin de sectionner les inflorescences de ces dernières et ainsi de limiter la production de graines. L'écimage est possible lorsque la différence de hauteur entre l'adventice et la culture est de l'ordre de 15 à 20 cm.

L'écimeuse en elle-même n'occasionne aucun dégât sur la culture. En revanche, compte tenu des stades tardifs d'intervention, les passages de roues peuvent détruire une partie de la parcelle. Pour cela, il est recommandé d'aménager des passages de roues au semis lorsque l'on pratique l'écimage sur l'exploitation.



Écimeuse

### Fauchage andainage

Cette technique permet d'homogénéiser, de regrouper et d'avancer la maturité des plantes, de supprimer la végétation d'adventices vertes au battage et de limiter les impuretés afin de récolter aux normes.

Très utilisée en sarrasin et en lin, cette opération est essentielle en culture à récolte fragile salie (colza, pois chiche et soja).



Faucheuse

### Robotique

La robotisation agricole devient de plus en plus concrète sur le terrain avec l'avènement des robots semeur et désherbeur. Le robot est 100 % autonome du semis jusqu'au désherbage grâce à l'intelligence artificielle et les systèmes de géolocalisation au champ.

#### Principe de fonctionnement

Dès le semis, une graine = une coordonnées GPS. Ensuite le robot revient sur ses traces pour biner le rang et l'interrang.

La prise en main de ces robots demande un certain apprentissage du logiciel et des parcelles plutôt de forme simple (carré ou rectangulaire). Pour l'instant, le robot est utilisable sur des plantes isolées et placées ou par poquet nécessitant un écartement minimum entre plantes de 13 cm environ selon les modèles.

L'avantage de ces robots est de pouvoir commencer les désherbages dès le semis. Le robot ne fait pas tout car du fait du temps d'escamotage de la lame autour de la plante, une zone n'est pas désherbée. Un désherbage de rattrapage s'avère nécessaire malgré tout. Le gain de temps de désherbage sur le rang et en interrang est important et permet des gains économiques conséquents.

### Désherbage manuel

Le désherbage manuel n'est pas systématique, mais il est parfois nécessaire pour certaines adventices bien particulières, sur des ronds de vivaces comme le chardon mais aussi des adventices réputées pour leur pouvoir concurrentiel comme l'ambroisie, le xanthium ou encore le pâturin. La morelle noire est toxique et peut donc nuire à la qualité de la production. En céréales, en moyenne, cela représente 3 à 6 h de travail par hectare.



#### À savoir :

Dans le cas de système céréales-légumes de plein champ, les heures de désherbage peuvent être importantes. Il existe des systèmes d'accompagnement comme les lits de désherbage (beaucoup utilisés en légumes de plein champ ou maraîchage) appelés « Bed weeder ».



**BILAN DES PILIERS DU DÉSHÉRBAGE****ROTATION**

- Rotation longue, la plus diversifiée possible
- Nombre de familles/cultures différentes
  - Alternance hiver/printemps
- Cultures nettoyantes/étouffantes
- Limiter les cultures salissantes

**TRAVAIL DU SOL  
ET GESTION DE L'INTERCULTURE**

- Labour pour enfouir les graines
  - Déchaumage
  - Faux-semis
- Couverts végétaux

**PRATIQUES CULTURALES**

- Choix de la variété
- Ecartement des lignes
- Densité de semis
- Date de semis

**DESHÉRBAGE MÉCANIQUE**

- Houe rotative
- Herse étrille
  - Bineuse
- Autres moyens

# Gestion de la fertilité des sols - Fertilisation



En agriculture biologique, les sources de nutriments pour la plante sont essentiellement d'origine organique, qu'elles soient issues des matières organiques du sol (fertilité du sol), ou d'apports extérieurs (engrais et amendements). Pour être assimilables par la plante, ces matières organiques doivent passer par une phase de minéralisation dans le sol. En AB, fertiliser, c'est donc faire fonctionner le sol pour nourrir la plante.

## FAVORISER L'ACTIVITÉ DU SOL

### FERTILITÉ DU SOL

La fertilité des sols fait référence à trois piliers : la fertilité chimique, la fertilité physique et la fertilité biologique.

#### FERTILITÉ PHYSIQUE

##### Favoriser

- La croissance des plantes
- La prospection racinaire
- Le stockage de la matière organique
- La circulation de l'air et de l'eau

#### FERTILITÉ CHIMIQUE

##### Favoriser

- Une disponibilité élevée en minéraux et un contexte chimique favorable (pH)

#### FERTILITÉ BIOLOGIQUE

##### Favoriser

- Une vie du sol abondante, diversifiée et active



**UN CARBURANT COMMUN  
LES MATIÈRES ORGANIQUES**

### FERTILITÉ BIOLOGIQUE

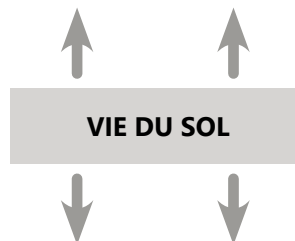
Les fonctions biologiques des sols sont importantes et à ne pas négliger. Les services rendus par la vie microbologique des sols sont essentiels et particulièrement au cœur des systèmes en agriculture biologique.

#### RECYCLAGE DES NUTRIMENTS

- Capture
- Dynamique
- Biodisponibilité N et P

#### TRANSFORMATION DU CARBONE

- Décomposition
- Dynamique de la MO



#### MAINTIENANCE DE LA STRUCTURE DU SOL

- Rétention en eau
- Érosion
- Fourniture d'habitats

#### RÉGULATION DES POPULATIONS

- Contrôle des bioagresseurs

*D'après Blanchart et al.*



### INTÉRÊTS D'UNE BONNE FERTILITÉ BIOLOGIQUE DES SOLS

- Diminution des intrants.
- Lutte contre l'érosion.
- Diminution du tassement.
- Stabilité de la structure du sol.
- Décontamination des eaux et des sols.

**Pour aller plus loin :**

Afin d'évaluer la fertilité biologique des sols, d'établir de rapides diagnostics de l'état des sols et des indicateurs de la fertilité biologique, retrouvez le guide récapitulatif « Fertilité biologique des sols » publié en 2021 par la Chambre d'agriculture des Hauts-de-France :

<https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/ressources/documents/le-document-en-detail/actualites/fertile-biologique-des-sols/>.

**Que sont les mycorhizes ?**

Les mycorhizes sont des associations symbiotiques avec pénétration du mycélium fongique dans les racines. La mycorhization concerne 95 % des végétaux. Le principe est double :

- la plante fournit les composés carbonés (jusqu'à 30 % des sucres produits par la photosynthèse) ;
- le champignon mycorhizien fournit l'eau et les éléments minéraux à la plante. Les champignons explorent un volume de sol au moins 40 fois supérieur à celui des racines.

**BÉNÉFICES DES MYCORHIZES POUR LA PLANTE ET LE SOL**

- Efficacité de l'utilisation des ressources minérales (azote principalement mais aussi fertilisation phosphorée optimisée avec la capacité des champignons mycorhiziens à favoriser la forme assimilable du phosphore pour les plantes) et de l'eau.
- Amélioration de la tolérance aux agents pathogènes racinaires (nématodes, fusariose,...) et aériens : défenses naturelles des plantes stimulées par la symbiose.
- Résistance aux stress environnementaux (sécheresse et salinité) et tolérance aux métaux lourds (cadmium).

**Préconisation :****Modalités et pratiques favorisant les mycorhizes**

- Présence de légumineuses (symbiose mycorhizienne et association avec les bactéries du genre *Rhizobium* sont indissociables) dans la rotation et/ou en couverts végétaux.
- Une couverture du sol permanente est préférable (3 semaines de sol nu entraînent une perte de 30 % de la diversité des champignons mycorhiziens).
- Pratiques de techniques culturales sans labour (le labour détruit les réseaux mycéliens et le réseau se reconstruit à hauteur d'1 cm/mois environ).
- pH optimal se situe entre 5 et 7.

**Précaution :**

Certaines espèces ne sont pas favorables à la mycorhization (Brassicacées et Chénopodiacées). Ce ne sont pas des espèces mycorrhizotrophes. Des différences de potentiel de mycorhization existent (les légumineuses ont le potentiel le plus élevé).

**Pour aller plus loin :**

Pour en savoir plus sur les mycorhizes, le projet MycoAgra (Intérêt de la MYCORhization dans les pratiques AGRicoles et d'Agroforesterie), développé par la Chambre d'agriculture de Dordogne, a pour objectif de promouvoir l'intérêt des symbioses mycorhiziennes dans les pratiques agricoles :

<https://mycoagra.com>

Vous pouvez également retrouver des ressources sur le site de la Chambre d'agriculture de Dordogne et sur leur chaîne Youtube avec des vidéos dans le cadre du projet MycoAgra : « Comment observer facilement des endomycorhizes ? »

[https://www.youtube.com/watch?v=IQ\\_AEu11wQg](https://www.youtube.com/watch?v=IQ_AEu11wQg)

**MINÉRALISATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE**

La phase de minéralisation est cruciale afin de rendre la matière organique assimilable par les plantes.

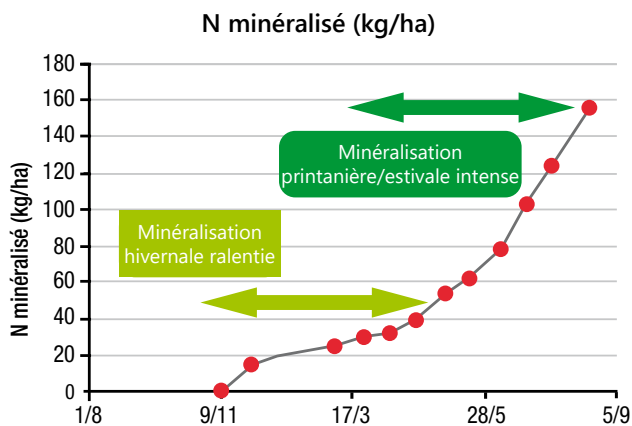
**La vitesse de minéralisation et le volume minéralisé dépendent de différents paramètres :**

- **l'état organique du sol** : il est important d'apporter de la « nourriture » aux microorganismes (fertilité biologique), via le choix des cultures, la restitution des résidus de culture, la mise en place de couverts d'interculture et/ou par des apports complémentaires de matière organique (ex. effluents d'élevage).

**À savoir :**

Plus les amendements organiques du sol sont réguliers, plus le sol aura la capacité de les minéraliser rapidement. La vitesse de minéralisation dépendra ensuite du type de sol et du type d'amendement.

- **l'état physique du sol** : plus la structure du sol est bonne, notamment vis-à-vis de son aération, plus les micro-organismes pourront se développer.
- **les conditions climatiques** : une humidité correcte et des températures douces favorisent l'activité des microorganismes du sol.
- **le pH du sol.**



Arvalis Institut du végétal - Essai « Sol nu » de Templeux-la-Fosse (80) - 2004/2005

Selon la période de l'année où l'on réalisera les apports, ils seront plus ou moins efficaces car la vitesse de minéralisation sera différente. La minéralisation est plus intense au printemps qu'en été et on la considère négligeable en hiver.

## LES PRINCIPAUX LEVIERS POUR FAVORISER L'ACTIVITÉ DU SOL

Le raisonnement du système de culture (rotation et itinéraire technique) est la base d'une bonne gestion de la fertilité des sols.

Il existe différents leviers mobilisables comme le choix de rotations, la réduction du travail du sol ou bien encore l'apport de matières organiques (avec notamment les couverts végétaux).

Se référer au chapitre Couverts végétaux p.43.

### LA ROTATION

Il est important d'implanter des cultures de légumineuses, prélevant peu d'azote dans le sol pendant la culture et dont les résidus riches en azote alimentent le pool d'azote dans le sol pour les cultures suivantes.

Cette implantation peut se faire via l'association d'une céréale avec la légumineuse.

#### Alterner et associer les plantes à enracinement différent

Il existe trois types de systèmes racinaires :

- fasciculé ;
- pivotant ;
- traçant.

Alterner ces différents systèmes racinaires permet d'améliorer l'exploration du sol par les racines, et donc l'utilisation de l'eau et des éléments minéraux.



#### À savoir :

La particularité des légumineuses est la présence de nodosités sur leurs racines, qui résultent de la symbiose de la plante, avec des bactéries du genre *Rhizobium*. Cette bactérie va fixer l'azote de l'air pour le fournir à la légumineuse, en échange, la légumineuse fournit les autres nutriments. Ces nodosités sont opérationnelles 2 à 3 semaines après le semis. Elles prennent alors une couleur rose-pourpre.

Pour favoriser le développement des nodosités et leur fonctionnement il ne faut pas apporter de fertilisation azotée. Une forte disponibilité en azote dans le sol bloque sa fixation.

### Les couverts d'interculture

La mise en place d'engrais verts permet d'apporter ou de remobiliser des éléments nutritifs (ex. azote avec les légumineuses) et d'enrichir l'activité biologique.

Les couverts de type CIPAN (Cultures Intermédiaires Pièges à Nitrate) ont pour rôle de capter des éléments minéraux, qui pourraient être lixiviés, et de les restituer ultérieurement.

Il est important de prendre en compte l'alternance des cultures, leurs besoins en minéraux et l'effet de leurs résidus sur la fertilité des sols ainsi que leur exportation (ex. la luzerne est une légumineuse qui apporte de l'azote mais qui exporte de grandes quantités de phosphore et potassium).

### LE TRAVAIL DU SOL

Le travail du sol avec le passage d'outils en profondeur améliore la porosité du sol, décompacte les zones trop tassées et favorise ainsi la circulation de l'air, de l'eau, la pénétration des racines et la circulation des vers de terre. Les passages plus superficiels peuvent briser des croûtes de battance.

En l'absence de travail du sol, le cycle de l'azote peut être ralenti et décalé dans le temps surtout lors des premiers mois. Il peut y avoir une inadéquation entre la fourniture d'azote par le sol et les besoins de la culture. Pour combler ce déficit temporaire, des engrais azotés organiques rapides peuvent être apportés en localisé au semis.

Le travail du sol est également utilisé pour enfouir les résidus de culture et les engrais verts.

Cette gestion de la fertilité des sols à l'échelle de la rotation ne suffit pas toujours aux besoins de la culture. Il est donc parfois nécessaire de réaliser des apports ponctuels à l'échelle de la parcelle.

Lorsque l'on parle de ces différents apports, on se concentre ici sur la fertilité chimique.

Le travail du sol est étroitement lié à la fertilité des sols.

Se référer au chapitre Travail du sol p 36.

## LES SOURCES DE MATIÈRES ORGANIQUES

### ▲ Résidus de culture

Il faut limiter l'exportation de ces résidus. En effet, enfouir des résidus permet de limiter l'exportation des éléments minéraux. La restitution de ces éléments minéraux dépend de la vitesse de dégradation de ces résidus qui peut être plus ou moins lente (lignification).

### ▲ Différents types de produits organiques

#### Apports d'intrants pour les compléments

La teneur en C/N des produits organiques détermine leur vitesse de minéralisation (dégradation du composé dans le sol).

#### On distingue deux grands types de produits :

- **Les amendements organiques** (C/N élevé, > 8) : ce sont des produits à libération lente, apportés dans l'objectif d'améliorer la fertilisation à long terme la vie du sol.  
Exemples :
  - composts de fumier de bovins, de chevaux ;
  - composts de déchets verts.
- **Les engrais organiques** (C/N faible, < 8) : ce sont des produits dont l'azote se libère rapidement et apportés dans l'objectif de fertiliser les cultures.

Exemples :

- fientes de poules, fumier de volailles composté ;
- vinasses ;
- farines de plumes, de viande, d'os et soies du porc.



Crédit : J.B./Chambre d'agriculture du Jura

Compost de fumier de brebis



#### Pour aller plus loin :

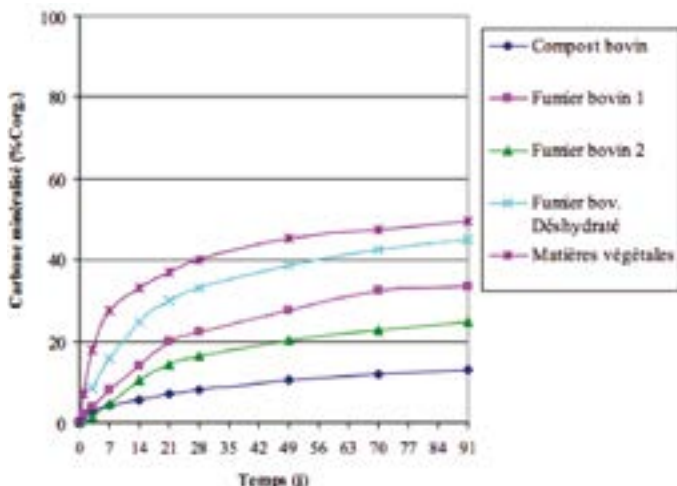
En agriculture biologique, les apports d'engrais et d'amendements organiques sont réglementés. Il est possible de retrouver ici la liste des intrants autorisés : <http://www.inao.gouv.fr/Les-signes-officiels-de-la-qualite-et-de-l-origine-SIQO/Agriculture-Biologique>.

	Nature du produit	C Total	N Total	N minéral (% N total)
		(g/100 g produit sec)		
Engrais organiques	Concentré de vinasse de betterave	26,8	4,19	5
	Dérivé de la production de levure	34,2	4,19	2,8
	Compost avicole et végétal	32,2	4,44	10,1
	Guano + farine de plume	17,7	3,78	8,7
	Soies de porc	48,8	14,33	1,8
Amendements organiques	Déchets verts + fientes	13,7	1,23	3,7
	Fumier de cheval	44,0	1,42	21,1
	Déchets verts+fumier de cheval	19,2	1,32	1,3
	Fumier de volailles composté	30,8	3,42	20,8
	Compost de fumier de cheval 4 semaines	39,3	1,65	7,9
	Fumier de cheval frais	42,4	1,35	49,6
	Fumier de cheval composté	34,4	1,92	4,2
	Compost de déchets verts + fientes	35,7	3,29	34,7
	Déchets verts + fumier de bovins	7,6	0,79	6,3
	Fumier + tourteaux compostés (Vegor 70)	39,5	2,84	9,2

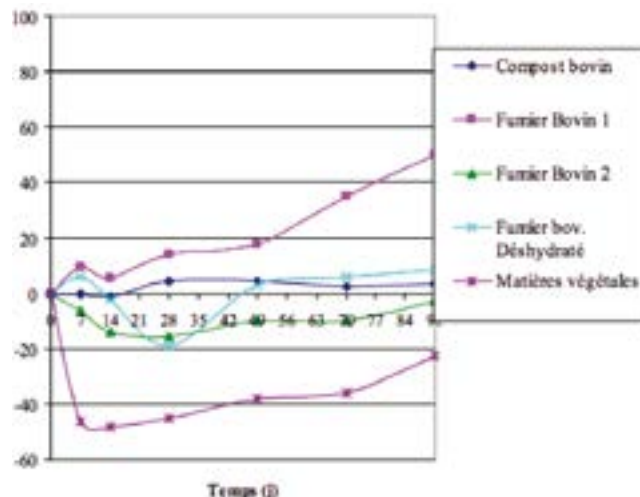
La vitesse de minéralisation de ces différents fertilisants va donc être différente.

ITAB, CIAB, et INRA 2007

Cinétiques de minéralisation du carbone de différents amendements organiques



Cinétiques de minéralisation de l'azote de différents amendements organiques

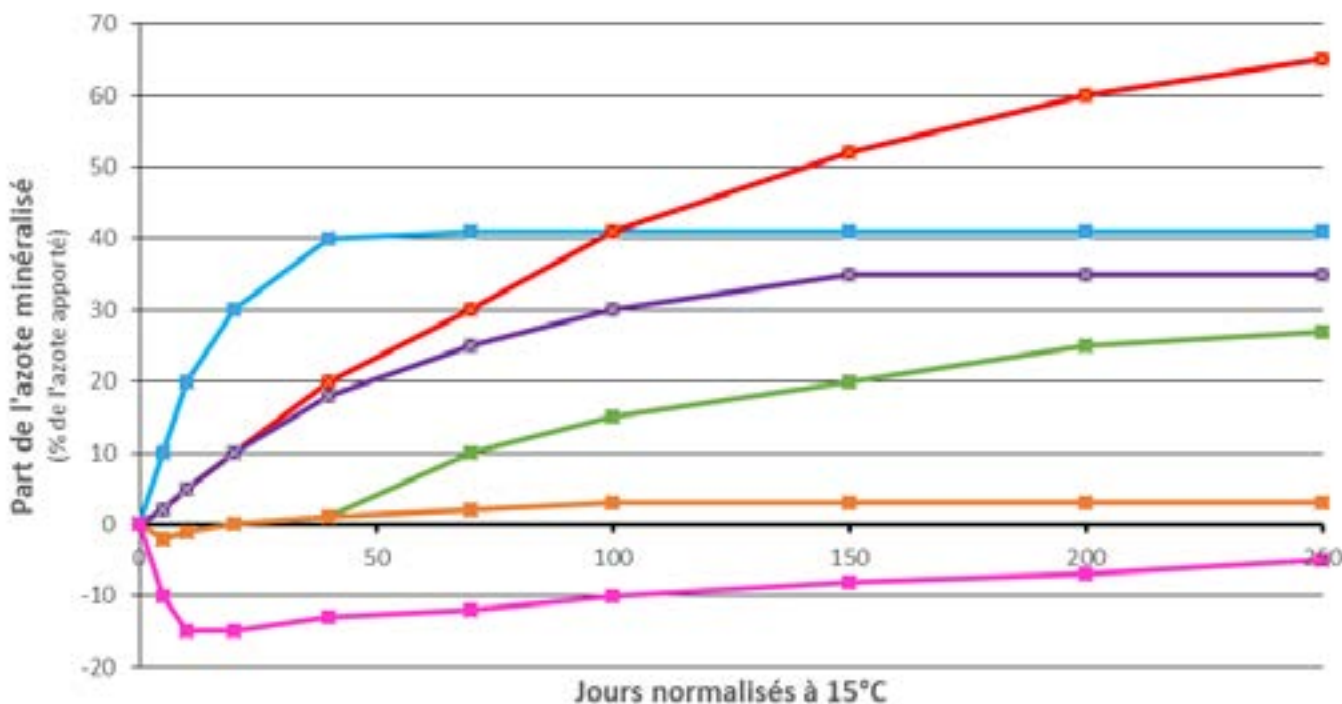


Charles Martin 2020, Salducci 2012 et Celesta-Lab

Les courbes de minéralisation de l'azote sont beaucoup plus variables. L'azote peut faire l'objet de phénomène d'immobilisation ou de réorganisation par les microorganismes.

Ainsi, l'azote est plus difficile à prédire et doit être apporté en quantité suffisante.

Minéralisation de l'azote



Classe 1 : fientes de volailles

Classe 2 : vinasses concentrées

Classe 3 : fumier de volailles

Classe 4 : fumier de bovins

Classe 5 : compost fumier de bovins

Classe 6 : compost (fumier de bovins pailleux, déchets verts)

Fertilisants organiques  
Minéralisation de 3 à 10 semaines/  
KeqN\* = 25 à 85 %

Comportement intermédiaire  
en fonction de leur teneur  
en paille/KeqN = 10 à 20 %

Amendements organiques  
Immobilisation potentielle de l'azote  
après application/KeqN = 0 à 20 %



Précaution :

En cas d'apports massifs : risque de dégradation des propriétés physiques et chimiques du sol.



Précaution :

Risque de « faim d'azote » si apporté tardivement.



Précaution :

À apporter sur prairies ou légumineuses.

\*KeqN = Coefficient d'équivalence d'engrais azotés

## LA GESTION DE L'AZOTE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

### LE CYCLE DE L'AZOTE : SOURCES ET PERTES

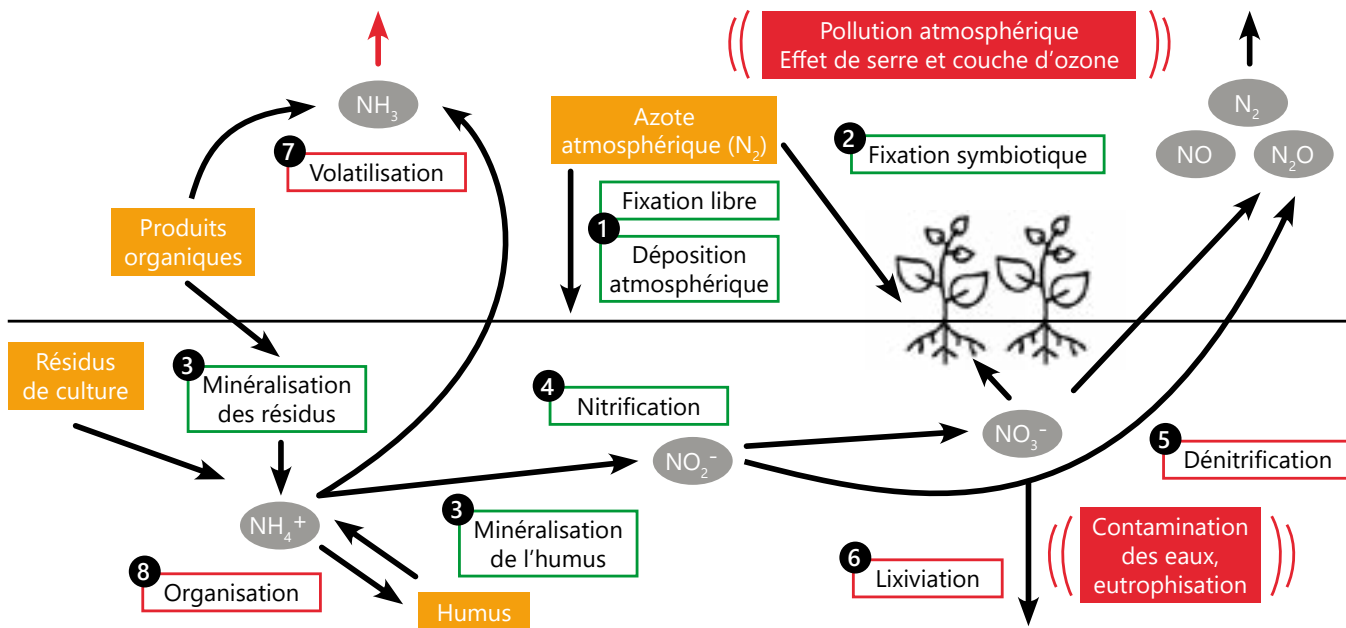
#### Sources d'azote

- Résidus de cultures.
- Fixation symbiotique des légumineuses.
- Apports extérieurs sous forme d'amendements ou d'engrais organiques.

#### Pertes d'azote minéral

- Pertes gazeuses : volatilisation et dénitrification.
- Lixiviation.

#### Cycle de l'azote



■ Sources d'azote disponibles □ Voies d'introduction □ Voies de pertes ■ Impacts environnementaux

Comifer 2013

### LES BESOINS EN AZOTE DES CULTURES

Toutes les cultures n'ont pas les mêmes besoins en azote, que ce soit en quantité totale ou en période où leurs besoins sont maximaux.

Comme indiqué précédemment, la minéralisation de l'azote est optimale sur la fin du printemps et au cours de

l'été. Ainsi, les cultures dont les besoins sont maximaux sur cette période-là (cultures d'été) profiteront plus facilement de l'azote organique (fourni par le sol ou par les apports) que les cultures dont les besoins sont plus précoces (céréales d'hiver et de printemps).

Culture	Objectifs de rendement (q/ha)	Besoins totaux (en kgN/ha)	Période de besoins max
Blé ou triticale	40	132	Épi 1 cm → floraison (mars à mai)
Orge d'hiver ou escourgeon	40	88	
Orge de printemps, seigle ou avoine	40	90	
Maïs	80	200	50 jours autour floraison (mi-juin/fin-juillet)
Tournesol	20	90	6 feuilles fin floraison Prélèvement dans les couches profondes du sol (enracinement)
Colza	20	140	Suivant absorption automnale

Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne 2016 et et Chambre d'agriculture du Gers 2023

## COMPLÉTER LES FOURNITURES D'AZOTE DU SOL PAR DES ENGRAIS ORGANIQUES

La méthode du Bilan, qui tient compte des fournitures d'azote du sol (reliquat sortie hiver, minéralisation du sol,...) et des besoins de la plante, permet de calculer la dose d'azote minéral à apporter pour atteindre un rendement objectif.

L'azote des produits organiques n'est pas disponible à 100 %. Pour être plus précis dans le calcul de la dose d'azote minéralisable, on pourra se référer au Coefficient Apparent d'Utilisation de l'azote (CAU) lorsqu'il est disponible (Référentiel de GREN) ou par des cinématiques de minéralisation des produits organiques.

En agriculture biologique, les apports n'étant pas réalisés sous forme minérale, il faut tenir compte des facteurs qui peuvent limiter la minéralisation des engrais organiques (climat, type de sol, état de la structure du sol,...) et également des facteurs qui peuvent limiter les quantités d'azote absorbables par la culture : concurrences des mauvaises herbes sur l'absorption de l'azote, peuplement trop faible, effet des bioagresseurs.



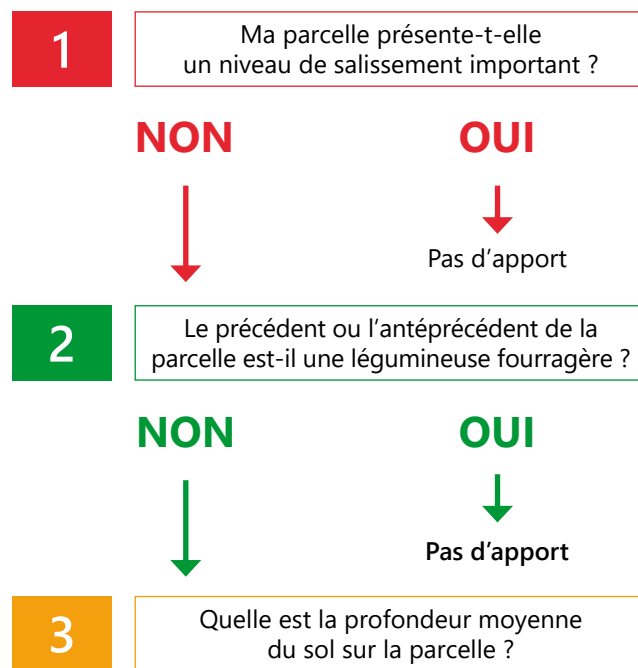
### À savoir :

La Directive Nitrates et le cahier des charges de l'AB limitent la quantité d'azote organique, issu des effluents d'élevage seulement, que l'on peut épandre à 170 kg N/ha de SAU.

### Optimiser sa fertilisation azotée en AB, c'est...

- prendre soin de son sol (entretien, passage des outils au bon moment) et fournir du carburant pour une bonne activité ;
- fournir de l'azote au système avant tout par la rotation (légumineuses) tout en veillant à limiter les pertes ;
- raisonner ses apports en fonction de la culture et de la situation de la parcelle :
  - privilégier les apports sur les cultures les plus exigeantes et rémunératrices ;
  - les cultures d'été valorisent mieux les apports d'engrais organiques ;
  - un fort enherbement et/ou des problèmes de structure de sol limitent fortement l'efficacité des engrais organiques.

### Exemple : arbre de décision pour la fertilisation azotée d'un blé



Classes de profondeur	0 à 30 cm	30 à 60 cm	Plus de 60 cm
Dose de fertilisation efficace habituellement observée* (U)	50 à 70	60 à 100	60 à 100
Gain de rendement attendu (q/ha)	5 à 7	6 à 10	6 à 10

\* Valeurs définies dans le contexte de la Bourgogne.

Chambre d'agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016



## LA GESTION DU PHOSPHORE ET DU POTASSIUM EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

### LES SOURCES DE PHOSPHORE ET POTASSIUM

#### Les sources de phosphore

Les formes organiques du phosphore, contenues dans les effluents d'élevage ou les produits végétaux, sont les sources les plus utilisées, les plus accessibles et les plus adaptées à l'agriculture biologique.

Les formes les moins utilisées sont les phosphates naturels et les phosphates aluminocalciques en raison de leur coût et de leur faible biodisponibilité dans le sol pour les plantes.

Le phosphore est un élément qu'il ne faut pas négliger. Les légumineuses, source d'azote dans la rotation, sont très consommatrices en phosphore, source d'énergie permettant à la plante de fixer l'azote de l'air.

Une carence en phosphore peut entraîner une baisse significative de rendement et a, de plus, une influence négative sur la capacité des légumineuses à fixer l'azote.

Formes de phosphore utilisable en AB	Modalité d'utilisation	Origine
Les formes organiques du phosphore	Forme la plus efficace et la plus adaptée. Disponibles à hauteur de 75 à 85 % du P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total et utilisables sur tous types de sol.	Effluents d'élevage ou produits végétaux.
Les phosphates naturels	Très peu solubles. À réserver aux sols très acides (pH < 5) et privilégier des moutures fines. Déconseillés en sol neutre à basique.	Issu des mines de phosphates. Il ne subit aucun traitement à part un broyage qui permet de donner des moutures plus ou moins fines (phosphates naturels fins ou semi fins).
Les phosphates aluminocalciques (phosphal)	Solubilité inférieure aux formes minérales classiques. À apporter assez tôt avant le besoin des cultures. À privilégier sur les sols neutres à basiques (pH > 7,5)*. Déconseillés en sols acides.	Issu des mines de phosphates. Après extraction, il est calciné puis broyé.
Les scories de déphosphoration	Solubilité inférieure aux formes minérales classiques. À apporter assez tôt avant le besoin des cultures. À privilégier sur les sols neutres à acides (5 < pH < 7,5). Déconseillés en sols basiques ou à forte teneur en calcaire actif.	Certains minerais de fer : il est extrait du minéral à la chaux après avoir été oxydé. Cela donne des formes de phosphores solubles, riches en chaux et donc alcalinisantes.

\* Réglementairement, en agriculture biologique, cette forme de phosphore ne peut être apportée que sur les sols à pH > 7,5.

Chambre d'agriculture de Champagne-Ardenne 2016

#### Les sources de potassium

Formes de potassium utilisable en AB	Modalité d'utilisation	Origine
Les formes organiques de potasse	Utilisables sur tous types de sols et solubilité proche des 100 %.	Effluents d'élevage ou produits végétaux.
Sels bruts contenant du potassium de type kaïnite (chlorure de potassium + sulfate de magnésium)	Utilisables sur tous types de sols.	Mines de sels potassiques.
Sulfates de potassium pouvant contenir des sulfates de magnésium (Patenkali, Kalisop,...)	Utilisables sur tous types de sols.	Ils sont obtenus après réaction entre le chlorure de potassium issu du raffinage des sels bruts de potasse et la kieserite issue des mines.

Chambre d'agriculture de Champagne-Ardenne 2016

Il ne faut pas oublier que les produits organiques (engrais et amendements) sont les principales sources de phosphore et potassium dans les systèmes de grandes cultures en agriculture biologique. Les engrais organiques que l'on apporte pour la fertilisation azotée comportent également

du phosphore et du potassium, ce qui compense déjà une partie des exportations. Il est donc possible de choisir en amont son fertilisant azoté en fonction de sa composition en phosphore et potassium.

## LA PRISE EN COMPTE DES ANALYSES DE SOL



### Préconisation :

Il est conseillé de réaliser une analyse de sol tous les 5 ans, au même endroit de la parcelle.

### Stratégies de fertilisation en phosphore et potassium

Fonction des teneurs dans le sol et de l'exigence des cultures

Niveau de richesse du sol	Faible biodisponibilité	Biodisponibilité correcte	Biodisponibilité lente
	Teneur < T1*	T1 < teneur < T2*	Teneur > T2*
Stratégie de fertilisation	Apports > exportations	Apports = exportations	Apports < exportations
	La fertilisation des cultures les plus exigeantes est renforcée (multiplié par 1,2 à 1,5).  Sur les cultures peu exigeantes on compense les exportations.	Pour les cultures les plus exigeantes et uniquement en compensant leurs exports. Puis lorsque la teneur s'approche de T1 les apports doivent compenser globalement les exportations de la rotation, en continuant à privilégier leur positionnement avant les cultures les plus exigeantes.	Impasses
Evolution de la teneur du sol	La teneur du sol va s'élever progressivement.	La teneur du sol est stable.	La teneur du sol va diminuer progressivement.

\* Les valeurs T1 et T2 dépendent du type de sol, se référer aux références régionales.

Chambre d'agriculture d'Aisne-Oise-Somme 2016

## LES BESOINS DES CULTURES EN PHOSPHORE ET POTASSIUM

Les exportations en agriculture biologique sont toujours plus faibles qu'en conventionnel du fait que les rendements soient inférieurs.

### Exigences des cultures

Niveau d'exigence	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Elevé	Betterave, colza, luzerne, pomme de terre
Moyen	Blé dur, maïs ensilage, orge, pois, ray-grass, sorgho, blé sur blé
Faible	Avoine, blé tendre, maïs grain, soja, tournesol

Niveau d'exigence	K <sub>2</sub> O
Elevé	Betterave, pomme de terre
Moyen	Colza, luzerne, maïs ensilage, maïs grain, pois, ray-grass, soja, tournesol
Faible	Avoine, blé dur, sorgho, blé tendre, orge

Comifer et Chambre d'agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016

### Cas particulier de la luzerne



#### Précaution :

Il faut être vigilant avec les systèmes en luzerne, qui présentent des risques de carences importants en phosphore et potassium liés à l'exportation par la luzerne. Pour couvrir ses exportations en P et K, la luzerne peut être fertilisée.

La culture exige des réserves en phosphore et potassium, tout comme en calcium, en bore, en molybdène, en magnésium ou encore en manganèse.

#### Exportations par la luzerne

- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 10 kg/tMS
- K<sub>2</sub>O : 25 kg/tMS

D'après le CORPEN.

Pour un niveau de production de 5 tMS de luzerne/ha, il faut compter 50 kg de phosphore et 125 kg de potasse exportés.



#### Pour aller plus loin :

Vous pouvez consulter les teneurs en P, K, Mg des organes végétaux récoltés :  
<http://www.comifer.asso.fr/images/publications/livres/tablesexportgrillescomifer2009.pdf>

## AUTRES FORMES DE GESTION DIRECTE ET INDIRECTE DE LA FERTILITÉ

### Biostimulants

Les biostimulants sont à bien différencier des produits de biocontrôle et des SDN (Stimulateurs de Défenses Naturelles).

Les biostimulants agissent sur la nutrition des plantes et la tolérance aux stress abiotiques. Les deux autres catégories agissent sur les stress biotiques.

Selon le règlement européen 2019/1009 sur les Matières Fertilisantes et Supports de Culture (MFSC), les biostimulants sont des « produits qui stimulent les processus de nutrition des végétaux indépendamment des éléments nutritifs qu'ils contiennent ».

Leurs effets revendicables sont classés en 4 catégories :

- l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs ;
- la tolérance au stress abiotique ;
- les caractéristiques qualitatives ;
- la disponibilité des éléments nutritifs confinés dans le sol et la rhizosphère.

Les matières premières utilisées (seules ou en combinaison) sont de multiples natures : extraits d'algues, extraits de plantes, acides aminés ou dérivés de protéines animales, acides fulviques, acides humiques et microorganismes (rhizosphériques ou endophytes, c'est-à-dire qui pénètrent dans la plante).

Toutes présentent des effets potentiels divers qui vont dépendre du mode d'extraction, de la formulation du produit et du stade d'application ou bien encore des conditions environnementales et de l'état physiologique de la plante au moment de l'application. En conséquence, les effets sont variables dans le temps et dans l'espace.

Des essais ont été réalisés principalement sur blé d'hiver par les Chambres d'agriculture sur plusieurs de ces biostimulants, dans les trois catégories.

#### Bilan

- 12,8 % des essais présentent un effet significatif.
- 7 % ont eu un effet significatif sur les critères affectant le revenu (rendement ou taux de protéines).
- l'impact sur la résistance aux maladies a été testé 41 fois sans qu'aucun effet significatif n'ait été montré.

Chambre d'agriculture de Lorraine 2014

D'autres essais sur le blé ont été réalisés sans grand succès sur le rendement ou sur le taux de protéines du blé. Des analyses de la pertinence économique ont aussi été menées.



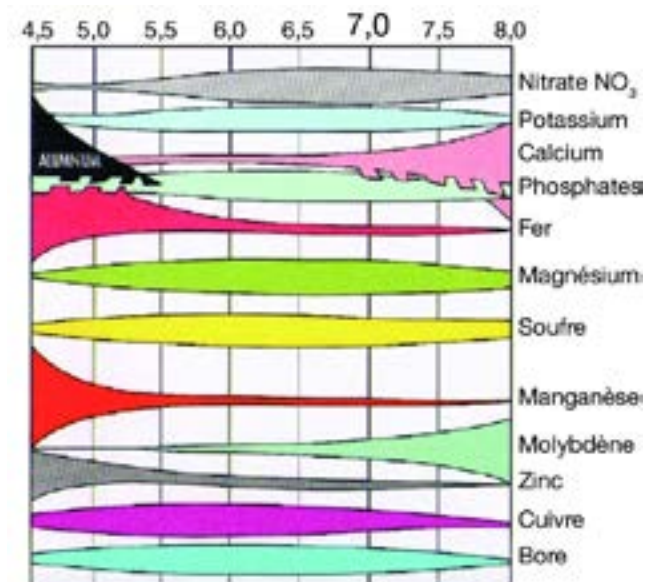
#### Précaution :

Le conseil donné par les Chambres d'agriculture reste de bien penser à la bande témoin afin de rester objectif dans l'analyse des résultats.

### Chaulage

Le principal rôle du chaulage est de contrôler l'acidification du sol et ses conséquences négatives sur la nutrition des plantes comme la réduction de la disponibilité en éléments minéraux. Il a également un rôle sur les propriétés du sol : structure, vie biologique et chimie. Enfin, il a un rôle nutritif pour les végétaux.

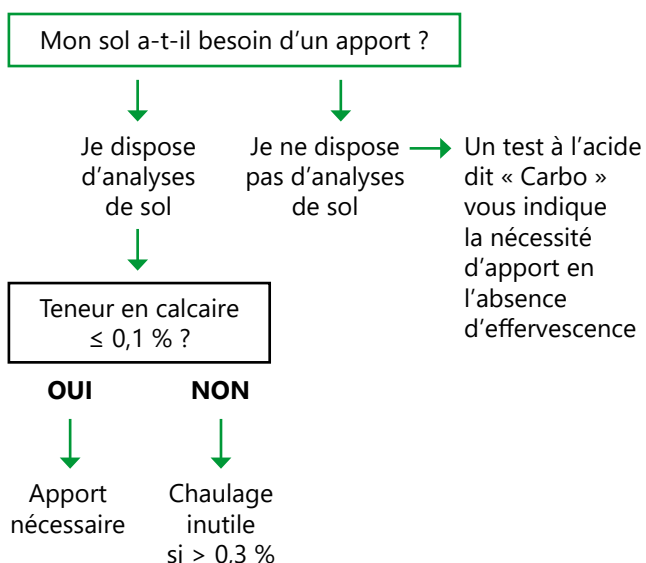
#### Disponibilité relative des éléments nutritifs des plantes en fonction du pH du sol



Truog 1948

Il ne diffère pas fondamentalement du chaulage en agriculture conventionnelle, mais tous les amendements ne peuvent pas être utilisés. Il y a en effet une interdiction d'utiliser de la chaux vive ou éteinte. Les produits autorisés sont : craie, marne, tuffeau, scories, coquilles d'œufs,...

#### Exemple de raisonnement d'apports d'amendements calcaires :



Chambre d'agriculture Ile-de-France 2019

# Travail du sol



Le travail du sol comprend toutes les mesures mécaniques qui servent à décompacter, aérer, retourner, émietter le sol ou le préparer à recevoir une nouvelle culture. Le labour est également un levier pour la gestion des adventices, l'enfouissement de la biomasse (ex. couverts d'interculture). Bien que les différents rôles joués par le labour en font un outil fréquemment employé en AB, il n'est pas à systématiser.

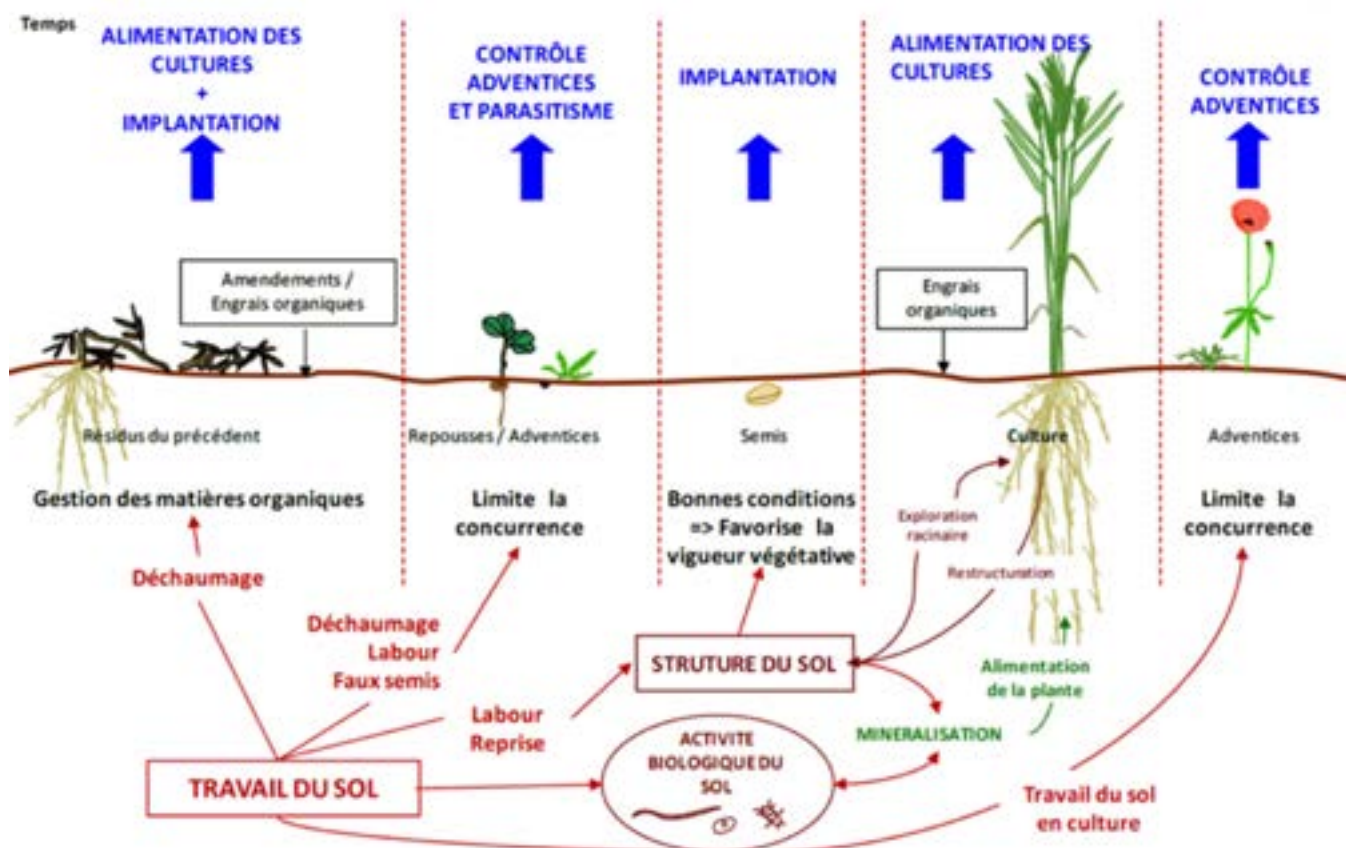
## LES PRINCIPES DE TRAVAIL DU SOL

Gérer son sol permet de favoriser son activité biologique et également de maintenir une bonne porosité.

Un ensemble de leviers peut être utilisé comme le raisonnement à l'échelle de la rotation, l'utilisation d'engrais verts ou d'amendements,... Le travail du sol participe également au contrôle des adventices, voire des ravageurs et des maladies.

Les principes fondamentaux en AB sont les suivants :

- ameublir le sol sans le retourner de façon systématique ;
- éviter le labour profond ;
- ne jamais enfouir de matières organiques fraîches, ni au fond du labour ;
- limiter le nombre de passages de matériels lourds ;
- travailler quand la structure du sol le permet.



## LE LABOUR

### Les rôles du labour :

- préparer le sol avant le semis ;
- contrôler le développement des adventices ;
- enfouir les cultures intermédiaires ;
- incorporer les amendements organiques ;
- augmenter la porosité du sol ;
- augmenter le stockage et la circulation de l'eau.

### LE LABOUR IDÉAL

- **Un labour dressé** : le labour doit être le plus dressé possible pour éviter de placer les résidus dans le fond de la raie.

Ce type de labour permet d'avoir un retournement dans lequel la bande de terre est plutôt rectangulaire et peu déformée. Il assure une meilleure pénétration de l'eau et de l'air. La formation d'une couche de matière organique au fond du sillon de labour est ainsi évitée.

- **Peu profond** : il est recommandé de ne pas dépasser les 20-25 cm et la vitesse doit être adaptée au type de sol.

### Conséquences d'un labour « mal fait » en sols fragiles



Sol hydromorphe à GLEY de zones humides



#### Précaution :

Certaines situations sont dites à risque comme un déchaumage profond en conditions limites d'humidité suivi d'un labour à plat à vitesse élevée, dans un sol fragile avec un hiver très pluvieux. Elles entraînent la formation d'un GLEY, c'est-à-dire une zone hydromorphe. Cette zone va devenir infranchissable pour les racines entraînant ainsi une diminution de la zone explorée par les racines et une augmentation de la sensibilité à la sécheresse.

## MATÉRIELS ET RÉGLAGES

Pour favoriser les labours dressés, il faut que sa profondeur soit entre 2/3 et 3/4 de l'espace entre socs.

Selon votre charrue, il faut donc respecter une profondeur minimum de labour : 14 pouces > 24-25 cm de profondeur.

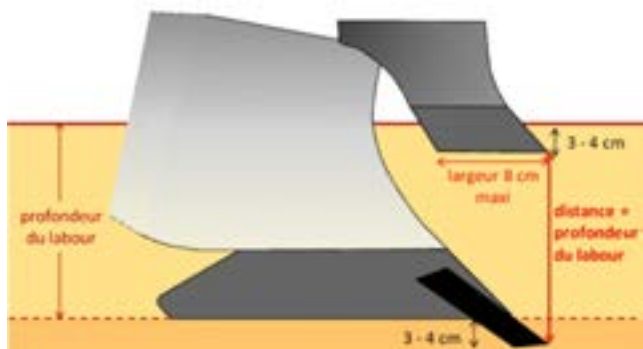
Afin de limiter le labour profond, les charrues de 16 et 18 pouces sont à proscrire en agriculture biologique.

### Régler la rasette

Les pailles doivent se retrouver sur le flanc du labour pour ne pas gêner le développement et le passage des racines.

### Utiliser une rasette la plus étroite possible :

- éviter des rasettes larges qui risquent d'envoyer trop de terre en fond de raie ;
- reculer la rasette le plus possible (sans que ça bourre) pour éviter de projeter les matières organiques dans le fond ;
- plus la vitesse d'avancement est élevée, plus il faut reculer la position de la rasette.



Chambre d'agriculture d'Île-de-France 2013



#### Préconisation :

La profondeur du labour n'est pas systématiquement la même. On peut distinguer le labour profond traditionnel vers les 30 cm et le labour dit agronomique plutôt à 18 cm. La profondeur de labour n'a pas systématiquement besoin d'être importante.

Le labour profond a un effet déterminant sur la teneur en carbone organique de la couche de sol concernée par l'analyse de terre. Par exemple, une terre labourée à 25 cm et qui contient 10 g/kg de matière organique, si elle est ensuite labourée à 35 cm, le taux de carbone organique va être de 7 g/kg. Il va y avoir un effet dilution.

À l'inverse, si l'on remonte en profondeur de labour, la concentration de matière organique va être plus élevée sur la partie superficielle. Le risque, dans ce cas-là, est de créer une semelle de labour.

## LABOUR OU NON-LABOUR ?

Le travail du sol, pour la plupart des agriculteurs, a pour objectif d'améliorer les qualités biologiques, structurales et chimiques des sols, ou encore d'implanter et de réussir ses cultures.

Depuis quelques années, des travaux sont menés pour trouver des moyens afin de réduire les coûts liés au travail du sol et maîtriser les impacts sur sa fertilité.

## NON-LABOUR OU TECHNIQUES CULTURALES SIMPLIFIÉES

### Quelles sont les pratiques du non-labour ?

#### • Le semis direct 2 à 5 cm

Cette technique est une démarche de simplification des pratiques très avancée. La préparation du sol et le semis sont réalisés en un seul passage avec un outil. Le travail du sol est limité au rang de semis et reste très superficiel (quelques cm). L'objectif est de réduire au maximum les perturbations verticales du sol et d'augmenter la couverture par les résidus.

Les outils les plus souvent utilisés sont des semoirs à disques, mais l'on observe depuis peu le développement de semoirs à dents. S'il y a une forte présence de résidus, les disques permettent d'éviter des bourrages mais ont tendance à plaquer les résidus au fond de la ligne de semis.



#### Précaution :

Pour pouvoir pratiquer le semis direct en AB, il faut être attentif à la gestion des adventices. Les pratiques de désherbage conseillées doivent être gérées par :

- une couverture du sol annuelle d'interculture (mise en place de couverts végétaux à biomasse importante) ;
- une couverture du sol semi permanente via les prairies temporaires à base de légumineuses.

La destruction se fait soit par roulage soit par destruction mécanique très superficielle à l'aide de scalpeur ou de fraise rotative.

#### • Le travail en bandes

Ce type de travail s'effectue sur 10 à 15 cm de largeur. Il désigne un travail du sol plus ou moins localisé sous la future ligne de semis (strip-till). Cette technique est utilisée sur les cultures qui se sèment avec un écartement important entre rangs. L'intérêt est de ne pas travailler le sol sur toute la surface tout en assurant un bon démarrage de la culture en travaillant le sol sous la ligne de semis.

#### • Le travail superficiel

De 5 à 15 cm de profondeur, il induit un mélange des résidus de culture dans le volume travaillé.

#### On distingue :

- le travail très superficiel à 5 cm qui permet de laisser plus de résidus en surface pour limiter l'érosion ;
- le travail superficiel à 10-15 cm qui ameublait davantage le sol et contribue à mieux incorporer les résidus.

La limite de 10 cm est assez arbitraire. Toutefois, elle a l'avantage de distinguer les techniques de non-labour qui font appel à une fissuration « profonde » du sol avant l'implantation de la culture, aux autres techniques qui concernent seulement l'horizon de surface pour préparer le lit de semences. Le non-labour superficiel est réalisé par des outils animés ou des déchaumeurs (ex. sem exact).

#### • Le travail profond 15 à 30 cm (décompactage, pseudo-labour,...)

Dans cet ensemble de pratiques, il est recommandé de réaliser au moins un passage d'outils à dents à plus de 15 cm pour fissurer le sol.

Selon l'aptitude des matériels à bouleverser plus ou moins la couche travaillée, on peut distinguer deux types de non-labour profond :

- le pseudo-labour qui brasse et mélange la couche travaillée et se réalise avec des outils comme les chisels, les cultivateurs lourds, la machine à bêcher, la charrue déchaumeuse,...
- le décompactage qui fissure sans brasser la terre et se réalise avec des décompacteurs à dents droites ou obliques.



#### À savoir :

**Sous-solage** : opération dont le but est de régénérer la structure des horizons de sol situés sous le fond de labour. Réalisée avec un outil à dents droites (sous-soleuse), cette fissuration poursuit deux buts principaux : améliorer la croissance en profondeur des racines et favoriser le drainage de l'eau en excès. La profondeur de travail varie de 50 à 85 cm.

**Décompactage** : technique de travail du sol profond, sans retournement qui se distingue du sous-solage par une profondeur de travail inférieure (qui ne dépasse pas le fond du labour). On peut réaliser un décompactage à l'aide d'outils non animés à dents (cultivateurs lourds) ou à disques (charrues à disques) et d'outils animés par la prise de force du tracteur (cultivateurs rotatifs à axe horizontal).

#### • Le déchaumage

Le déchaumage est une opération superficielle de travail du sol, qui consiste à arracher et enfouir les plantes levées, les graines tombées au sol et les chaumes d'une jachère, d'une friche, d'une culture intermédiaire ou de la culture précédente. Différents objectifs agronomiques peuvent être visés :

- enfouir les résidus de culture ;
- détruire les adventices ;
- gérer les ravageurs et/ou préparer le semis.

Suivant les objectifs et les conditions pédo-climatiques de la parcelle, le type d'outils est à adapter.

Les outils travaillent à des profondeurs différentes, peuvent avoir des dents avec des socs différents et/ou des disques et/ou des rouleaux.

Cette opération est réalisée en un ou plusieurs passages à une profondeur variant de 10 à 15 cm.

Les déchaumeurs sont, à dents, à disques ou peuvent combiner les deux. Le choix dépend des objectifs agronomiques ainsi que du type et de la structure du sol. En cas d'adventices développées, le déchaumage profond est plus efficace.

Il en découle un classement presque inversé entre l'aptitude à faire lever et l'aptitude à la destruction des adventices des différents outils de déchaumage. Le meilleur compromis semble résider dans les outils capables de travailler relativement superficiellement tout en touchant toute la largeur de travail. Les outils dotés de disques avec un écartement serré entre eux ou encore les dents équipées de socs larges semblent en faire partie.



Crédit : Chambre d'agriculture d'Alsace

Déchaumeur à disques

## LE FAUX-SEMIS

Un faux-semis est un travail superficiel du sol (moins de 5 cm de profondeur) ayant pour objectif de stimuler la levée des adventices puis de les détruire avant l'implantation de la culture, et ainsi de diminuer le stock de graines d'adventices dans le sol. Sa réussite repose sur le choix de bons outils sur les adventices ciblées et reste dépendante des conditions climatiques.

Sur les parcelles les plus infestées, plusieurs faux-semis peuvent être réalisés. Leur nombre dépend du temps de travail, du climat de l'année et des rotations pratiquées.



### Préconisation :

En cas de faux-semis multiples, il est recommandé de respecter certaines règles :

- réaliser des faux-semis de moins en moins profonds afin de ne pas faire remonter de nouvelles graines ;
- ne pas laisser les adventices trop se développer car leur destruction mécanique risque de devenir compliquée : le stade optimal est entre « filament » et « cotylédons » ;
- ne pas réaliser de faux-semis trop profond, supérieur à 7-8 cm, car cela risque de faire remonter des graines d'adventices qui n'auraient pas germé à cette profondeur ;
- il faut être vigilant à ne pas toujours intervenir sur sol ressuyé, afin de ne pas pénaliser la structure du sol.

## AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE CONSERVATION (ABC)

L'Agriculture de Conservation (AC) se base sur la mise en œuvre de 3 piliers de manière concomitante : un non travail du sol (absence de retournement du sol), une diversification des rotations et associations de cultures ainsi qu'une couverture des sols permanente. L'ABC serait de tendre vers ces techniques avec le cahier des charges AB. Or, les freins qui ressortent principalement en bio se situent sur le pilier du « non travail du sol » mais également sur la gestion du désherbage, notamment sur les vivaces, et la gestion de la fertilisation azotée.

Pour démarrer, la mise en œuvre de l'ABC doit se focaliser d'abord sur l'évaluation et l'amélioration de la fertilité des sols avec de façon parallèle le raisonnement du système à l'échelle de la rotation. Enfin, l'évaluation d'une potentielle simplification du travail du sol peut se réaliser.

Les résultats d'expérimentations menées jusqu'à maintenant sur cette thématique dépendent fortement du contexte pédoclimatique et de l'historique parcellaire (état du sol, présence d'adventices,...). L'expérience de chaque agriculteur (équipement matériel) est aussi un paramètre fort. Aujourd'hui, l'agriculture de conservation en agriculture biologique est une démarche plutôt qu'une technique précise.

Pour résumer, voici les intérêts et limites identifiés dans la mise en œuvre de l'ABC :



### INTÉRÊTS

- Réduction de l'érosion des sols et du ruissellement.
- Amélioration de la portance des sols.
- Stimulation de l'activité biologique des sols (effets prometteurs en surface sur la fertilité des sols).
- Stockage de carbone.



### LIMITES

- Maîtrise des adventices complexe.
- Matériel adapté nécessaire.
- Zones sensibles aux tassements à éviter.
- Destruction des couverts à maîtriser en TCS.



### Pour aller plus loin :

Le programme multi-partenarial « Reine Mathilde » développé en Normandie a pour but de répondre aux nombreuses questions en suspens. Une synthèse de 2019 à 2021 a été publiée.

Les dimensions économiques sont aussi à prendre en compte dans la gestion de simplification du travail du sol. De nombreuses questions sont soulevées dans ce programme de recherche. Vous pouvez retrouver la synthèse du programme : <https://normandie.chambres-agriculture.fr/conseils-et-services/produire-thematiques/agriculture-biologique/programme-reine-mathilde/>.



**Préconisation :**

Pour réussir un passage au non-labour :

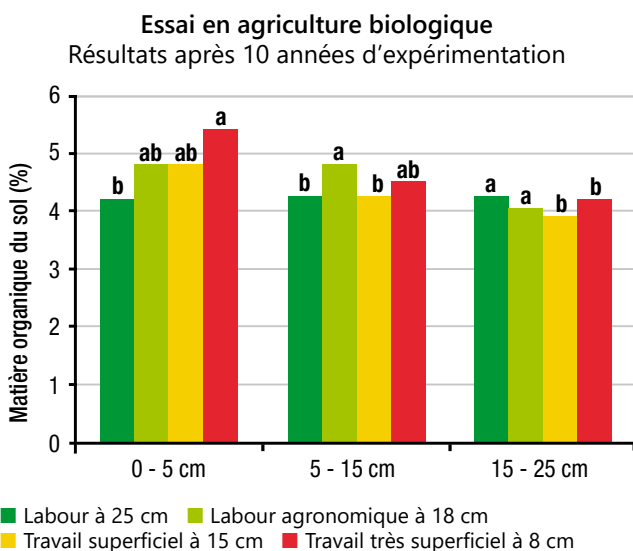
- éviter les sols qui se ressuent mal ;
- éviter les sols sévèrement tassés ;
- systématiser l'implantation de couverts végétaux, ce sont eux qui assurent le travail de restructuration et de protection du sol ;
- semer en conditions favorables ;
- être attentif au développement des adventices ;
- utiliser la technique du faux-semis pour réduire la pression des adventices quand c'est possible ;
- surveiller les limaces qui prolifèrent à cause des résidus de culture et peuvent causer des dégâts importants à la levée.

## CONSÉQUENCES DES DIFFÉRENTES PRATIQUES DE TRAVAIL DU SOL

### COMPOSANTE BIOLOGIQUE DES SOLS ET MATIÈRE ORGANIQUE

**Stockage de carbone**

L'une des caractéristiques du labour est d'enfouir la matière organique en profondeur, on peut donc se demander quelles sont les conséquences d'un travail du sol plus simplifié.



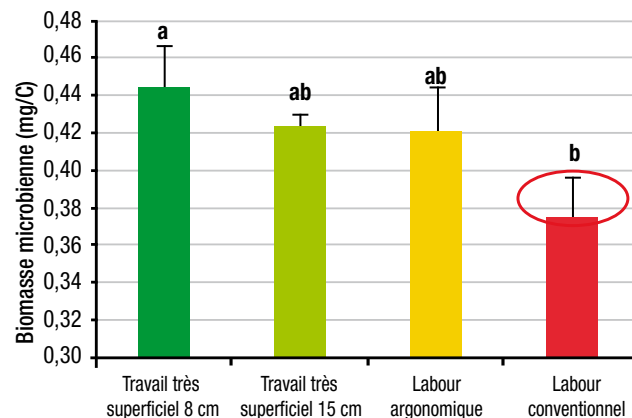
Pérès, 2014-Projet SUSTAIN (Snowman Network)

On observe sur le graphique une augmentation significative du stockage du carbone dans les premiers horizons du sol (0-5 cm) en ce qui concerne les pratiques de non-labour. En revanche, sur l'ensemble du profil, que ce soit en labour ou non-labour, le travail du sol ne semble pas avoir un impact significatif sur le stock total de carbone dans le sol.

Il y a donc une concentration de la matière organique dans les premiers horizons du sol en cas de non-labour.

**Microorganismes**

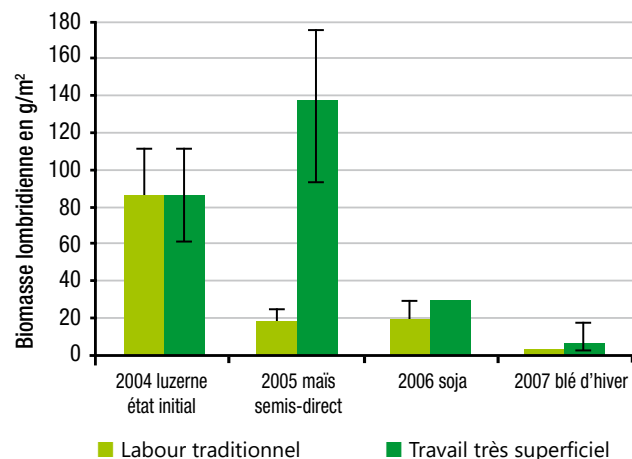
**Essai en agriculture biologique**  
Résultats après 10 années d'expérimentation



Pérès, 2014. Projet SUSTAIN (Snowman Network)

Le travail très superficiel semble avoir un effet positif sur la biomasse microbienne. On observe notamment une transition relativement importante lorsque que l'on passe à un travail avec non retournement du sol à 15 cm.

Les résultats des expérimentations présentées ci-dessous montrent, quelles que soient les cultures, que la population lombricienne (vers de terre) est plus importante en biomasse pour le travail du sol très superficiel.



J. Peigné et al. 2009

Cependant, cette évolution semble être plus corrélée à la rotation et au couvert végétal qu'au travail du sol.

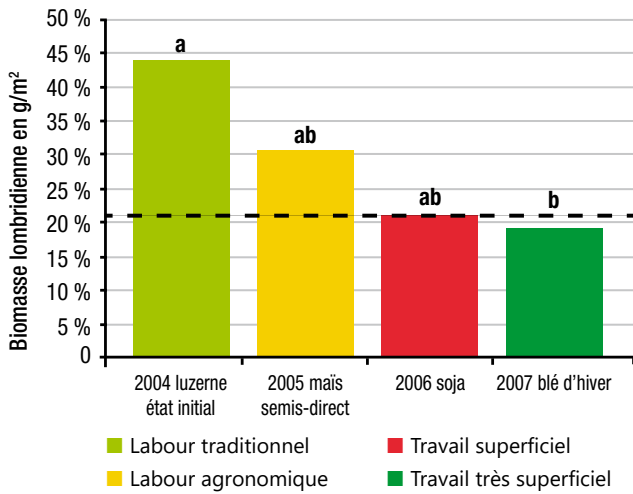
Le couvert végétal fournit, entre autres, des ressources à ces macro-organismes.

En effet, les expérimentations montrent qu'après destruction de ce couvert végétal, on observe une baisse de la présence de ces lombriciens.



## STRUCTURE PHYSIQUE DU SOL

Une des fonctions du labour est d'augmenter la porosité structurale du sol, le labour possède en effet un fort pouvoir de fissuration. Des études ont été faites pour comparer l'évolution du pourcentage de zones non compactées dans les 30 premiers cm du sol sur trois ans.



J. Peigné et al. 2009

On retrouve un plus fort pourcentage de zones tassées dans les sols travaillés superficiellement.

Les zones de tassement se situent cependant majoritairement dans les horizons non travaillés du sol.



2007-blé d'hiver (3 ans d'expérimentation)

Ces essais ont été réalisés sur des échelles de temps de 5 à 7 années, dans quelques cas, cet effet de tassement tend à diminuer.

Il est donc nécessaire de poursuivre ces essais sur une échelle de temps plus importante (10 ans), afin de vérifier les évolutions sur le long terme (ex. effet des lombriciens sur la macroporosité).

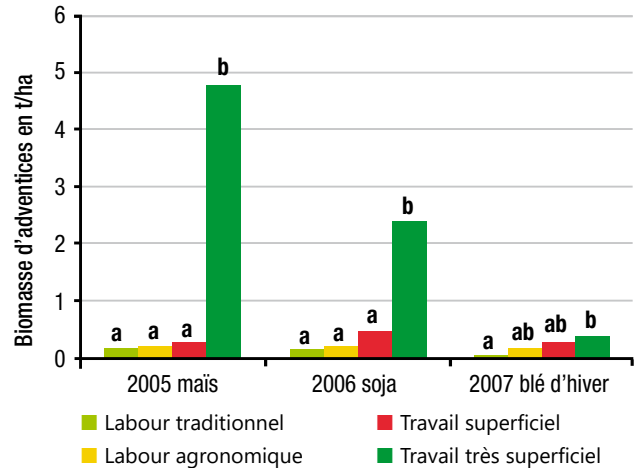
## GESTION DES ADVENTICES

Les adventices sont l'un des problèmes majeurs en agriculture biologique. Le labour, par l'enfouissement, est l'un des leviers de la gestion des adventices.

Les résultats montrent un risque accru des problèmes d'adventices en non-labour.

Cependant, tant qu'aucun accident (climatique, ravageurs,...) n'intervient, l'abondance d'adventices est la même avec ou sans-labour. De plus, le labour n'est pas l'unique moyen de maîtriser les adventices.

Si l'abondance augmente, il est beaucoup plus difficile de contrôler l'infestation à long terme avec un travail superficiel.

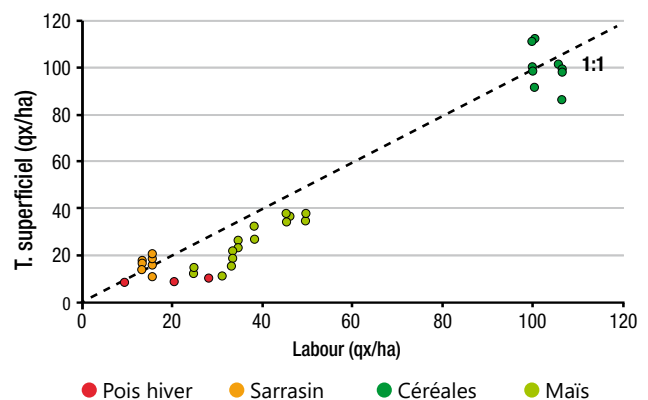


J. Peigné et al. 2009

Le fait de ne plus labourer conduit à une évolution de la flore adventice. En passant du labour, au semis-direct, la flore sera composée de moins de dicotylédones et de plus de graminées.

## RENDEMENT DES CULTURES

Les différences de rendement entre labour et travail superficiel vont dépendre des cultures.



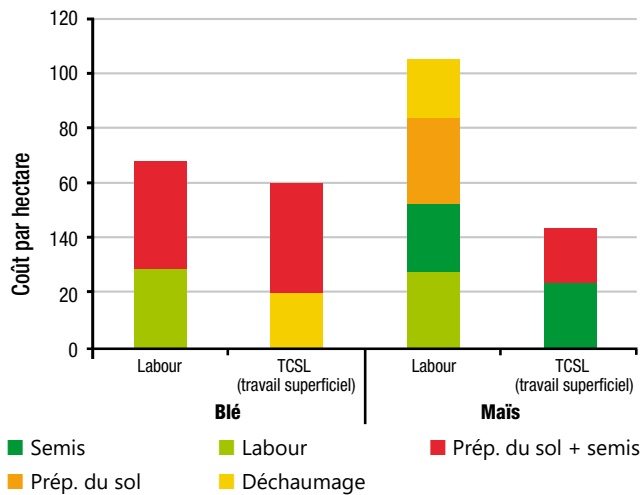
Cotinet, 2014 - Projet SUSTAIN (Snowman Network)  
Chambre d'agriculture de Bretagne 2014

À l'exception des céréales, où l'on observe une baisse de rendement en non-labour par rapport au labour, il semble y avoir peu de différences de rendement entre les différents modes de travail.

## ÉCONOMIQUE ET SOCIAL

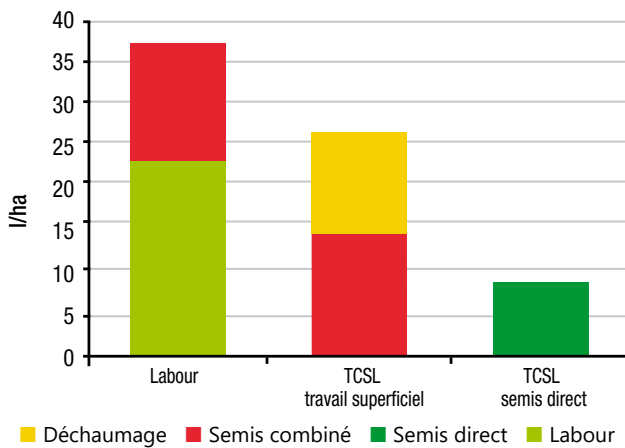
Le labour est l'une des opérations culturales les plus gourmandes en énergie et en temps de travail. La diminution du travail du sol entraîne une modification de l'utilisation de carburants et une réorganisation de la répartition du travail dans l'année (gain de temps).

Comparaison des coûts d'implantation :  
labour/Techniques Culturelles Sans Labour (TCLS)  
(hors main d'œuvre et hors carburant)

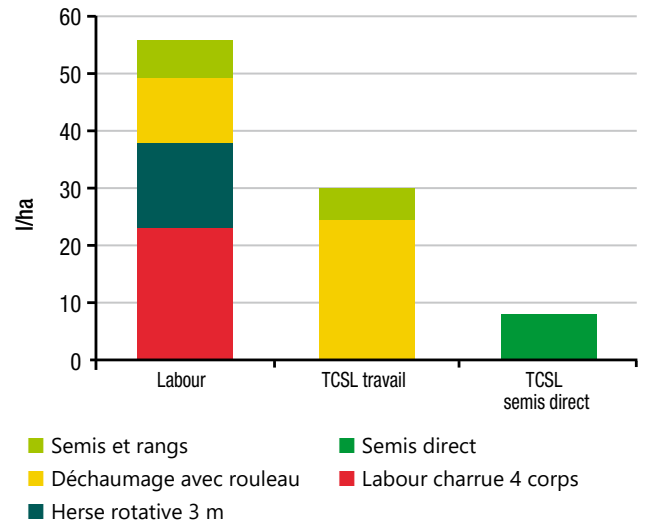


### Économies d'énergie

Consommation de carburant  
pour implanter un hectare de blé



Consommation de carburant  
pour implanter un hectare de maïs



Chambres d'agriculture France 2022

## CONCLUSION

Le passage au non-labour peut être motivé par la volonté d'améliorer la structure du sol, en limitant l'érosion, la biodiversité de la faune du sol, la compaction, l'érosion, ou encore la baisse des teneurs en matière organique du sol. Le labour a cependant un rôle important dans la gestion des adventices, car il permet l'enfouissement des graines et limite ainsi la propagation des adventices qui germent en surface et ont un fort taux annuel de décroissance.

L'amélioration structurale des sols ainsi que la gestion des adventices sont deux objectifs majeurs en agriculture biologique. Ces deux objectifs requièrent donc de faire des compromis entre labour et non labour.

**Différentes modalités peuvent donc être observées selon les exploitations :**

- des labours chaque année sur toute la SAU rotationnelle (cultures annuelles) ;
- des labours à chaque semis, avec présence de prairies temporaires sur la SAU en rotation ;
- des labours peu fréquents : absence de labour avant semis lorsque les risques de salissement sont faibles. Des techniques agronomiques de base sont introduites telles que la diversification des rotations ou l'introduction de prairies temporaires ;
- le non labour strict partiel : abandon du labour sur une partie de la SAU en rotation de l'exploitation ;
- le non labour total.

# Couverts végétaux



L'interculture est la période allant de la récolte d'une culture au semis de la culture suivante. Elle peut être conduite avec un sol nu ou avec un couvert végétal dit couvert d'interculture. Dans la PAC 2023-2027, l'assolement doit respecter les règles de la conditionnalité.



## Précaution :

Certaines zones en France sont soumises à des réglementations particulières. Vous pouvez vous renseigner auprès de votre Chambre d'agriculture sur le plan régional de la directive nitrates.

Il faut également se renseigner sur les possibilités couverts autorisés dans votre département (ex. couverts 100 % légumineuses).

Le couvert d'interculture peut avoir différentes appellations selon les objectifs principaux donnés :

- **culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN)** : éviter la lixiviation des nitrates (transport des nitrates à travers le sol vers notamment les eaux souterraines) ;
- **engrais vert** : enrichir des éléments nutritifs et notamment en azote à la culture suivante ;
- **culture en dérobée** : production de fourrages ou de graines.

La culture intermédiaire à vocation énergétique (CIVE) est une culture en dérobée qui a pour but de produire de la biomasse exportée pour la production énergétique.

Les effets d'un couvert vont dépendre de l'objectif visé.



## INTÉRÊTS

- Couverture du sol : limite l'érosion et le ruissellement.
- Amélioration de la stabilité structurale des sols.
- Entretien et équilibre du stock de matière organique du sol.
- Apport d'azote et autres minéraux et diminution des pertes.
- Stimulation de l'activité microbienne du sol.
- Entretien de la biodiversité.
- Réduction du développement des adventices.
- Production de biomasse.

## LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES D'UN COUVERT D'INTERCULTURE EN MÉLANGE OU EN MONOESPÈCES

Les monoespèces comme la moutarde ou l'avoine sont souvent utilisées dans le cadre d'une CIPAN ou bien d'un cycle très court après une récolte d'été tardive. Le recours à des espèces à croissance rapide est donc indispensable pour un minimum d'efficacité.



## INTÉRÊTS DES MÉLANGES D'ESPÈCES

- Stabilité face aux aléas : limite les risques liés au climat, l'action des ravageurs et des adventices.
- Production de biomasse plus élevée.
- Apports d'azote importants des légumineuses.
- Sol plus exploré.

## INTERCULTURE LONGUE/COURTE

- **Interculture longue** : précédent récolté en début d'été suivi d'une culture de printemps ou d'été. Elle dure de 4 à 8 mois. On privilégiera les mélanges multi-espèces en interculture longue, qui auront plus de temps pour se développer avant leur destruction.
- **Interculture courte** : précédent récolté en début d'été suivi d'une culture d'automne ou précédent récolté en fin d'été suivi d'une culture de printemps ou d'été. Elle dure entre 1 et 3 mois.



Trèfle sous couvert de blé

Crédit : Chambre d'agriculture Ile-de-France.

## EXEMPLES D'INTERCULTURE

Type	Dose semis pur	Type intercultures
Avoine hiver ou printemps	80 à 100 kg/ha	Courte ou longue
Féveroles de printemps	50 à 60 gr/m <sup>2</sup>	Longue
Gesse	40 à 50 kg/ha	Longue
Moutarde blanche	8 à 10 kg/ha	Courte ou longue
Phacélie	8 à 10 kg/ha	Longue
Pois de printemps	80 à 100 gr/m <sup>2</sup>	Longue
Ray-grass d'Italie	15 à 20 kg/ha	Longue
Seigle	100 à 120 kg/ha	Longue

Type	Dose semis pur	Type intercultures
Trèfle blanc et/ou lotier et/ou minette	3 à 5 kg/ha	Courte ou longue
Trèfle violet	15 kg/ha	Longue

Chambre d'agriculture de Champagne-Ardenne 2016



### Précaution :

Attention, au délai de retour si l'espèce est déjà présente dans la rotation.

## LES CLEFS DE DÉCISION POUR GUIDER LA MISE EN PLACE DU COUVERT

### QUELLES ESPÈCES SEMER ?

1

- Définir les contraintes et les ressources de la parcelle**
- succession dans la rotation : éviter les risques sanitaires
  - période de semis possible
  - durée de l'interculture

2

- Prioriser les objectifs**
- piégeage azote
  - maintien de la matière organique du sol
  - fourniture d'azote à la culture suivante
  - lutte contre les adventices (surtout les vivaces)
  - production de fourrage
  - structuration du sol
  - maîtrise des bio-agresseurs

### Caractéristiques des principales espèces d'engrais verts

Type engrais vert	Crucifères	Légumineuses	Céréales	Sarrasin	Phacélie	Composées
Exemples	Moutarde, radis, fourrager, colza,...	Trèfles, vesce,...	Seigle, avoine,...	Polygonacées	Hydrophyllacées	Nyger, tournesol
Enracinement	Pivotant	Fasciculé	Fasciculé	Pivotant	Fasciculé, très remifié	Pivotant
Implantation	Facile et rapide	Moyennement facile et peuvent être implantées sous couvert	Assez facile	Délicate à moyenne	Délicate	Assez délicate à fragile
Piégeage de l'azote	Bon	Fixation de l'azote de l'air	Moyen à assez bon	Bon si semis précoce	Assez bon	Bon si semis précoce
Levée/développement	Levée et croissance rapide	Démarrage lent et bon développement végétatif	Implantation lente	Bon développement si semis de début d'été	Levée parfois difficile et croissance rapide si bonne levée	Bon développement si implantation précoce
Pouvoir concurrentiel sur les adventices	Bon	Bon	Moyen	Bon	Moyen	Bon

Chambre d'agriculture de Rhône Alpes 2013



### Pour aller plus loin :

Les outils d'aide à la décision permettent d'éclairer sur le choix des différents couverts.

ACACIA (Aide au Choix et à l'Adaptation des Couverts d'Interculture dans les Assolements) est un OAD développé par le GIEE Magellan pour la construction des couverts avec divers conseils : <https://gieemagellan.wixsite.com/magellan/acacia>.

D'autres OAD comme celui développé par Arvalis permet d'aiguiller le choix de couverts qui conviennent le plus à une situation : <https://choix-des-couverts.arvalis-infos.fr/index.php>.

## IMPLANTATION

### Technique de semis

#### Semis à la volée

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût d'implantation faible</li> <li>• Rapide</li> <li>• Evite toute contrainte liée aux débris de végétaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problème de réglage du matériel</li> <li>• Pas adapté à toutes les espèces</li> </ul>

#### Semoir en ligne classique

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assure une profondeur de semis optimale, une répartition homogène et une levée rapide</li> <li>• Compatible avec l'ensemble des espèces</li> <li>• Pas d'investissement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique chère et lente</li> <li>• Usure du matériel agricole</li> <li>• Résidus du travail précédent</li> <li>• Largeur de travail limitée</li> </ul>

#### Semis direct

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assure un bon positionnement de la graine</li> <li>• Semis en un seul passage</li> <li>• Mise en contact de la graine avec le sol sans trop travailler le sol</li> <li>• Développement de matière sèche plus important</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque de bourrage lié aux résidus</li> <li>• Usure du matériel agricole</li> <li>• Largeur de travail limitée</li> <li>• Abandon du déchaumage</li> </ul>

### Date de semis

**Semis au printemps**, sous couvert d'une céréale ou en même temps que la culture principale (ex. luzerne, tournesol).

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allongement du cycle de croissance des engrais verts, permet la pratique des engrais verts dans le cas d'une interculture courte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique non adaptée aux espèces à croissance rapide qui peuvent être concurrentielles par rapport à la culture</li> <li>• Dans le cas d'une parcelle sale, cette technique ne permet pas d'avoir recours au déchaumage durant l'interculture</li> </ul>



#### Pour aller plus loin :

Sur le site d'écophytopic vous pouvez retrouver les fiches de pratiques remarquables AB des groupes Dephy Bio. Sur Youtube, retrouvez des vidéos sur les semis de cultures fourragères sous couvert de céréales ou de méteils grains de la Chambre d'agriculture de Haute-Saône : <https://www.youtube.com/watch?v=hXNucnVJ29Y>.

#### Semis en fin d'été, fin août-début septembre

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité de gérer les adventices par des déchaumages en interculture</li> <li>• Technique adaptée aux espèces sensibles au stress hydrique (trèfle, féverole) liée aux débris de végétaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite une interculture longue</li> </ul>

## DESTRUCTION DE L'INTERCULTURE

### Quand ?

La période de destruction doit faire coïncider la période de forte minéralisation avec la période d'absorption de la culture suivante.

#### Ceci va dépendre :

- 1°) **de l'espèce**. Des espèces comme le radis fourrager montent rapidement en graines, et doivent être détruites en automne. En revanche, les légumineuses ont un cycle plus long et on peut donc attendre pour la destruction ;
- 2°) **du type de sol**. Le couvert va mettre plus ou moins de temps à se décomposer selon le type de sol ;
- 3°) **de la culture suivante**. Dans le cas d'une culture de printemps, le couvert doit être détruit au moins deux mois avant le semis de la culture suivante. Sur la culture d'automne, il est possible de détruire le couvert juste avant le semis ;
- 4°) **de la disponibilité en eau**. Difficile à prévoir, il faut tenir compte de la concurrence sur l'eau du sol pour ne pas pénaliser la culture à mettre en place.



#### Pour aller plus loin :

Dans le cadre du projet ACTIBIO, le réseau bio et les Chambres d'agriculture de PACA ont développé un guide expérimental et un cahier d'essais sur l'utilisation des couverts végétaux pour améliorer la qualité des sols. Ces deux supports vous permettent de construire le suivi et l'évaluation d'essais sur vos parcelles. <https://paca.chambres-agriculture.fr/nos-publications/la-publication-en-detail/actualites/comment-bien-conduire-une-experimentation-sur-votre-exploitation-2/>

## Comment ?

### Labour

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possible sur couvert peu développé ou gelé</li> <li>• Dégradation rapide</li> <li>• Prépare l'implantation de la culture suivante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût élevé</li> <li>• Temps de travail important</li> <li>• Risque d'enfouir une quantité importante de résidus en fond de labour</li> </ul>

### Broyage

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recommandé si biomasse &gt; 2 tMS/ha</li> <li>• Répartition homogène des résidus du couvert</li> <li>• Dégradation rapide des résidus de petite taille</li> <li>• Déchaumage ou labour ultérieur souvent réalisé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu ou pas efficace sur graminées ou crucifères</li> <li>• Coûts supplémentaires</li> <li>• Possible destruction de la faune sauvage</li> </ul>



Fraiseuse

Crédit : Chambre d'agriculture du Gers

### Travail du sol (déchaumage et fraissage)

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prépare l'implantation de la culture suivante</li> <li>• Bonne incorporation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efficacité limitée en cas de couverts très développés</li> </ul>

### Gel

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût nul</li> <li>• Maintien des résidus en surface</li> <li>• Pas de tassements des sols sensibles</li> <li>• Préserve les améliorations de la structure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite d'avoir des gelées importantes (-6°C)</li> <li>• Choix limité des couverts</li> <li>• Possibilité de destruction précoce</li> </ul>

### Roulage + gel

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accélération de la dégradation du couvert</li> <li>• Pas de dégradation de la structure du sol si le sol est gelé</li> <li>• Faible coût</li> <li>• Technique rapide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessité d'avoir des gelées importantes et des couverts bien développés</li> <li>• Pénalise les sols limoneux hydromorphes</li> </ul>



### Pour aller plus loin :

Les couverts permanents sont difficiles à mettre en place. Les clés de la réussite de cette pratique ne sont pas clairement identifiées. Toutefois, des résultats d'essais sont mis en place par les instituts techniques.

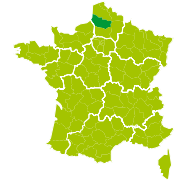
Un prototype, construit par Arvalis et en partenariat avec le constructeur Eco-Mulch, de faucheuse inter-rang a été couplée à l'autoguidage du tracteur. Chaque espèce est semée un rang sur deux permettant de gérer un couvert dans la culture principale. Les résultats de 4 années se montrent satisfaisants avec des rendements corrects et des taux de protéines de céréales augmentées.

Pour plus de renseignements : <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/conduire-un-couvert-permanent-en-ab-grace-au-guidage-de-precision>



## SUIVI DE LA MINÉRALISATION DE TRÈFLES EN INTERCULTURE

### RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATIONS DU DÉPARTEMENT DE LA SOMME



➤ **Contexte pédologique** : sols limoneux avec reliquats azotés en entrée d'hiver de 49 U/0-90 cm l'année N.

➤ **Objectifs de l'expérimentation** : quantifier la productivité de différents trèfles à l'entrée de l'hiver semée sous couvert d'une céréale et suivre l'azote minéralisé par chaque type de trèfle au cours de l'hiver jusqu'à l'implantation de la culture suivante.

➤ **Matériel végétal** : trèfle blanc, trèfle violet, trèfle d'Alexandrie et association TV/TA.

➤ **Modalités testées** : variétés et densité de semis différentes.

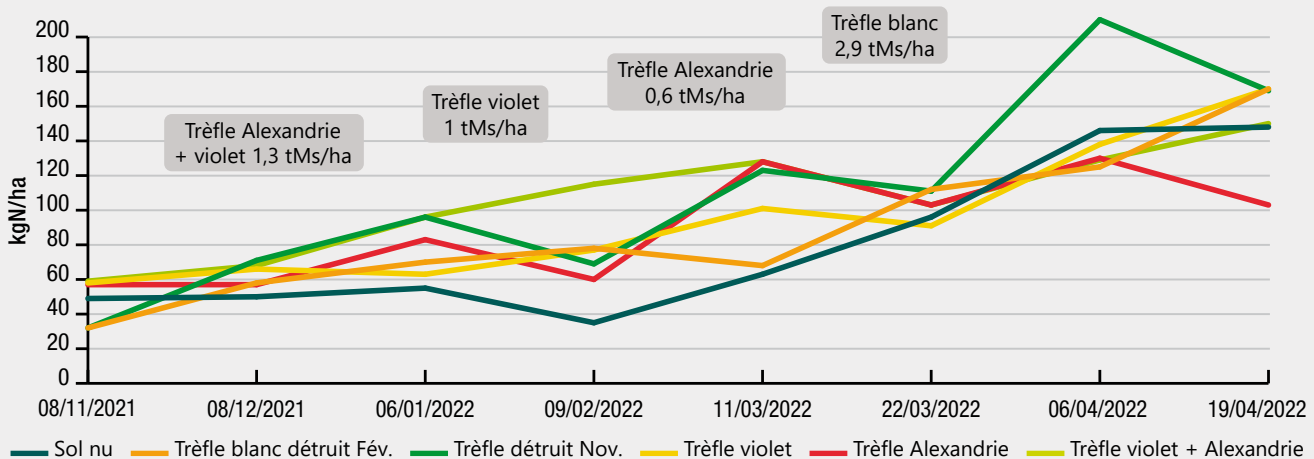
➤ **Démarche expérimentale** : implantation en bandes non randomisées avec prélèvements au cadre des légumineuses et placettes de récolte pour la culture suivante. Prélèvements azotés sur 0-90 cm. Première date de semis des trèfles en avril.

➤ **Résultats obtenus** :

Productivité des trèfles à l'entrée d'hiver (1<sup>er</sup> novembre)

Espèces	T de MS aérienne/ha	Azote capté U/ha	Azote restitué (Merci) U/ha
Trèfle blanc	2.9	83	30
Trèfle violet	1	43	21
Trèfle d'alexandrie	0.6	29	10
TV/TA	1.3	56	25

#### Cinétique de minéralisation de différents trèfles



Les trèfles n'enrichissent pas ou peu le sol en azote à l'entrée de l'hiver mais commencent à minéraliser et donc d'apporter de l'azote dans le sol dès lors qu'ils sont plus vivants ou détruits précocement. Le trèfle blanc détruit précocement en novembre a permis d'enrichir régulièrement le sol au cours de l'hiver (25 U supplémentaire sont minéralisées avant le lessivage hivernal).

Fin mars, une fertilisation organique est apportée ne permettant plus l'interprétation correcte des reliquats à cette date.

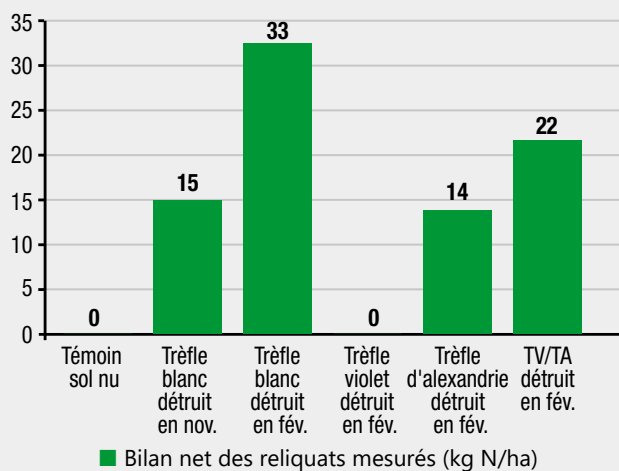
Avec le bilan net des reliquats azotés (au début de l'implantation de la culture de printemps), le trèfle blanc détruit en février a permis d'enrichir le plus le sol sur l'horizon 0-90 cm suivi de l'association.



#### Pour aller plus loin :

Retrouvez la synthèse des essais bio plus détaillée sur le site de la Chambre d'agriculture Hauts de France : [https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/FAL\\_commun/publications/Hauts-de-France/Essais\\_cultures\\_de\\_printemps\\_AB\\_2022\\_-\\_CA\\_HDF.pdf](https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Hauts-de-France/Essais_cultures_de_printemps_AB_2022_-_CA_HDF.pdf)

#### Différence entre le reliquat mesuré sur sol nul et les reliquats des modalités de couverts au 22 mars



**Conclusion** : L'effet fertilisant des cultures intermédiaires résulte à la fois de la quantité d'azote contenue dans les résidus et de la proportion de cet azote rendue disponible par minéralisation après destruction. La date de destruction est importante.

# Associations de cultures



Une association est une culture simultanée de deux espèces ou plus, sur la même surface, pendant une période significative de leur cycle de croissance.

Pour le cas des légumineuses et céréales



## INTÉRÊTS

- Fixation d'azote atmosphérique par la légumineuse et donc de l'azote du sol pour la céréale : apports en azote limités.
- Amélioration de la teneur en protéines des céréales.
- Matière première à faible coût de production.
- Meilleure couverture du sol : diminution de la pression des adventices.
- Diminution des maladies : non systématique (diminution la densité des tissus sensibles de l'hôte, barrière de dispersion des spores,...).
- Diminution des ravageurs : non systématique (barrière mécanique, diversité des habitats,...).
- Amélioration de la structure du sol : système racinaire dense et diversifié.
- Sécurisation face aux aléas climatiques : stabilité de rendement.
- Réduction de la lixiviation des nitrates par rapport à une légumineuse pure.
- Gain de rendement : supérieurs ou égaux aux rendements moyens des cultures pures.



## LIMITES

- Diminution de la performance des mélanges blé-légumineuses si trop d'azote : plus adaptés aux systèmes à bas niveau d'azote.
- Commercialisation potentiellement difficile.
- Difficultés d'ajustement des doses de semis.
- Nécessités d'associer les techniques de semis et date de récolte entre les espèces associées.
- Demande plus d'organisation : difficultés des interventions mécaniques de désherbage et de récolte.

## ITINÉRAIRE TECHNIQUE DES ASSOCIATIONS DE CULTURES

### CHOIX DES ESPÈCES ET DES VARIÉTÉS

#### ➤ Céréales

Avoine	Blé	Orge	Triticale
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Intéressante en complément d'une céréale principale</li> <li>● Risque de faire chuter la valeur du concentré</li> <li>● Bonne couverture du sol</li> <li>● Sensible à la rouille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bonne valeur alimentaire</li> <li>● Paille parfois trop courte pour une association avec du pois fourrager</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Céréale précoce à maturité</li> <li>● Éviter les sols hydromorphes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bonne productivité du grain</li> <li>● Bonne couverture du sol</li> <li>● Risques de germination sur pied</li> </ul>

● Avantages ● Limites



## Protéagineux

Féverole	Pois	Lupin
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Adaptée aux sols profonds</li> <li>● Bonne réserve hydrique</li> <li>● Plante tutrice</li> <li>● Sensible aux maladies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fort développement végétatif</li> <li>● Sensible aux maladies</li> </ul>	<p><b>Lupin bleu :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Plus précoce</li> <li>● Améliore la valeur protéique du mélange</li> </ul> <p><b>Lupin blanc :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Pour les zones précoces</li> <li>● Rendement aléatoire</li> </ul>

● Avantages ● Limites

Chambre d'agriculture Bretagne 2022 et Chambre d'agriculture Ile-de-France 2023

### Quel est le débouché visé ?

- S'agit-il de cultures destinées à la vente (en grain/sec) ou destinées à l'autoconsommation ? (fourrages).
- Veut-on obtenir un produit riche en protéagineux, récolter un produit équilibré en céréales et protéagineux, ou récolter un produit riche en blé panifiable ?

### Choisir des espèces adaptées

- Les maturités doivent concorder.
- L'agressivité de certaines espèces (avoine) ne doit pas défavoriser le développement des autres.
- Le besoin de « tuteur » de certaines espèces de légumineuses. Par exemple, pour le pois fourrager, il est important de choisir des espèces et des variétés de céréales résistantes à la verse car elles servent de tuteur.

Les débouchés vont également influencer le choix de l'espèce, s'il y a autoconsommation, il est possible privilégier l'orge par rapport au blé. De même, la consommation en grain ou sous forme de fourrage peut influencer le choix en pois protéagineux ou fourrages.



Féverole/triticales

Récolter un produit riche en protéagineux	
Automne	Printemps
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lupin avec triticales</li> <li>• Féverole avec triticales/avoine/seigle/blé*</li> <li>• Pois protéagineux avec orge/blé précoce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lupin avec orge/blé/avoine</li> <li>• Féverole avec triticales/blé/avoine</li> <li>• Pois protéagineux avec orge/blé</li> </ul>

\*Possibilité courante en Ile-de-France avec du blé qui a pour objectif de couvrir la féverole au début du printemps.

Récolter un produit équilibré en céréales et protéagineux	Récolter un produit riche en blé panifiable
Automne	Automne
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Privilégier le triticales à associer avec féverole/pois fourrager</li> <li>• Blé ou orge à associer avec pois protéagineux</li> <li>• Épeautre à associer avec féverole/pois fourrager</li> </ul>	<p>Variété de blé tendre panifiable à associer avec de la féverole, du pois protéagineux ou fourrager selon la précocité. Pour un gain de protéine plus élevé, privilégier la féverole.</p>

Chambre d'agriculture des Pays de la Loire, Chambre d'agriculture de la Somme et Chambre d'agriculture de l'Oise 2016



Pois/orge

## PLACE DANS LA ROTATION

Il existe à l'heure actuelle peu de référence sur les délais de retour des associations dans la rotation, il faut à minima respecter les délais de retour des cultures pures.

Il est important d'évaluer le reliquat azoté avant l'implantation et d'éviter les situations à risque pour les bioagresseurs de la culture dominante.

Récolter un produit riche en protéagineux		Récolter un produit équilibré en céréales et protéagineux	Récolter un produit riche en blé panifiable
Automne	Printemps	Automne	Automne
<ul style="list-style-type: none"> <li>S'assurer d'avoir un reliquat azoté faible (&lt;60 U) avant l'implantation de l'association</li> <li>Précédents à privilégier : céréales à paille, maïs</li> <li>Précédents à éviter : protéagineux, prairies temporaires, interculture de légumineuses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positionnement assez souple dans la rotation, éviter les situations à fort reliquat azoté avant l'implantation de l'association (légumineuses)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S'assurer d'avoir un reliquat azoté élevé (&gt;60 U) avant l'implantation de l'association</li> <li>Si absence de fertilisation, privilégier les précédents protéagineux et anté-précédent légumineuse</li> <li>Précédents à éviter : céréales à paille, maïs, tournesol</li> </ul>	

Chambre d'agriculture des Pays de la Loire, Chambre d'agriculture de la Somme et Chambre d'agriculture de l'Oise 2016

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

La préparation du semis est assez similaire à celle d'une céréale. L'association s'accommode bien d'un lit de semences grossier. La présence de mottes la rend moins sensible au gel, elle nécessite par contre un sol bien ressuyé.

### Semis

Le semis est réalisé en un seul passage, la profondeur de semis est de 3 à 4 cm.

Afin d'obtenir une parfaite homogénéité du semis, penser à bien mélanger l'ensemble des semences dans la trémie du semoir, dans une bétonnière ou un bac.

Mélanger à nouveau la semence en cours de semis.



### À savoir :

Cette méthode n'est pas valable pour les mélanges avec de la féverole car la graine est beaucoup plus grosse et est souvent semée en deux passages.

Les pourcentages sont exprimés en fonction de la densité normale de ces cultures pures.

La densité de céréales est fonction :

- de la réserve du sol en azote ;
- du reliquat sortie hiver (RSH) ;
- du risque adventice de la parcelle.

	Récolter un produit riche en protéagineux		Récolter un produit équilibré en céréales et protéagineux	Récolter un produit riche en blé panifiable
	Automne	Printemps	Automne	Automne
Protéagineux	Au moins 80 %		50 %	25 à 50 %
Céréales	30 %	20 %	80 à 90 %	60 à 80 %

Arino 2023, Boissinot, Lecat et Salitot 2016

## FERTILISATION

La fertilisation n'est pas indispensable du fait de l'apport d'azote via les légumineuses. Elle est cependant possible avec les associations avec un objectif plus orienté sur la production de céréales.

Elle est donc à piloter en fonction du reliquat en sortie d'hiver et de l'objectif.

Des expériences réalisées sur l'association blé/pois montrent que l'augmentation de la fertilité a peu d'effet sur le rendement mais modifie la proportion finale du mélange, avec moins de pois. Un apport tardif réduit l'impact négatif de la fertilisation sur le pois.

## GESTION DES ADVENTICES

Des faux-semis sont conseillés par déchaumages successifs. Si besoin, réaliser un passage à l'aveugle en prélevée. En culture, l'aspect couvrant rend souvent inutile l'intervention.

Binage possible pour les associations à base de lupin et féverole.



### Précaution :

Herse étrille et houe rotative : régler l'outil sur la plante la plus sensible. Si pois protéagineux, aucun passage possible après la formation des vrilles.

## MODE DE RÉCOLTE

En fonction de leur mode de valorisation, les associations sont récoltées à différents stades.

La récolte en grains, en système polyculture élevage présente généralement plus de choix pour la valorisation des cultures.

Il faut attendre la maturité complète de la céréale pour récolter, sauf pour le pois pour lequel le risque d'égrenage est élevé.

Concernant le tri, malgré le cout de l'opération, le gain économique est à mesurer et reste positif (rendement supérieur, absence de fertilisation,...).

Afin de bénéficier d'une bonne conservation du protéagineux ou de la céréale, il faut stocker le grain après nettoyage, tri et éventuel séchage. Il est conseillé de ventiler et sécher les grains de plus de 15 % d'humidité.



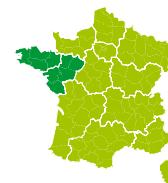
### Pour aller plus loin :

Pour en savoir plus sur les mélanges céréales et/ou protéagineux à vocation fourragère, le guide « sécurité et autonomie fourragère, les clés de la réussite », de Chambres d'agriculture France, est en accès libre : [https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/002\\_inst-site-chambres/actu/2022/guide\\_fourrage\\_A4\\_BD.pdf](https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/002_inst-site-chambres/actu/2022/guide_fourrage_A4_BD.pdf).



## ASSOCIATION DE CÉRÉALES ET PROTÉAGINEUX POUR UNE RÉCOLTE EN GRAINS

PROGRAILIVE 2015-2019 AVEC DES ESSAIS EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE  
EN BRETAGNE ET PAYS-DE-LA-LOIRE



### Présentation des expérimentations en AB

Nombre d'essais en AB : 57 sur 4 ans (2015, 2016, 2017 et 2018).

Expérimentations sur lupin blanc, féverole, pois protéagineux (hiver et printemps).

Principales plantes compagnes : Avoine, seigle, triticales, blé et orge.

### Objectifs de l'expérimentation

Sécuriser et augmenter la production des protéagineux grains pour plus d'autonomie protéique en élevage.

### Thématiques étudiées

Maîtrise des adventices, rendement et gestion des maladies et ravageurs.

### Bases des mélanges testés

Le protéagineux est semé à 100 % de sa dose de semis en pur et une céréale est ajoutée à 30 % de sa dose en pure.

### Mode d'exploitation

Essais conduits en blocs d'environ 1,5 m sur 12 m.

### Résultats des essais en AB

#### Zoom sur la gestion des adventices

Biomasse adventices ( tMS/ha)								
Féverole d'hiver*	Pure	● 0.42	Pois d'hiver	Pur	● 0.66	Lupin blanc de printemps	Pur	● 1.82
	+ Blé	● 0.37		+ Blé	● 0.56		+ Avoine	● 1.11
	+ Triticale	● 0.29		+ Orge	● 0.44		+ Orge	● 1.02
	+ Seigle	● 0.28		+ Avoine	● 0.41			
Féverole de printemps*	Pure	● 1.71	Pois de printemps*	Pur	● 0.66	Lupin bleu de printemps	Pur	● 1.29
	+ Orge	● 0.99		+ Avoine	● 0.39		+ Avoine	● 0.95
	+ Avoine	● 0.82		+ Orge	● 0.31		+ Orge	● 1.52 Uniquement sur 2 essais

● Insatisfaisant ● Moyen ● Satisfaisant

\*Dans les cas de fort salissement, la biomasse adventices est également diminuée grâce à l'ajout d'une céréale mais la présence des adventices reste importante (environ 1 tMS/ha, voire plus).

#### Quelle céréale associer à ma féverole d'hiver ? Exemple type

	Blé	Triticale	Seigle	Avoine*
Gestion des adventices (par rapport à la féverole pure)	■	■	■	■
Impact sur le rendement de la féverole (par rapport à la féverole pure)	■	■	■	■
Production céréales	■	■	■	■
Concordance de maturité	■	■	■	■
Facilité de récolte	■	■	■	■
Type de valorisation	VA	A	A	A

Echelle de préconisations ++ + - --

Tableau issu des résultats Prograilive et du travail Secalibio - \*3 essais : résultats donnés à titre indicatif

VA Vente ou autoconsommation A Autoconsommation

**Conclusion** : On retrouve ces résultats pour les différentes associations :

- Si avant l'implantation la parcelle présente un risque de salissement faible ou moyen, l'association va permettre dans la plupart des cas d'obtenir une diminution des adventices.
- Les associations assurent une meilleure couverture, un gain de rendement total et sécurisent la production en cas d'aléas sur le protéagineux.
- Le choix de la céréale reste la variable importante à déterminer et chacune d'entre elles ne présente pas les mêmes modalités de compétition face au protéagineux.

D'autres plantes compagnes (pois fourrager, épeautre...) ont été testées sans grand succès ou résultats exploitables.



**Pour aller plus loin :**

Retrouvez les fiches techniques détaillées pour chaque protéagineux sur le site de la chambre d'agriculture Pays de la Loire  
<https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/index.php?id=2832968>.

# Fiches Cultures

• Association triticales/pois fourrager.....	55
• Avoine.....	57
• Betterave sucrière.....	60
• Blé dur.....	63
• Blé tendre d'hiver.....	67
• Blé tendre de printemps.....	71
• Chanvre.....	73
• Colza.....	75
• Féverole d'hiver et de printemps.....	79
• Grand épeautre.....	83
• Lentille.....	85
• Lupin.....	87
• Luzerne.....	90
• Maïs.....	94
• Millet.....	98
• Orge de printemps.....	100
• Pois chiche.....	103
• Pois protéagineux d'hiver et de printemps.....	105
• Sarrasin.....	108
• Soja.....	110
• Sorgho grain.....	114
• Tournesol.....	118
• Triticale.....	123

# Association triticale/pois fourrager



À l'inverse des pois protéagineux, les pois fourragers sont hauts. Ils nécessitent donc impérativement un tuteur pour leur culture.

L'association peut se récolter aussi bien en grain qu'en fourrage.

À noter cependant que le triticale n'est pas très appétant en fourrage. Il y a différentes manières de conduire une association, selon que l'on cherche à produire en priorité la céréale, le protéagineux ou les deux. Dans le cas de l'association triticale/pois fourrager, le but est surtout d'avoir un mélange productif, avec une valeur alimentaire équilibrée.

## Triticale



### INTÉRÊTS

- Bonne productivité et rendement en paille.
- Bonne valeur alimentaire.
- Plante rustique.
- Bon tuteur (variétés résistantes à la verse).
- Bonne couverture du sol.



### LIMITES

- La plupart des variétés de triticale sont barbues, peu appétentes en fourrage et ont une teneur en silice élevée. Le triticale, en ensilage et en enrubannage, reste agressif pour le tube digestif des vaches.

## Pois fourrager



### INTÉRÊTS

- Permet de diversifier la rotation, et les sources de protéines dans l'assolement.
- Permet de produire un concentré plus équilibré pour les animaux qu'une céréale pure.
- Le mélange adapté dans les situations les plus difficiles en hiver.



### LIMITES

- Sensibilité aux sols hydromorphes.
- Risque de verse.
- Forte teneur en tanins (peut poser problème pour les jeunes animaux selon les variétés).

## CHOIX DES VARIÉTÉS

Au sein de l'association, le choix des variétés se fait en fonction :

- de leur caractère précoce ou tardif. Cela va permettre de caler au mieux le cycle des deux espèces entre elles et d'influencer la dynamique de développement du couvert ;
- du type de sol ;
- des résistances aux maladies ;
- de la résistance à la verse des céréales ;
- de leur capacité à couvrir le sol.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

**Profondeur de semis** : 3 à 4 cm.

**Densité de semis** :

- **Triticale** : 300 à 380 gr/m<sup>2</sup>.
- **Pois fourrager** : 12 à 15 gr/m<sup>2</sup>.

Plus le semis sera tardif, plus il faudra augmenter la dose de pois fourrager. Le principe à respecter est 10 à 15 % de pois fourrager pour 85 à 90 % de céréales<sup>(1)</sup>. Une trop forte densité de pois peut engendrer un risque de verse.

**Date de semis** : mi-octobre à mi-novembre.

(1) On parle du nombre de graines.



### À savoir :

#### Pois fourrager vs pois protéagineux d'hiver

Les « pois fourragers » d'hiver ont une série de caractères qui les différencient nettement des « pois protéagineux » d'hiver.

Les variétés actuelles de pois fourragers sont généralement à fleurs colorées (graines riches en tanins) et sont à la fois hautes, feuillues, réactives à la photopériode et à fort pouvoir de ramification. Ces caractéristiques les rendent plus adaptées au mélange avec du triticale que « les pois protéagineux d'hiver ». Les variétés actuelles de pois protéagineux d'hiver sont à fleurs blanches (graines sans tanins), courtes, précoces à maturité et nécessitent un semis tardif.

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

Le positionnement dans la rotation est assez souple. Il vaut mieux éviter les situations à fort reliquat azoté avant l'implantation de l'association.

#### Elle peut se retrouver :

- derrière une céréale à paille, une plante sarclée (ou une 3<sup>ème</sup> paille) ;
- derrière une prairie, en polyculture élevage ;
- derrière une association (la succession d'associations est possible mais on conseille d'alterner association d'hiver/association de printemps).

## FERTILISATION

Du fait de la présence d'une légumineuse, l'apport d'azote n'est, en général, pas nécessaire.

En ce qui concerne les apports en P et en K, l'impasse est possible en fonction de la fertilité du sol.

Un apport de 20 à 30 t/ha de fumier peut être réalisé dans les sols les moins pourvus en azote (RSH < 60 U).



Crédit : Chambre d'agriculture Ile-de-France

## GESTION DES ADVENTICES

Le mélange pois fourrager/triticale couvre suffisamment rapidement le sol pour empêcher le développement des adventices (le pouvoir couvrant vient surtout du triticale).

Le désherbage mécanique peut être pratiqué si besoin. La herse étrille et la houe rotative sont les outils les plus couramment utilisés. Un ou deux passages peuvent être réalisés entre le stade début tallage et fin tallage.



### Précaution :

Attention, le pois est sensible au hersage dès la formation des vrilles.



Crédit : Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Le triticale est une céréale rustique. Elle a l'avantage d'être peu sensible aux maladies et aux pucerons.

La culture en association apporte également un effet barrière : les espèces différentes jouent un rôle d'écran physique pour certaines maladies à dispersion aérienne et les ravageurs.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

La récolte en fourrage se fait au plus tard au stade laiteux/pâteux de la céréale. La surveillance quasi journalière est indispensable, car la fenêtre de récolte est de quelques jours. L'objectif est d'avoisiner les 30 % de MS pour optimiser la conservation ; une récolte à 35-40 % de MS peut poser des problèmes de conservation.

Pour toutes les associations de cultures, la récolte est une étape majeure. Le réglage du batteur est important pour éviter la casse du grain et les impuretés.

La vitesse du batteur doit donc être lente pour limiter la casse des grains du pois. Le réglage du serrage du batteur est ensuite un compromis entre le battage complet des épis et les brisures des protéagineux.



# Avoine

L'avoine est caractérisée par une productivité élevée par rapport aux autres céréales d'hiver. Elle est cependant à éviter sur les sols froids et trop superficiels car elle craint le gel et le sec. Elle accepte les sols acides. Il existe plusieurs types d'avoine, toutes caractérisées par des besoins différents : noire ou blanche, hiver ou printemps. Dotée d'effets allélopathiques et d'un système racinaire puissant, cette céréale rustique ne possède que des marchés étroits.

## INTÉRÊTS



- Rusticité (adventices, climat et ravageurs).
- Bonne valorisation des engrais verts.
- Bonne tolérance aux sols lourds, humides et acides.
- Moins sensible au taupin et au piétin verse que le blé.
- Capacité de tallage élevée.
- Semis précoce et moisson tardive qui permet d'étaler la période de travail.
- Débouchés en alimentation humaine et animale.

## LIMITES



- Sensibilités au gel pour les cultivars d'hiver (-10°C).
- Sensibilité à la rouille couronnée.
- Exigence de qualité élevée (PS) pour les débouchés de l'alimentation humaine (floconnerie).
- Débouchés limités en alimentation animale.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

### Il existe 2 grands types d'avoine :

- avoine vêtue de type printemps ou hiver, grain blanc ou noir : les glumes adhèrent au grain à la récolte. L'avoine blanche a un vrai intérêt pour l'élevage, car elle favorise la rumination et le flushing,
- avoine nue, grain clair : la glume est plus mince que celle de l'avoine vêtue. À la moisson, les glumes se séparent du grain. Elle est très riche en protéines (16 à 18 %) et a un PS élevé. Les variétés commercialisées sont principalement de printemps. L'avoine nue est utilisée pour la floconnerie en alimentation humaine.

	Avoine nue	Avoine vêtue
Compétitivité vis-à-vis des adventices	-	+
Rendement	- (30 % en moins par rapport à l'avoine vêtue)	+



### Précaution :

L'avoine blanche est la seule avoine vêtue qui bénéficie d'un marché en alimentation humaine. La noire n'est utilisée que pour l'élevage. L'avoine blanche est donc plus souvent choisie, les débouchés en alimentation animale étant limités.

### Le choix de la variété se fait selon :

- la date de semis envisagée ;
- le débouché commercial (alimentation humaine ou animale) ;
- la productivité de la variété ;
- la résistance aux maladies ;
- la disponibilité en semences biologiques.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

L'avoine peut être placée en première, seconde ou troisième paille. Elle peut se succéder à elle-même, mais elle est souvent placée en seconde paille, derrière le blé par exemple. Elle est moins exigeante en azote et présente une résistance naturelle au piétin verse. Elle peut aussi précéder un blé.

Placée en fin de rotation, elle permet d'accueillir, comme l'orge, un semis sous couvert de prairie.

En culture de printemps, elle vient souvent après une culture dérobée ou un engrais vert.

Son fort pouvoir couvrant lui procure un effet plus compétitif que le blé par rapport aux adventices.

Elle posséderait également un effet allélopathique inhibiteur sur certaines adventices notamment sur les renouées.

### MÉTHODE D'IMPLANTATION

#### Préparation du sol

La préparation du sol doit favoriser une bonne implantation et permettre la levée la plus homogène et le développement le plus rapide possible de la plante. Elle s'accommode bien d'un lit de semences grossier. Il faut cependant être vigilant aux risques de tassement du sol lors de la préparation.

#### Semis

**Date de semis :** du 1<sup>er</sup> au 15-20 octobre.

Dans le quart nord ouest de la France cela peut être assez variable, on peut avoir des semis jusqu'à début novembre.

**Densité :** 220 à 400 gr/m<sup>2</sup>, la moyenne est de 300-320 gr/m<sup>2</sup>.

L'avoine est en effet une culture à fort tallage, qui ne nécessite pas des densités de semis trop élevées.

**Profondeur de semis :** 2-3 cm.

### CULTURES EN ASSOCIATION

L'avoine peut être semée en association avec d'autres céréales et des protéagineux en cultures d'hiver comme de printemps. Ces associations ont pour but de produire des mélanges à moissonner, à ensiler ou à enrubanner. Les doses de semis de l'avoine dans ces associations dépendront des objectifs recherchés (couverture de sol, production de volume,...).

L'avoine est souvent utilisée dans une association pour limiter les risques de salissement. Elle permet de compenser le faible pouvoir couvrant de la féverole en fin de cycle.

## FERTILISATION

### Besoins de la culture en NPK

- N : 2,2 U/q.
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 2,0 kg/q.
- K<sub>2</sub>O : 2,5 kg/q.

L'avoine est peu exigeante en matière d'apports, dû à son système racinaire plus profond et plus développé que celui du blé ou de l'orge.

En système polyculture-élevage, 15 à 20 t/ha de fumier composté sont généralement apportés à l'automne.

En système polyculture, un engrais vert à base de légumineuses est généralement utilisé comme fertilisation pour les semis de printemps.



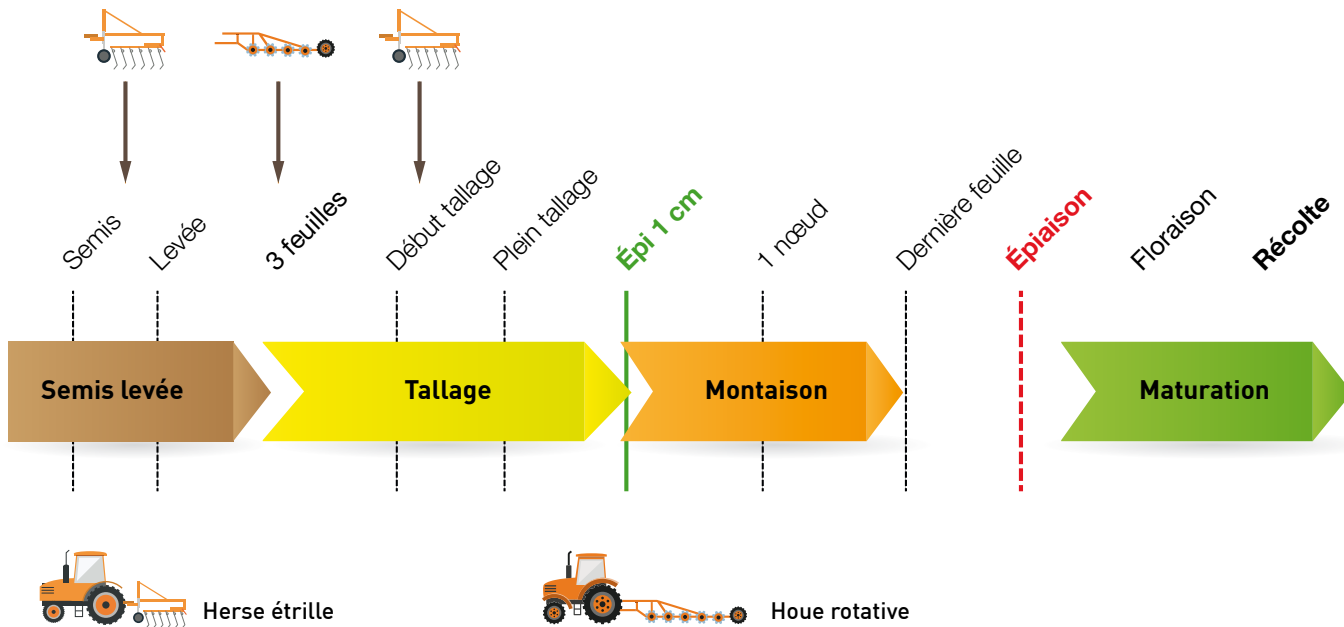
Association d'avoine « féverole de printemps »

## GESTION DES ADVENTICES

Les interventions mécaniques les plus pratiquées se font avec la herse étrille et la houe rotative.

### Les stades d'intervention :

- en post-semis prélevée à l'aveugle (graine germée au stade araignée, 3 à 4 radicelles visibles) : herse étrille ;
- au stade 2-3 feuilles : houe rotative ;
- au stade 3-4 feuilles puis au stade tallage : houe rotative puis herse étrille.



## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Les principales maladies rencontrées sont la rouille couronnée, l'oïdium, le charbon et la septoriose.

L'avoine est par contre peu voire pas sensible aux maladies du pied comme le piétin verse.

Il n'existe, à l'heure actuelle, peu ou pas de moyens de lutte contre les maladies. La résistance variétale est donc à privilégier.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

### Date de récolte :

- avoine d'hiver : mi-juillet à début août ;
- avoine de printemps : mi-août.

**Rendements :** 30 à 50 q/ha.

### Valorisation

	Mode de valorisation
Avoine noire	Alimentation animale
Avoine blanche	Alimentation animale ou floconnerie
Avoine nue	Alimentation humaine

Les exigences de PS sont relativement élevées pour les débouchés de l'alimentation humaine (floconnerie).

# Betterave sucrière



Développée dans le nord de la France et sur le Bassin parisien, la betterave sucrière est une culture de printemps avec un cycle d'environ 190 jours. Disposant d'un statut dérogatoire, la betterave est bien présente dans les assolements biologiques depuis 2018.

## INTÉRÊTS



- Diversité de l'assolement.
- Valorisation de la minéralisation de l'azote en période estivale.

## LIMITES



- Sensible à la concurrence des adventices.
- Gestion du désherbage manuel.
- Nécessite du matériel spécifique pour la récolte.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

La betterave bénéficie d'un régime dérogatoire particulier pour utiliser des variétés conventionnelles non traitées. Les semences sont enrobées d'argile et peuvent être colorées.

Les variétés tolérantes aux maladies sont indispensables, notamment à l'oïdium, la rouille et la cercosporiose. De plus, des critères de moindre sensibilité aux pucerons sont observés comme une piste d'avenir.

### Pour aller plus loin :



Pour vous guider dans vos choix de variétés, vous pouvez vous référer à la liste interprofessionnelle établie par l'Institut Technique de la Betterave et les sucriers. Les semences sont habituellement fournies par l'intermédiaire des coopératives.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Comme d'autres cultures exigeantes en azote, la betterave sucrière peut s'introduire en début de rotation, un ou deux ans après une luzerne. Cela présente également un avantage vis-à-vis de l'enherbement pour ne pas pénaliser la culture, sensible à la concurrence des adventices. Elle se trouve souvent favorisée par un précédent légume permettant de limiter l'enherbement.

Il faut privilégier les sols profonds sans cailloux.

Le délai de retour est de 4 à 5 ans.

### Précaution :



Ne pas implanter la betterave dans les parcelles où la présence des vivaces est généralisée.

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

La réalisation de faux-semis, en mars et début avril est utile pour détruire les premières levées d'adventices. L'implantation de la betterave est souvent retardée pour permettre un démarrage rapide des jeunes betteraves et limiter le parasitisme.

Le lit de semence homogène et bien nivelé doit favoriser la germination et permettre un bon enracinement de la culture. Il ne doit surtout pas être asséché. Une préparation optimale doit être fine régulière, plane et rappuyée. On limitera le travail en profondeur à 5-10 cm. L'homogénéité et la rapidité de levée sont des facteurs essentiels de réussite.

### Semis

**Profondeur :** maximum 2,5 cm.

**Ecartement moyen :** 45-50 cm.

Il est impératif de soigner l'implantation des betteraves.

**Différentes techniques d'implantation**

	Espacement inter-plants	Densité graines ou plants/ha	Intérêts	Limites
<b>Semis classique</b>	17 à 20 cm	115 000 à 130 000	Optimisation de la couverture du sol	Recours désherbage manuel fréquent
<b>Semis en rectangle</b>	30 cm	70 à 75 000	Limiter le temps de désherbage manuel grâce au binage dans les 2 sens	Fiabilité aléatoire Binage perpendiculaire nécessite une 2 <sup>ème</sup> bineuse
<b>Semis au robot</b>	17 à 20 cm	110 à 130 000	Simplification du parc matériel (le même robot sème et bine) Réduction du désherbage manuel	Coût du robot à amortir sur des surfaces suffisantes

*Chambre d'agriculture Hauts-de-France 2023*

**Date de semis :** début avril mi-avril (selon les régions).

**Densité :** 1,15 à 1,25 unités/ha (1 unité = 100 000 graines) soit un espacement de 17 à 18 cm entre graines. L'objectif est d'assurer une population récoltée proche de 90-100 000 plantes/ha.



Crédit : Chambre d'agriculture Hauts-de-France

*Semis de betteraves sucrières dans le Pas de Calais*

**FERTILISATION**

Les apports organiques sont à raisonner en fonction de la place dans la rotation.

La culture est particulièrement exigeante en potassium. Pour produire 60t de betterave sucrière, la culture exporte 30 U de P et 110 U de K.

**GESTION DES ADVENTICES**

Une mauvaise maîtrise impacte significativement le rendement. Il est primordial d'intervenir le plus tôt possible.

Les faux-semis sont indispensables. Il est recommandé d'en faire plusieurs, toujours à la même profondeur.

Il faut prévoir au moins 4 passages de désherbage mécanique.

A partir de 2 feuilles vraies, une première intervention est possible avec une herse étrille à dents indépendantes (type herse Treffler). La bineuse, à partir du stade 2 à 4 feuilles permet de gérer le salissement dans l'inter-rang. Lors des premiers binages, la bineuse peut être équipée de moulins permettant de poursuivre le désherbage au plus près des rangs. Il faut être attentif avec la roto-étrille en raison de son manque de sélectivité sur des betteraves jeunes.



Crédit : Chambre d'agriculture Hauts-de-France

*Intervention avec la herse étrille 20 jours après le semis*

Le désherbage manuel sera également incontournable si la pression d'adventices est trop élevée. Il s'envisage à partir du stade 6-8 feuilles de la culture.

## Efficacité des différents outils de désherbage mécanique sur betteraves

Outils / Stade	Radicule sortant de la graine	Levée coléoptile sort de la surface	Cotylédons	2 feuilles	De 4 à 12 feuilles	Après 12 feuilles
Houe rotative	Possible	Déconseillé	Déconseillé	Possible	Recommandé	Possible
Herse étrille à ressort	Possible	Déconseillé	Déconseillé	Recommandé	Recommandé	Possible
Herse étrille / Rotoétrille	Possible	Déconseillé	Déconseillé	Possible	Recommandé	Possible
Bineuse	Inadapté	Inadapté	Déconseillé	Avec PP	Recommandé	Possible
Doigt Kress	Déconseillé	Déconseillé	Déconseillé	Possible	Recommandé	Possible
Désherbage Manuel	Inadapté	Inadapté	Inadapté	Recommandé	Recommandé	Possible
Désherbage thermique	Recommandé	Déconseillé	Déconseillé	Déconseillé	Déconseillé	Possible
Ecimeuse	Inadapté	Inadapté	Inadapté	Inadapté	Inadapté	Recommandé

■ Inadapté ■ Déconseillé ■ Possible ■ Recommandé

PP : protège plants

Chambre d'agriculture de la Marne 2019 et Chambre d'agriculture Hauts de France 2023

La robotisation est également utilisée sur cette culture avec l'usage avec un système GPS RTK performant.

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Il existe peu de moyens de lutte contre les ravageurs souterrains comme le taupin, blaniule, tipule,... Semer sur un sol réchauffé et par un temps poussant est le meilleur moyen de prévenir les attaques de ravageurs.

Les dégâts de ravageurs aériens comme l'altise, le puceron, les pégomyies peuvent être limités par l'irrigation.

Le choix variétal reste le meilleur levier contre les maladies du feuillage.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

**Période :** de début octobre à début novembre.

**Valorisation :** en alimentation humaine, la culture se fait sous contrat et nécessite d'avoir une sucrerie à proximité.



### À savoir :

En 2023, les surfaces emblavées en betteraves sucrières ont été revues à la baisse pour la plupart des sucriers. En région Hauts-de-France, les producteurs biologiques envisagent la création d'une unité de transformation du sucre de la betterave.



### Pour aller plus loin :

Les guides préconisations bio de la région Hauts-de-France font état des travaux conduits sur la betterave biologique.

<https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/ressources/documents/le-document-en-detail/actualites/guide-de-preconisations-cultures-et-elevage-en-agriculture-biologique-2023/>.

# Blé dur



Céréale à paille particulièrement exigeante en azote, le blé dur bio s'adapte bien aux sols sains et du sud de la France, en privilégiant les zones pédoclimatiques avec une fin de cycle séchante. Ses besoins physiologiques sont d'environ 3.8 unités d'azote par quintal de rendement (selon les variétés).



## INTÉRÊTS

- Potentiel de rendement variable dans le temps.
- Période de semis étalée (octobre à février).
- S'adapte à tous les types de sols (sauf hydromorphes et avec un pH bas).
- Espèce autogame : adaptée aux semences de ferme.



## LIMITES

- Rendement sensible au potentiel du sol et au climat.
- Nécessite une alimentation azotée soutenue jusqu'à la floraison (protéines et mitadinage).
- Peu compétitif vis-à-vis des adventices pour les variétés courtes ou à port dressé.
- Nécessite un délai de retour important dans la rotation (risque de fusariose).

## CHOIX DES VARIÉTÉS

Le choix variétal impacte toute la conduite du blé dur depuis le semis. Selon l'objectif de l'agriculteur, les critères de choix de variétés à considérer sont :

- la capacité à valoriser l'azote en conditions limitantes de nutrition ;
- la précocité par rapport au type de sol et à la date de semis ;
- l'adaptation aux conditions climatiques locales et aux fortes chaleurs ;
- la résistance aux maladies (rouille jaune et brune, septoriose, oïdium, fusariose épis) et au mitadinage/rusticité ;
- la sensibilité à la germination sur pied ;
- le pouvoir couvrant et la compétitivité vis-à-vis des adventices ;
- la disponibilité en semences biologiques.

Ces critères sont à considérer en fonction des différentes conditions pédoclimatiques et donc des potentiels de rendements, des risques de maladies fongiques,... Par exemple, dans le Sud-Est, pour limiter les risques d'échaudage, les variétés précoces sont préconisées.

Il est important de diversifier les variétés dans l'assolement. L'étalement des précocités et des dates de semis réduit les risques liés aux aléas climatiques. Les pathogènes s'adaptent aux variétés les plus cultivées.

Le mélange de variétés est possible mais il est important de s'informer au préalable auprès de son colporteur afin qu'il prenne le lot mélangé.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

La place dans la rotation est à raisonner en fonction de critères liés à la nature du précédent : fourniture azotée indispensable et propreté de la parcelle.

Afin de limiter sa sensibilité au salissement et étant donné ses exigences en azote, il est préférable de positionner le blé dur derrière une légumineuse pluriannuelle de type luzerne ou sainfoin. Ce type de précédent reste le premier facteur de sécurisation de la nutrition azotée en bio. A rendement équivalent, les précédents légumineuses pluriannuelles permettent d'améliorer la teneur en protéines de 1 à 2 % tout en améliorant le rendement par rapport aux précédents céréales à paille.

En absence de légumineuses pluriannuelles, on peut placer le blé dur derrière une légumineuse annuelle.

Il est déconseillé de placer un blé dur derrière une autre céréale à paille, qui ne limiterait pas le salissement de la parcelle.

	Fourniture azotée	Propreté de la parcelle	Risques de maladies du pied	Risque de maladies du feuillage
Tournesol				
Blé, triticale, orge ou avoine				
Protéagineux (pois, féverole, soja)		Sur culture d'été		
Légumineuses fourragères				

■ Favorable à la culture suivante ■ Peu favorable

Chambre d'agriculture d'Occitanie 2023

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

Le blé dur s'accommode assez bien de différentes structures et notamment d'un lit de semences assez grossier. Il est important de ne pas trop affiner le lit de semences pour éviter les croûtes de battance ou favoriser la levée des adventices.

Il est conseillé de réaliser un faux-semis. Le labour n'est pas indispensable, mais il est conseillé en cas de forte infestation de graminées, notamment derrière une céréale à paille pour limiter les risques de maladies.

### Semis

**Profondeur :** 2-3 cm.

**Ecartement :** 12 à 20 cm.

- Avec binage : 20 à 30 cm.

**Date de semis :** du 20 octobre au 15 février (sur l'arc méditerranéen) et en novembre en plaine.

Les dates de semis sont variables selon les conditions et les régions. Les semis trop tardifs limiteront le tallage et seront plus sensibles aux stress hydriques printaniers du fait de leur plus faible enracinement.

Si les semis sont tardifs ou s'il y a désherbage mécanique, il est nécessaire d'augmenter la densité de semis pour compenser les pertes à la levée ou lors des passages d'outils (5 à 10 % de pertes de pieds à chaque passage).

### Densité

Type de sol	Objectif de peuplement (plantes/m <sup>2</sup> )	Densité de semis mini <sup>(1)</sup> (gr/m <sup>2</sup> )	Densité de semis maxi <sup>(1)</sup> (gr/m <sup>2</sup> )	Quantité de semences <sup>(2)</sup> mini (kg/ha)	Quantité de semences maxi (kg/ha)
Favorable : limon sain, argilo-calcaire profond	365	390	415	175	190
Séchant : gravier, argilo-calcaire superficiel, solognes	400	420	440	190	200
Humide : limon humide, argile,...	420	440	460	200	205

(1) mini = bonnes conditions de semis, maxi = conditions motteuses ou préparations trop fines ou charge en cailloux très élevée ou risque d'excès d'eau hivernal.

(2) pour un PMG moyen de 45 g.

Chambres d'agriculture de l'Aude, de l'Hérault et du Gers 2023



### Préconisation :

Un roulage peut être réalisé pour favoriser les futurs passages de herse étrille.

## CULTURES EN ASSOCIATION

Il est tout à fait possible de conduire le blé dur bio en association. Le choix de l'espèce associée va dépendre de la précocité de la variété de blé dur.

Pour une variété de blé précoce à semi-précoce, il est conseillé de l'associer au pois protéagineux.

Pour une variété semi-précoce à tardive, il est conseillé de l'associer avec de la féverole ou du pois fourrager. Pour un gain de protéines plus élevé du blé dur, il faut privilégier une association avec de la féverole.

L'association présente de nombreux atouts, tels que le contrôle du salissement mais surtout la sécurisation de la teneur en protéines. Attention toutefois, sur le plan commercial, seul le blé dur en pur sera acheté.



## FERTILISATION

### Besoins de la plante en NPK

- N : 3,8 U/q.
- P : 0,85 U/q.
- K : 0,45 U/q.

La gestion de l'azote est primordiale car il faut assurer une teneur en protéines suffisante au blé dur pour le commercialiser. Elle se fait avant tout à l'échelle de la rotation, en intégrant des légumineuses et des protéagineux. En l'absence d'effluents d'élevage sur la ferme, l'apport d'engrais extérieurs utilisables en AB est possible mais leur rentabilité est loin d'être évidente. En effet, il est difficile de faire concorder la minéralisation des engrais organiques avec les besoins du blé dur au cours de son développement (stade tallage/épi 1 cm notamment).

Les blés avec précédents luzerne, sont ceux qui présentent les meilleurs rendements.



Blé dur au stade 3 feuilles-début du tallage

### Fournitures du sol

#### Azote déjà absorbé par le blé

$$\text{Azote absorbé (kg N/ha)} = 10 + (\text{nb talles} \times 5)$$

En fonction du nombre de talles en sortie d'hiver.

Effet du précédent	kg N/ha
Luzerne, trèfle > 1 an	+60 à 80
Féverole	+30
Pois, lentilles, haricots, lupin, trèfle < 1 an	+40 à 60
Associations protéagineux + céréale	+15
Colza, betterave, pommes de terre	+20
Lin, chanvre, sarrasin, maïs ensilage	0
Céréales pailles exportées	0
Céréales pailles enfouies	-20
Maïs grain, tournesol	-10

Chambres d'agriculture d'Occitanie 2023

Selon les conditions climatiques de l'année, les couverts à base de légumineuses peuvent permettre d'apporter de l'azote organique au blé dur qui suit. Cette démarche reste une stratégie opportuniste.

#### Effet direct des apports de matières organiques à l'automne

		A multiplier par la dose N totale apportée (kg N/ha)
Composts	0 %	
Fumiers	10 %	
Engrais organiques	10 à 15 %	
Vinasses	15 %	

Chambre d'agriculture d'Ile-de-France 2016 et Chambres d'agriculture d'Occitanie 2023

### Bilan

Disponibilité de l'azote l'année de l'apport	Type	Composition majeure du produit	Époque d'apport conseillée en céréales d'hiver
Très élevée à élevée	Engrais	Guano Farine animales (sang, plumes)	De la sortie d'hiver à fin mars
Élevée à modérée		Farines animales (viande, os) Fientes de volailles Tourteau de ricin Vinasses de betteraves	Le plus tôt possible à la sortie d'hiver
Modérée à faible	Amendement	Fumier de bovin Fumier de volailles	Automne (sur le couvert ou sur sol nu)
Très faible		Compost de fumier ou de déchets verts Bois raméal fragmenté Broyats de branchage	Automne (sur le couvert ou sur sol nu) Déconseillé sur céréales

Chambre d'agriculture d'Occitanie 2023

## GESTION DES ADVENTICES

La gestion des adventices est l'un des premiers facteurs limitant du rendement des céréales à paille en AB. L'ensemble des leviers combinés (rotation, travail du sol, gestion de l'interculture, pratiques culturales à la parcelle et désherbage mécanique) permet une gestion plus durable des adventices.

Le blé dur est très sensible au salissement. La culture est limitée au niveau du tallage et donc possède une moindre capacité de recouvrement.

Les solutions préventives à privilégier sont les suivantes :

- implanter le blé dur sur une parcelle propre (derrière une prairie ou culture couvrante, de préférence en début de rotation) et suivant un précédent favorable à la restitution d'azote (légumineuses, protéagineux,...) ;
- assurer une bonne implantation de la culture (régularité) ;
- fertiliser à l'automne au besoin pour favoriser le bon démarrage de la culture ;
- déchaumages successifs dès la récolte du précédent ;
- labours peu profonds peu recommandés (salissement, maladies, limaces) ;
- destruction du faux-semis quelques jours avant le semis de la céréale (évite le développement du vulpin) ;
- retarder le semis.



### Précaution :

Compte tenu des fourchettes d'intervention en désherbage mécanique relativement réduites en cas de retard de semis, certains agriculteurs choisissent une stratégie inverse. En avançant la date de semis, ils ont une plus grande fourchette d'intervention pour pratiquer le binage. Toutefois, cela peut augmenter certains autres facteurs comme le risque d'invasion de pucerons.

Les solutions curatives mécaniques sont les suivantes :

Stade des céréales	Pré levée	Pointant-1 feuille	2-3 Feuilles	Tallage et +
Bineuse				
Houe rotative				
Herse étrille				

■ Passage favorable ■ Passage peu favorable ■ Passage à proscrire  
Chambres d'agriculture de l'Aude, de l'Hérault et du Gers 2023

Il est important d'intervenir sur des adventices peu développées. En effet, après le stade 3 feuilles des adventices, la plupart des outils de désherbage mécanique sont peu efficaces.

La bineuse laisse souvent une plus grande marge de manœuvre et permet d'intervenir dans de meilleures conditions sur des adventices plus développées.



### Précaution :

Toutes les interventions sur sols humides sont à proscrire pour ne pas engendrer des tassements.

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

### Maladies principales

Septoriose, rouille jaune et brune, fusariose, carie du blé.

### Solutions préventives

- Diversifier les espèces au sein de la rotation ;
- Eliminer les précédents à risques (ex. maïs et sorgho pour la fusariose,...) ;
- Choisir des variétés résistantes ou tolérantes ;
- Mélanger plusieurs variétés (3 à 5) pour limiter les risques de propagation des maladies et additionner les atouts des différentes variétés (résistances aux maladies, couvertures,...).

### Solution curatives

- Utilisation de semences de fermes analysées et traitées avec des produits autorisés ou des semences certifiées (carie du blé).

## RÉCOLTE ET VALORISATION

Le blé dur doit être récolté le plus tôt possible. En effet, les orages de fin de cycle peuvent dégrader la qualité du blé dur en quelques jours. Un suivi de la dessiccation des grains s'avère pertinent.

Le taux d'humidité souhaité à la récolte est de 14,5 % et dans l'idéal le blé dur est récolté sans impuretés. Un séchage peut-être effectué si le blé est trop humide. Un pré-nettoyage est recommandé afin d'éliminer l'humidité dans le grain.

Le débouché principal du blé dur bio en France est la semoulerie, ce qui exige des teneurs en protéines d'un minimum de 12,5 %.

### Normes de commercialisation :

- PS > 78 kg/hl.
- Humidité : < 14,5 %.
- Protéines : > 12,5 %.
- Impuretés : < 2 %.
- Mitadins : < 50 %.
- Grains fusariés : < 30 %.

Ces normes vont dépendre en grande partie de l'opérateur économique auquel on vend sa production. Ces exigences de qualité correspondent aux filières longues. Les filières courtes peuvent être moins exigeantes.



### Pour aller plus loin :

Vous pouvez retrouver plus de détails, sur le choix variétal ou encore sur les conditions de rentabilité du blé dur bio dans le projet « Biodur-PACA » conduit entre 2019 et 2022 :

<https://paca.chambres-agriculture.fr/les-actualites-proches-de-vous/detail-de-lactualite/actualites/nouveau-les-fiches-techniques-ble-dur-bio-disponibles-des-maintenant/>

# Blé tendre d'hiver



Le blé tendre s'adapte très bien à tous les types de sol.

## INTÉRÊTS



- Potentiel de rendement stable dans le temps.
- S'adapte à tous les types de sol, sauf ceux avec un pH bas.
- Espèce autogame : adaptée aux semences de fermes et à la sélection paysanne.
- Choix variétal important.
- Culture à valeur ajoutée.

## LIMITES



- Rendement sensible au potentiel du sol.
- Nécessite une alimentation azotée soutenue jusqu'à la floraison.
- Vigilance sur les semences vis-à-vis de la carie.
- Peu compétitif vis-à-vis des adventices pour les variétés courtes ou à port dressé.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

Le choix de variétés se fait selon :

- la précocité par rapport au type de sol et à la date de semis ;
- la résistance aux maladies (rouille jaune et brune, septoriose, oïdium, et fusariose épis)/rusticité ;
- le pouvoir couvrant/compétitivité vis-à-vis des adventices ;
- L'objectif visé :
  - meunerie : PS, teneur en protéines et note de panification ;
  - élevage : rendement et production de paille.
- la sensibilité à la germination sur pied.

Il est important de diversifier les variétés dans l'assolement, l'étalement des précocités et des dates de semis réduit

les risques liés aux aléas climatiques. Les pathogènes s'adaptent aux variétés les plus cultivées.

Le mélange de variétés est également possible, mais il est important de s'informer auprès de son collecteur au préalable afin qu'il reprenne le lot mélangé.



### Précaution :

Depuis quelques années, des travaux sont effectués pour développer les variétés anciennes. Ces semences sont disponibles auprès de certaines structures.

Cependant, il faut faire attention aux aspects réglementaires qui concernent la transmission de ces semences et surveiller leur qualité sanitaire.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

La place dans la rotation est à raisonner en fonction de critères liés à la nature du précédent : fourniture azotée, propreté de la parcelle et maladies.

	Fourniture azotée	Propreté de la parcelle	Risque de maladies du pied	Risque de maladies du feuillage
Tournesol, maïs, sorgho				
Blé, triticale, orge				
Protéagineux (pois, féverole, soja) ou avoine		sur culture d'été notamment		
Légumineuses fourragères (luzerne, trèfle violet) ou prairies riches en légumineuses				

■ Très favorable à la culture suivante ■ Favorable à la culture suivante ■ Peu favorable ■ Très défavorable ■ Indifférent

Chambre d'agriculture des Pays de la Loire 2003

### MÉTHODE D'IMPLANTATION

#### Préparation du sol

Le blé s'accommode assez bien à différentes structures de sol et notamment à un lit de semences assez grossier. Il est important de ne pas trop affiner le lit de semence pour éviter les croutes de battance et de favoriser la levée des adventices.

Le labour n'est pas indispensable, mais il est fortement conseillé en cas de forte infestation de graminées, ou derrière un maïs ou une céréale à paille pour limiter les risques de maladies.

#### Semis

**Profondeur** : 2 à 3 cm.

**Écartement moyen** : 15 à 17 cm.

- Avec binage : 20 à 30 cm.

- Sans binage : < 12 cm. Il est recommandé d'avoir un écartement faible pour limiter les adventices.

#### Densité de semis en période optimale de semis

Type de sol	Objectif de peuplement (plantes/m <sup>2</sup> )	Densité de semis mini <sup>(1)</sup> (gr/m <sup>2</sup> )	Densité de semis maxi <sup>(1)</sup> (gr/m <sup>2</sup> )	Quantité de semences <sup>(2)</sup> mini (kg/ha)	Quantité de semences maxi (kg/ha)
Favorable : limon sain, arglo-calcaire profond	250 à 300	280	330	140	165
Séchant : gravier, argilo-calcaire superficiel, solognes	300 à 325	330	370	165	185
Humide : limon humide, argile	350 à 375	380	430	190	215

(1) mini = bonnes conditions de semis, maxi = conditions motteuses ou préparations trop fines ou charge en cailloux très élevée ou risque d'excès d'eau hivernal.

(2) pour un PMG moyen de 50 g.

Arvalis Institut du Végétal, ITAB 2016 et Chambre d'agriculture du Gers 2023



#### Préconisation :

Si les semis sont tardifs ou s'il y a désherbage mécanique, il est nécessaire d'augmenter la densité de semis pour compenser les pertes à la levée ou lors des passages d'outils (5 à 10 % de perte de pied à chaque passage).

**Date de semis** : du 20 octobre au 10 novembre en plaine.

Augmenter de 20 % en cas de semis tardif, c'est-à-dire 15 jours après la date habituelle (lutte contre la folle avoine).

## CULTURES EN ASSOCIATION

Il est tout à fait possible de produire du blé panifiable en association. Le choix de l'espèce associée va dépendre de la précocité de la variété de blé.

Pour une variété de blé précoce à semi précoce, il est conseillé de l'associer avec du pois protéagineux.

Pour une variété semi précoce à tardive, il est conseillé de l'associer avec de la féverole ou du pois fourrager. Pour un gain en protéines du blé plus élevé, il faut privilégier une association avec de la féverole.

## FERTILISATION

### Besoins de la plante en NPK

- N : 3 U/q.
- P : 1,2 kg/q.
- K : 1,8 kg/q.

La gestion de l'azote se fait avant tout à l'échelle de la rotation, en intégrant des légumineuses et protéagineux dans la rotation. En l'absence d'effluents d'élevage sur la ferme, il est possible d'apporter certains engrais extérieurs autorisés en AB, mais attention : leur rentabilité est loin d'être évidente. Les blés avec précédents luzerne par exemple, sont ceux qui ont les meilleurs rendements.

### Fertilisation azotée

Fournitures du sol.

#### Azote déjà absorbé par le blé

$$\text{Azote absorbé (kg N/ha)} = 10 + (\text{nb talles} \times 5)$$

En fonction du nombre de talles en sortie d'hiver.



#### Pour aller plus loin :

Vous pouvez vous référer aux travaux du Groupe Régional d'Expertise Nitrates (GREN) de votre région.

Effet du précédent	kg N/ha
Luzerne, trèfle >1 an	+40
Féverole	+30
Pois, lentilles, haricots, lupin, trèfle <1 an	+20
Association protéagineux + céréale	+15
Colza, betterave, pommes de terre	+20
Lin, chanvre, sarrasin, maïs ensilage	0
Céréales pailles exportées	0
Céréales pailles enfouies	-20
Maïs grain, tournesol	-10

Effet des CIPAN	kg N/ha		
	Faible	Moyen	Fort
Légumineuses	+10	+20	+30
Crucifères, Ray-grass	+5	+10	+15
Phacélie, Graminées	0	+5	+10

#### Effet direct des apports de matières organiques à l'automne

		à multiplier par la dose N totale apportée (kg N/ha)
Composts	0 %	
Fumiers	10 à 15 %	
Engrais organiques	5 à 15 %	
Vinasses	15 à 20 %	

Chambre d'agriculture d'Ile-de-France 2016 et Chambre d'agriculture du Gers 2023

## Bilan

Disponibilité de l'azote l'année de l'apport	Type	Composition majeure du produit	Époque d'apport conseillée en céréales d'hiver
Très élevée à élevée	Engrais	Guano, Farines animales (sang, plumes) Vinasses de betteraves	De la sortie d'hiver à fin mars
Élevée à modérée		Farines animales (viande, os) Fientes de volailles Tourteau de ricin Vinasses de betteraves	Le plus tôt possible à la sortie d'hiver
Modérée à faible	Amendement	Fumier de bovins Fumier de volailles	Automne (sur le couvert ou sur sol nu)
Faible à très faible		Compost de fumier ou de déchets verts	Automne (sur le couvert ou sur sol nu)

Chambre d'agriculture Grand Est 2016 et Chambre d'agriculture du Gers 2023

### Fertilisation en P et K

Le blé est une culture peu exigeante en P et K, surtout en bio où le potentiel de rendement est plus faible. Un apport de fumier ou compost tous les 3 à 5 ans peut être suffisant pour compléter les fournitures du sol, et ainsi subvenir aux besoins du blé.

Dans les sols sableux, naturellement plus pauvres en P et K, il faut privilégier des apports plus faibles mais plus réguliers (tous les ans ou tous les 2 ans).

L'absence d'un de ces deux éléments peut avoir des conséquences importantes sur le rendement.

### GESTION DES ADVENTICES

En agriculture biologique, les solutions préventives sont toujours à privilégier par rapport aux curatives (désherbage mécanique), parfois difficiles à optimiser (météo, stade des adventices,...).

#### Solutions préventives

- Essayer d'implanter un blé sur une parcelle propre (derrière prairie ou culture couvrante, de préférence en début de rotation), et derrière un précédent favorable à la restitution d'azote (légumineuses, protéagineux,...) ou derrière un précédent qui ne soit pas une culture d'hiver ;
- favoriser la culture par une bonne implantation, régulière ;
- fertiliser au besoin pour favoriser le bon démarrage de la culture ;
- choisir une variété adaptée (couvrante au démarrage, port de feuille de préférence tombant,...) ;
- labours agronomiques recommandés (si salissement, maladies, limaces) ;
- déchaumages successifs dès la récolte du précédent ;
- destruction du faux-semis quelques jours avant le semis de la céréale (évite développement du vulpin) ;
- retarder le semis<sup>(1)</sup>.

*(1) Compte tenu des fourchettes d'intervention en désherbage mécanique relativement réduites en cas de retard de semis, certains agriculteurs choisissent une stratégie inverse. En avançant la date de semis, ils ont une plus grande fourchette d'intervention pour pratiquer le binage. Cela augmente cependant le risque d'invasion de pucerons.*

#### Solutions curatives

Curatif : interventions mécaniques et manuelles				
Stade des céréales	Pré levée	Pointant-1 feuille	2-3 Feuilles	Tallage et +
Bineuse				
Houe rotative				
Herse étrille				

Chambre d'agriculture Grand Est 2016

Il est important d'intervenir sur des adventices peu développées. En effet, après le stade 3 feuilles de ces adventices, la plupart des outils de désherbage mécanique sont peu efficaces.

### GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

#### Maladies principales

Septoriose, rouille jaune et brune, fusariose, carie du blé.

#### Solutions préventives

- Diversifier les espèces au sein de la rotation ;
- Choisir des variétés résistantes ou tolérantes ;
- Éliminer les précédents à risques (ex. maïs et sorgho pour la fusariose ; blé, orge et triticale pour le piétin verse) ;
- Analyser et traiter contre la carie ;
- Mélanger plusieurs variétés (3 à 5) pour limiter les risques de propagation des maladies et additionner les atouts des différentes variétés (résistance aux maladies, couvertures,...).



#### Précaution :

Certains collecteurs n'acceptent pas les mélanges de variétés en parcelle, il faut vérifier auprès de votre collecteur avant le semis.

#### Solutions curatives

- Utilisation de semences traitées ou de semences certifiées (carie du blé).

### RÉCOLTE ET VALORISATION

Le taux d'humidité souhaitée à la récolte est de 14,5 %, et dans l'idéal le blé est récolté sans impuretés. Un séchage peut être effectué si le blé est trop humide.

Un nettoyage peut également être effectué si nécessaire afin d'éliminer tous les déchets susceptibles d'entretenir l'humidité dans le grain.

Le principal débouché du blé tendre en France est la meunerie ce qui exige des taux de protéines d'un minimum de 10,5.

#### Normes

- PS : 76.
- Humidité : < 15 %.
- Protéines : > 10,5 %.
- Impuretés : < 2 %.
- Temps de chute Hagberg : > 250.
- blé panifiable minimum en bio : > 180.

Association nationale de la meunerie française 2011

Ces normes vont dépendre en grande partie de l'opérateur économique auxquels l'on vend la production.



#### À savoir :

Ces exigences de qualité correspondent aux filières longues. Les filières courtes sont souvent moins exigeantes.

# Blé tendre de printemps



Adapté à tous types de sols avec un pH supérieur à 6,2. Il craint cependant les phénomènes de battance à la levée.



## INTÉRÊTS

- Permet de réaliser des faux-semis à l'automne (folle avoine).
- Bonne valorisation de l'azote d'un engrais vert.
- Rompt la rotation par rapport à une succession de cultures d'hiver.
- Valorise bien les fertilisants azotés incorporés au semis, la plupart du temps taux de protéines plus élevé qu'un blé d'hiver et le rendement est moindre.



## LIMITES

- Nécessite des sols à bonne réserve hydrique et à bonne structure.
- Nécessite une alimentation azotée soutenue jusqu'à la floraison.
- Doit être récolté rapidement, dès la maturité, sinon risque de baisse de PS.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

### Critères de choix des variétés

- **Tolérance aux maladies<sup>(1)</sup>** : pas d'impasse sur les tolérances aux rouilles jaunes et brunes, et à l'oïdium. Il faut également éviter les cultivars trop sensibles au piétin verse et à la septoriose.
- **PS** : c'est le critère de pénalité principal, ne retenir que les cultivars à PS élevé.
- **Aristation (barbes)** : si présence de gibier, ne retenir que les cultivars aristés.

(1) Associer avec la précocité.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Deux positions possibles : soit après une prairie temporaire, soit après une légumineuse à graines, pour d'une part limiter le salissement et d'autre part disposer d'azote.

### MÉTHODE D'IMPLANTATION

#### Préparation du sol

Contrairement au blé d'hiver, le blé de printemps tolère mal les problèmes de structure du sol. Celui-ci doit être aéré en profondeur et uniforme.

#### Semis

**Date de semis** : du 1<sup>er</sup> janvier au 25 février (Sud-Ouest), 1<sup>er</sup> février au 15 mars (Bourgogne), mi-février à début mars (Bretagne).

**Densité de semis** : au moins 450 g/m<sup>2</sup>, viser 450 à 480 pieds levés pour contrôler les adventices, les passages de herse étrille post-levée n'étant pas réalisables tous les ans.

**Écartement de semis** : de 12 à 17,5 cm, possible à 25 cm si rangs jumelés. Maintenir une forte densité de pieds par m<sup>2</sup>.

**Profondeur de semis** : 2 à 2,5 cm, minimum requis pour passer la herse étrille en aveugle avant la levée. Soigner le semis pour obtenir une levée rapide et homogène.

### FERTILISATION

Le blé tendre de printemps valorise bien les engrais verts à base de légumineuses (attention aux aspects réglementaires régionaux, CIPAN) ou encore la fertilisation azotée enfouie sous le lit de semence (entre 5 et 7 cm). En effet, les apports d'azote pour le blé de printemps sont bien adaptés aux conditions de minéralisation. Ils interviennent au plus tard au printemps, la plante peut ainsi profiter de la minéralisation naturelle.

Le blé tendre de printemps est aussi sensible au manque de phosphore.

## GESTION DES ADVENTICES

Les céréales de printemps permettent de couper le cycle des adventices d'automne au sein de la rotation. En début de culture, les céréales empêchent très peu le développement des adventices, mais une fois que la culture couvre bien le sol, les adventices sont bien étouffées.

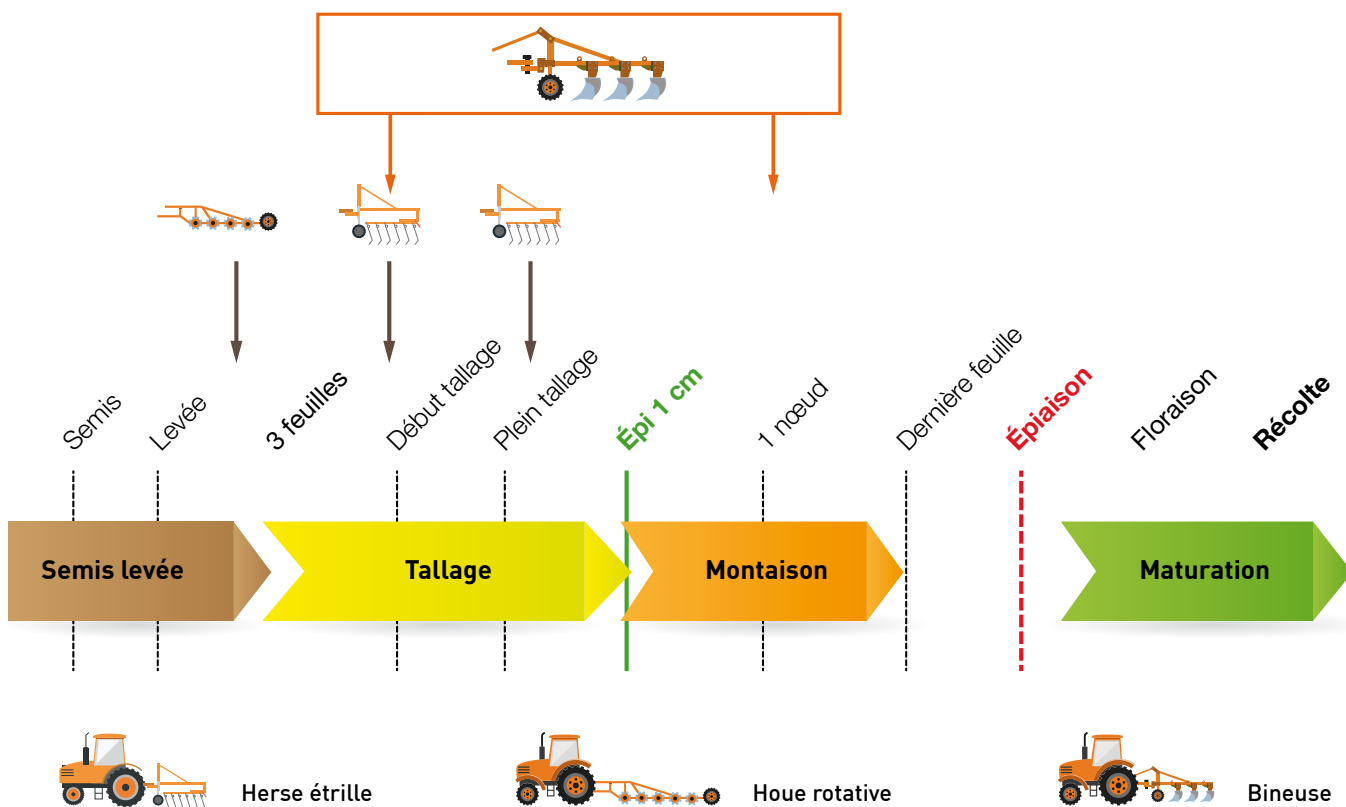
### Méthodes préventives

- **Choix variétal** : la vitesse de croissance et le tallage des céréales ont une influence très importante sur l'effet étouffant des adventices.
- **Rotation** : ne pas utiliser une paille comme précédent du blé, préférer une légumineuse fourragère ou à graines.

### Méthodes curatives

Le blé tendre de printemps est plus sensible au stress causé par les désherbages mécaniques successifs.

- **Houe rotative** : 1<sup>er</sup> passage au stade 2 feuilles.
- **Herse étrille** : attendre 3-4 feuilles avant d'intervenir. Réaliser 1 ou 2 passages plus agressifs avant que le tallage ne soit trop important.
- **Binage** : 2 passages de bineuse à partir du stade début tallage jusqu'à 1 ou 2 nœuds (si grand écartement) sont possibles si le blé est semé avec un inter rang important (20 à 35 cm en fonction du semoir).



## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Le blé tendre de printemps reste sensible à la septoriose, à l'oïdium et aux rouilles brunes et jaunes. Certains cultivars sont très sensibles au piétin verse et ne conviennent pas en blé sur blé.

Le choix variétal est important afin de limiter les pertes de rendement dues aux maladies.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

**Période** : mi-juillet jusqu'à septembre. Elle se fait à 15 % d'humidité.

**Norme de commercialisation** : idem blé tendre d'hiver.

**Rendements** : le rendement du blé tendre de printemps est fortement lié à la réserve utile du sol et à la qualité de son enracinement. En conséquence, les rendements observés en sol superficiel et dans le sud de la France ont une variabilité plus grande.

En fonction des conditions culturales et de la fertilisation, le rendement moyen est de 20 à 60 q/ha.



# Chanvre



Cette culture peut être cultivée à la fois pour sa graine (chènevis) ou pour sa fibre, destinée à l'industrie. Il faut éviter de l'implanter sur des sols trop acides. Sa racine pivotante profonde lui procure une certaine tolérance à la sécheresse.

## INTÉRÊTS



- Diversification de la rotation (famille non présente dans les rotations et culture de printemps).
- Plante très couvrante, nettoyante (effet allélopathique).
- Non sensibilité aux ravageurs et maladies courantes.
- Diversification des débouchés.

## LIMITES



- Culture uniquement sous contrat.
- Stockage de la paille (volume).
- Besoins en azote importants.
- Séchage complexe et rapide du chènevis.
- Culture non adaptée aux sols superficiels.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

Actuellement, les mêmes variétés sont utilisées pour la production de paille et de graines.

Il faut cependant adapter la précocité au mode de culture. En « mode non battu », la plante entière est récoltée, il est préférable d'opter pour des variétés tardives afin de maximiser le rendement en paille.

En « mode battu », le grain (chènevis) est récolté avant la paille. Il faut choisir de préférence des variétés précoces ou mi-précoces, qui offrent le meilleur compromis grains-paille.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Les précédents permettant les meilleurs rendements sont ceux laissant de forts reliquats : prairie, légumineuse.

En règle générale, cette culture est implantée derrière une céréale, un légume ou une culture ayant engendré un égrainage important d'adventices.



### À savoir :

En sol très bien pourvu, cette culture peut atteindre 3 m de haut.



Credit : Chambre d'agriculture Ile-de-France

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

Il faut privilégier les sols bien aérés. Le chanvre, notamment à l'implantation, souffre de situations hydromorphes et de structures tassées.

Un labour agronomique (20 cm), puis une reprise permettant un lit de semence assez fin semble la stratégie la plus couramment utilisée.

### Semis

**Période de semis** : de début avril à début mai. Il faut que le sol soit suffisamment réchauffé (100°C jours entre le semis et la levée), quitte à décaler le semis à début juin.

**Écartement** : semer en ligne avec un semoir à socs classiques, avec un écartement de 10 à 17 cm.

**Profondeur de semis** : 2 à 3 cm.

**Densité** : plus la densité est importante, plus les tiges de chanvre seront fines et courtes. Pour une densité de semis de 40 à 50 kg/ha, le peuplement espéré sera de 200 à 250 plantes levées/m<sup>2</sup>.

## FERTILISATION

Pour un rendement de 8 t/ha de paille et 10 q/ha de grains, les besoins sont de :

- N : 100 U.
- P2O5 : 50 U.
- K2O : 150 U.
- CaO : 320 U.

## GESTION DES ADVENTICES

Une implantation en conditions réchauffées assure un développement rapide et permet ainsi de s'abstenir de tout désherbage mécanique. La réalisation d'un faux-semis est également recommandée.

Le pouvoir étouffant du chanvre vis-à-vis des adventices, dévient rapidement très performant au point d'étouffer toutes les mauvaises herbes. Néanmoins, dans le cas où le chanvre est enherbé, il faut savoir que la culture résiste très bien au désherbage mécanique. Une intervention à la herse étrille, houe rotative ou bineuse est donc envisageable.

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Le seul problème sanitaire connu est l'orobranche rameuse. Il faut pour cela éviter de revenir trop souvent en chanvre ou en luzerne sur une même parcelle.



### Précaution :

La graine de chènevis est très appétente pour les oiseaux jusqu'à stade 4 feuilles. Il faut effaroucher les oiseaux dès le semis.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

La récolte s'effectue 4 à 6 semaines après la date de pleine floraison, c'est-à-dire courant septembre. La période de récolte est très étalée et peut aller de mi-août à début octobre selon le bassin de production.

Le mode de récolte le plus courant en agriculture biologique est le mode battu. Il peut se faire en un ou deux passages. Si l'on récolte en deux passages, il faut d'abord ramasser le grain avec une moissonneuse-batteuse. Le débit de chantier est de 1,5 ha/h.

Si l'on récolte en un passage, il faut utiliser une barre de coupe spécifique au chanvre avec deux niveaux modulables qui s'adaptent sur une moissonneuse. Le débit de chantier est de 1,5 à 2 ha/h.

Le chanvre peut être valorisé sous deux formes.

### Le chènevis

- **Alimentation animale** : oisellerie, appât de pêche.
- **Alimentation humaine** : huile, graines décortiquées.
- Cosmétiques.

### La paille

- **Chènevotte** : litière pour animaux, paillage, béton de chanvre.
- **Fibres** : papeterie spécialisée, laine d'isolation.
- **Poussière** : combustible, amendement organique.

# Colza



Étant donné la forte exigence du colza en azote, il est conseillé de l'implanter dans un sol moyen à profond car son système racinaire pivotant pourra explorer un volume de sol important pour l'alimenter en éléments fertilisants et en eau.

En raison de sa grande sensibilité aux ravageurs, il faudra éviter de choisir une parcelle bio isolée au milieu d'une zone de production de colza conventionnel.



## INTÉRÊTS

- Plante riche en matière grasse.
- Adaptée aux zones froides.
- Bonne couverture du sol en hiver.
- Bon reliquat azoté.
- Améliore la structure du sol par ses racines pivotantes à implantation profonde.
- Permet d'allonger la rotation et de diversifier l'assolement.
- Culture pouvant être sarclée.



## LIMITES

- Exigence en azote sur les phases de démarrage et reprise de végétation.
- Sensibilité aux insectes ravageurs.
- Pas d'hydromorphie.
- Difficile dans les zones à forte concentration de cultures de colza conventionnelles.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

### Critères de choix des variétés :

- la vigueur au démarrage ;
- la résistance aux maladies et aux insectes ravageurs (selon secteur) ;
- la sensibilité à l'élongation automnale, les variétés capables de repos végétatif au cours de l'hiver minimisent les risques d'élongation et donc de *Phoma* ;
- la durée de l'intervalle boutons-accolés-floraison : elle doit être la plus courte possible pour limiter la durée de sensibilité aux méligèthes.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

En agriculture biologique, le colza ne peut pas être considéré comme une tête de rotation compte tenu de ses forts besoins en azote. Le délai de retour du colza est de 5 ans.

Situation	Précédents
Exploitation céréalière	Suite à une céréale à paille, binée, ou à une légumineuse ou une culture à bons reliquats azotés. Ex. prairie, luzerne, pois, féverole ou mélange céréalière
Système de polyculture élevage	Si la matière organique est disponible sur la ferme, il est conseillé de placer le colza derrière un précédent à récolte précoce pour permettre l'apport de matière organique suffisamment tôt.

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

Dans la mesure du possible, il est important d'exporter les pailles de la céréale précédente ce qui permet de favoriser la préparation d'un lit de semences favorable, d'éviter les attaques de limaces et les problèmes de faim d'azote.

Le travail du sol avant le semis doit se raisonner en fonction de deux contraintes :

- la fréquence des pluies estivales (donc selon le risque d'assèchement de l'horizon de surface faisant suite à un travail du sol) ;
- la pression des adventices.

En conditions de risques d'assèchement importants, il est conseillé de modérer autant que possible les interventions culturales afin de garder l'humidité du sol et ainsi favoriser une levée rapide et homogène du colza.

En situations moins contraintes en eau, le labour n'est pas indispensable, mais il est fortement conseillé (sauf en sols argileux) notamment pour la lutte contre les adventices. Si le labour n'est pas pratiqué, il est encore plus important de réaliser des faux-semis, dans la mesure du possible en tenant compte des dates de semis et des récoltes de précédents.

Il faut s'assurer que le sol soit fissuré en profondeur pour que les pivots descendent. Éviter les semelles superficielles (outils animés) et rechercher un lit de semences fin pour une levée homogène.

### Semis

**Profondeur de semis** : 1 à 2 cm.

Il est important de semer sur sol affiné sans débris de matière organique en surface et de bien rouler les semis afin de limiter les cavités du sol (qui favorisent les limaces) et de maximiser le contact graine/sol.

Dans le cas d'une implantation dans une situation de bonne disponibilité en azote, et où le risque d'avoir beaucoup d'adventices estivales est faible, il faut privilégier des semis précoces, c'est-à-dire 2 semaines avant la date préconisée.

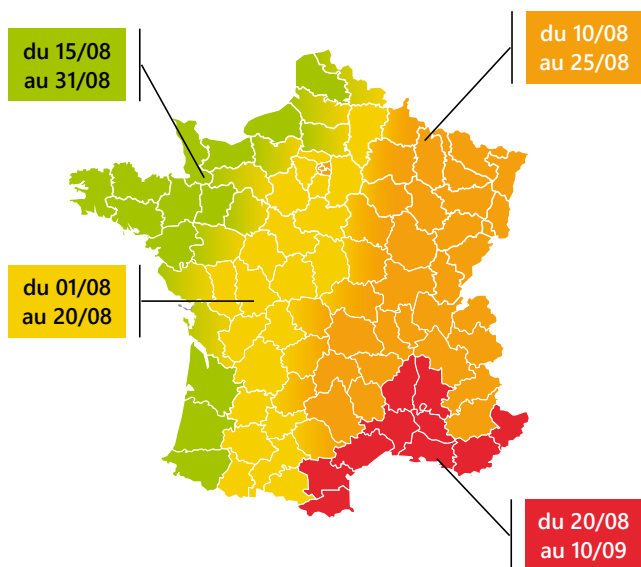
L'objectif est d'obtenir :

- dès la levée, des colzas déjà robustes capables de résister aux insectes ;
- en automne des colzas bien développés pour qu'ils puissent concurrencer les mauvaises herbes et résister aux attaques d'insectes.

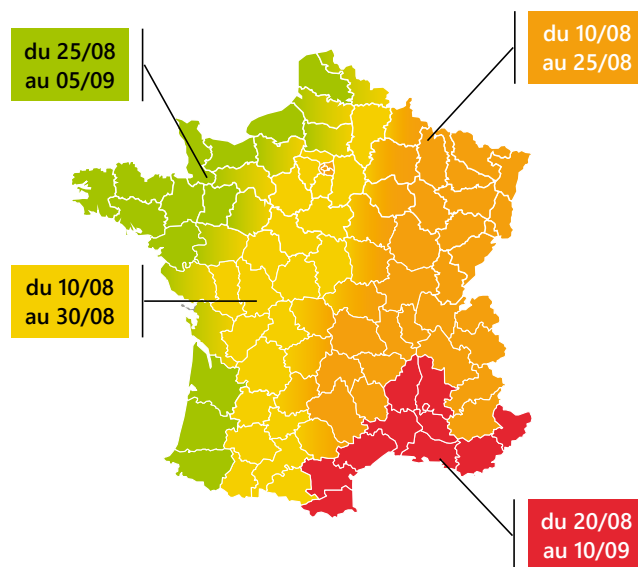
Un colza avec une biomasse importante et homogène sera d'autant plus résistant aux attaques d'insectes au printemps. Le rendement sera ainsi plus élevé.

### Périodes de semis conseillées selon les régions

Sols argileux, superficiels et à faible disponibilité d'azote à l'automne



Sols profonds et/ou à forte disponibilité d'azote à l'automne



■ Climat océanique ■ Climat océanique dégradé ■ Climat semi-continentale dégradé ■ Climat méditerranéen

Terres Inovia 2023



### Préconisation :

Soyez prêt à semer en début de période, puis déclenchez le semis dans cette plage si les conditions sont propices.

## Recommandations pour les semis

Conditions	Semoir monograin		Semoir à céréales	
	gr/m <sup>2</sup> *	kg/ha**	gr/m <sup>2</sup> *	kg/ha**
Semis précoces, bon lit de semences, peu de limaces	50 à 65	2 à 3,2	70 à 85	2,8 à 4,2
Semis normal, lit de semences moyen	55 à 70	2,2 à 3,5	85 à 100	3,4 à 5
Semis tardif, lit de semence défavorable	65 à 100	2,6 à 5	100 à 120	4 à 6

\* Valeur pour des semences de fermes, semis de 2 à 4 cm de profondeur, selon l'humidité du sol.

\*\* Pour un PMG de 4 à 5 g.

D'après le FIBL (corrigé contexte français), Chambre d'agriculture de Franche-Comté et Groupe Technique AB Franche-Comté 2012

## FERTILISATION

Le colza est une culture exigeante en azote (7 kg/q produit) et en phosphore (1,5 U/q produit). C'est une culture qui valorise très bien la matière organique apportée avant le semis, car il a la particularité de pouvoir valoriser l'azote très tôt au cours de son cycle et de la remobiliser au printemps.

Une fertilisation au semis est vivement recommandée pour assurer la réussite de la culture. Cette fertilisation peut être évitée si le précédent et/ou les caractéristiques du sol conduisent déjà à une bonne disponibilité en azote au moment de la levée.

Bien que cet apport soit fortement recommandé, s'il n'a pas pu être amené au semis, une fertilisation de printemps peut être réalisée à partir de la sortie de l'hiver. Il faudra choisir un produit à minéralisation rapide.

## GESTION DES ADVENTICES

La maîtrise des adventices passe avant tout par la rotation et le développement rapide de la culture. Un labour et des faux-semis peuvent également être pratiqués avant l'implantation de la culture.

La stratégie de l'étouffement consiste (lorsque les conditions le permettent) à réaliser un semis précoce (autour du 15 août) pour favoriser une levée précoce et un développement rapide et important du colza dès les premiers stades.

Il faut pour cela un peuplement minimum de 30 à 40 pieds/m<sup>2</sup>, ainsi qu'une bonne disponibilité en azote dès la levée.

Le désherbage mécanique vient en complément.

Toutefois, pour des semis à grand écartement, le binage du colza est en général assez efficace et peut être réalisé sur une période large.

Stade du colza	Prélevée	A cotylédons	B1 1 feuille	B2 2 feuilles	B3 2 feuilles	B4 4 feuilles	B5 à C1-C2 5 feuilles à reprise de végétation
Houe rotative*							(1)
Herse étrille*					(2)		
Bineuse					(3)		

■ Passage adapté au stade du colza    ■ Passage déconseillé    ■ Passage conditionné    ■ Passage à proscrire

\* En prévision des passages en plein, augmentez la densité de semis de 10 % et semez un peu plus profond pour limiter l'impact sur le peuplement du colza.

(1) Attention, passage tardif : observez bien le stade des adventices !

(2) Veillez à ne pas être trop agressif !

(3) Équipement protège-plants.

Terres Inovia 2023

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

## Limaces

- Dégâts par temps humide.
- Après le stade 4 feuilles du colza, les risques sont réduits.

En préventif, il faut supprimer les résidus de culture.

## Altises et charançons du bourgeon terminal

La clé est de réussir à avoir un colza de biomasse importante (> 1.5 kg/ha) en entrée d'hiver, une croissance continue et une reprise dynamique en sortie d'hiver. Cet état de végétation est atteint via la mise en oeuvre de plusieurs leviers combinés : semis précoce et fertilisation organique au semis.

## Méligèthes

Les méligèthes « broutent » les boutons floraux et se nourrissent du pollen, détruisant ainsi les fleurs et empêchant la formation de siliques. On peut tolérer 10 méligèthes par plante.

Il est alors conseillé de semer des variétés précoces (10 à 15 %) en association avec la variété choisie sur la parcelle. Des tests ont été également conduits avec de la navette en mélange, mais le tri étant impossible après la récolte son utilisation est déconseillée.

### Maladies

Afin de limiter les risques de *Phoma*, *Sclerotinia* et hernie des crucifères, veiller à :

- respecter un délai de 5 ans entre la culture de deux crucifères dans une rotation ;
- choisir des variétés tolérantes ;
- supprimer les restes de pailles infestées et limiter les repousses ;
- faire des amendements calciques en cas de pH du sol trop acide ;
- éviter les semis trop denses.

### RÉCOLTE ET VALORISATION

Le colza est récolté lorsque les graines sont « noir mat » et les siliques « vert gris ».

L'humidité de conservation est de 8 %. Au-delà de 9 %, il y a des risques d'échauffement et d'altération de l'huile des graines. Les pertes par égrenage peuvent être importantes si l'on attend trop avant de récolter.

Si le but est de produire de l'huile végétale brute par pression à froid, les rendements sont meilleurs si la graine est à 6 % d'humidité (difficile à obtenir sans séchoir).

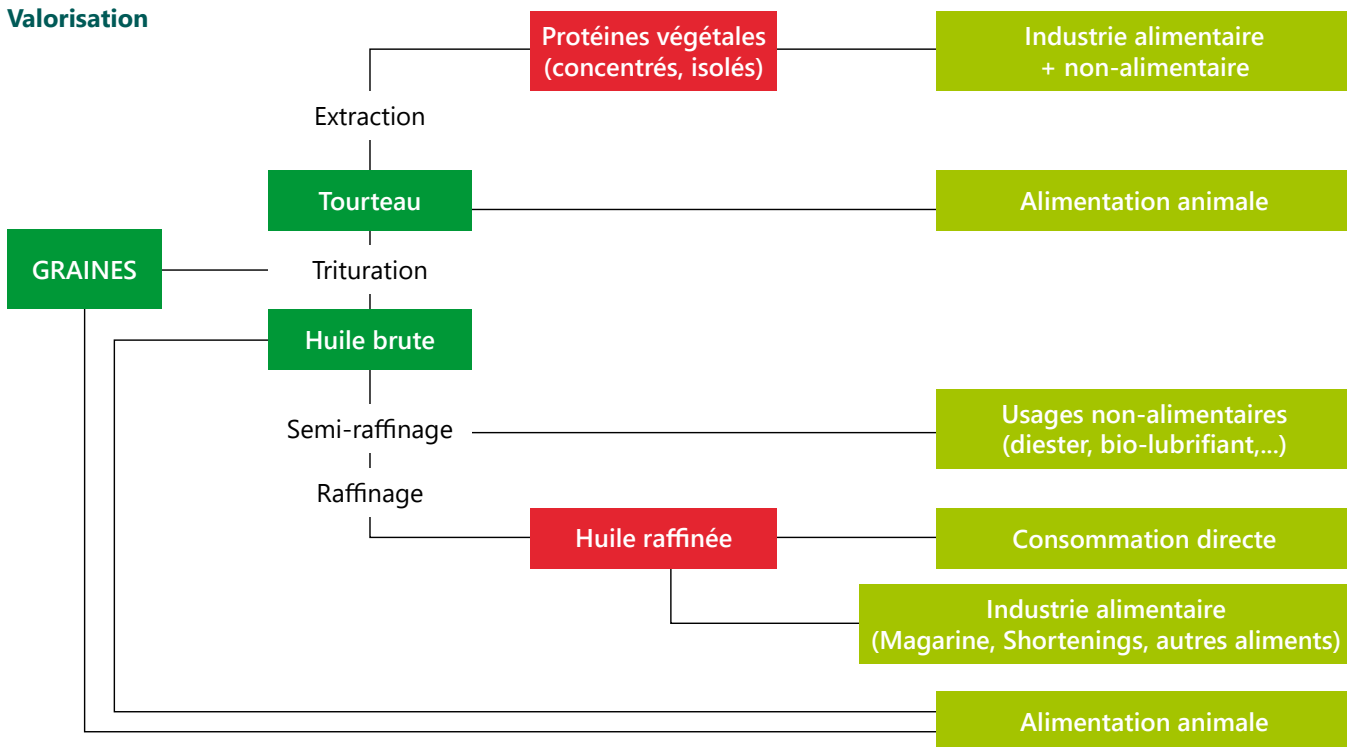
#### Rendements

On peut espérer des rendements compris entre 10 et 25 quintaux en fonction des bassins. Toutefois, ces rendements sont sujets à de fortes variations selon la maîtrise des différents points critiques.

#### Normes de commercialisation

- Humidité : 9 %.
- Impuretés : < 2 %.
- Huile : 40 %.

### Valorisation



Terres Inovia 2017

# Féverole d'hiver et de printemps



Cette culture est possible sur sols argileux ou caillouteux. Ils doivent être pourvus d'une bonne réserve hydrique car la féverole, notamment de printemps, est sensible à la sécheresse pendant la floraison et le remplissage du grain.

## INTÉRÊTS



- Très bon relai de rotation en sol moyen à profond du fait de son apport d'azote conséquent grâce à ses nodosités.
- Bon précédent au blé d'hiver.
- Aliment favorisant l'autonomie protéique de la ferme.
- Pouvoir concurrentiel vis-à-vis des adventices, sauf en fin de cycle.
- Culture qui s'associe très bien avec le triticale, l'avoine, l'épeautre, le seigle et le blé : permet de limiter son salissement en fin de cycle et de sécuriser le rendement.
- La féverole est très "coriace" : elle peut repartir du pied en cas de gel ou de maladie.

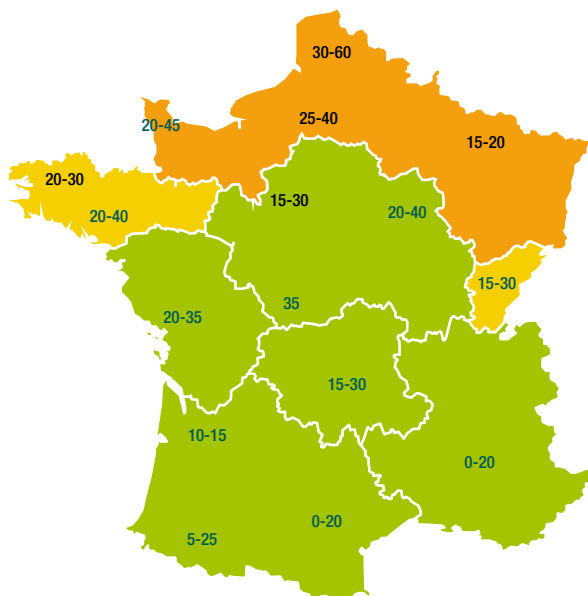
## LIMITES



- Rendement aléatoire et plutôt faible en sols superficiels : très sensible au stress hydrique pendant la période de floraison et de remplissage des grains dès la mi-juin et aussi sensible à l'excès d'humidité (coulure).
- Sensible au gel hivernal dès -12°C, à réserver aux zones peu gélives.
- Sensible aux maladies et aux insectes.
- Salissement important en fin de cycle si non associée.
- En conditions favorables (Grand Ouest), la féverole est concurrentielle : elle peut étouffer la céréale associée si elle est trop dense.

Féverole d'hiver		Féverole de printemps	
Intérêts	Limites	Intérêts	Limites
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Floraison précoce, meilleur évitement des stress hydrique et thermique</li> <li>• Rendement supérieur à la féverole de printemps (en cas de stress climatique à floraison)</li> <li>• Forte teneur en MAT (30 %)</li> <li>• Bonne couverture en début de cycle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensible aux maladies du feuillage</li> <li>• Débouché animal : ruminants uniquement</li> <li>• Culture salissante en fin de cycle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cycle rapide</li> <li>• Moins de risques de maladies</li> <li>• Débouché animal : ruminants et monogastriques pour les variétés sans vicine-convicine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement inférieur à la féverole d'hiver (en cas de stress climatique à floraison)</li> <li>• Culture salissante en fin de cycle</li> </ul>

## Zones de production de la féverole d'hiver et de la féverole de printemps



■ ... de printemps    ■ ... d'hiver    ■ ... d'hiver et de printemps  
 15-40 Rendements de la féverole d'hiver (q/ha)  
 15-30 Rendements de la féverole de printemps (q/ha)  
 ITAB, Arvalis Institut du végétal, et UNIP 2014



### À savoir :

Les fourchettes de rendements moyens indiquées cachent une variabilité très importante. À titre d'exemple, en Bretagne, les rendements moyens se situent le plus souvent entre 20 et 40 q/ha mais les rendements extrêmes varient entre 0 et 60 q/ha.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

### CRITÈRES DE CHOIX DE VARIÉTÉS

- productivité ;
- précocité ;
- vitesse de montaison qui conditionne l'aptitude à concurrencer les mauvaises herbes ;
- résistance aux maladies.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Comme tous les protéagineux, la féverole a la capacité de capter l'azote atmosphérique. Elle sert souvent de "relais de rotation" puisqu'elle restitue de l'azote à la culture suivante. Inutile de l'implanter sur des sols à fort reliquat azoté ou de la fertiliser : elle utiliserait l'azote du sol et ne développerait pas ses nodosités.

La féverole est un excellent précédent pour les céréales, notamment le blé dont les besoins azotés sont importants. Des expériences réalisées dans le Sud-Ouest ont montré qu'une féverole pouvait laisser jusqu'à 80 kg/ha d'azote disponible.

Le délai de retour est d'au moins 5 ans entre deux féveroles (6 ans est l'idéal).

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

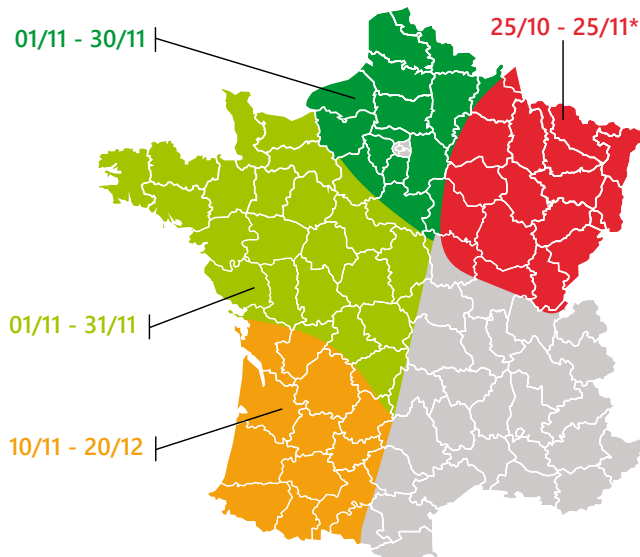
### Préparation du sol

La féverole préfère un sol aéré bien drainant. L'important est de semer profond pour limiter la sensibilité au gel et plus globalement au froid.

### Semis

**Date :** de fin octobre à fin décembre.

#### Date de semis optimale de la féverole d'hiver



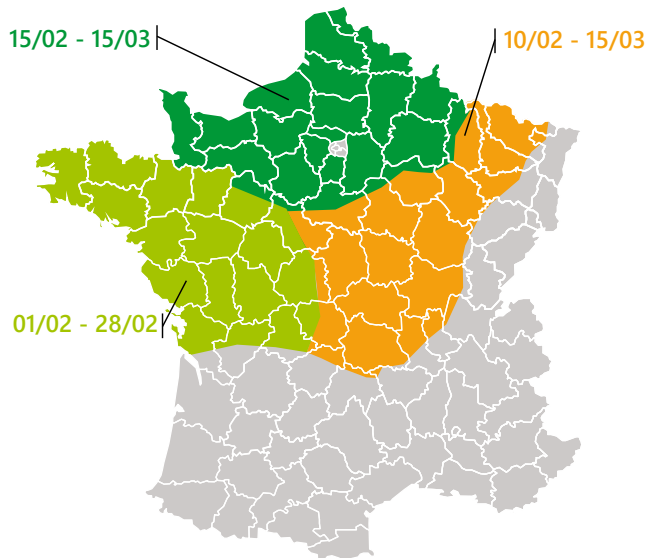
Dans la zone grise, où aucune date n'est mentionnée, il est déconseillé de semer de la féverole en raison d'une résistance au gel insuffisante.

\*Risque de gel hivernal non négligeable. Nécessite de bien choisir sa variété sur le critère de tolérance au froid et de ne pas semer trop tôt, assez profondément, dans une parcelle peu exposée à des facteurs aggravants (éolien, relief,...).

Arvalis Institut du végétal et Terres Inovia 2021

**Date :** de janvier à mars.

#### Date de semis optimale de la féverole de printemps



Dans la zone grise, où aucune date n'est mentionnée, il est déconseillé de semer de la féverole car le risque de stress hydrique et/ou thermique est trop important.

Arvalis Institut du végétal et Terres Inovia 2021

**Profondeur :** au moins 6-7<sup>(1)</sup> cm en hiver et 4-5 cm au printemps.

**Écartement :** 11 à 17 cm ou 30 à 35 cm si binage ou si risques d'anthracnose ou *Botrytis*.

(1) Il est en pratique très difficile de réaliser un semis à cette profondeur.



**Densité féverole d'hiver :**

La densité de semis est à ajuster en fonction du peuplement souhaité et atteignable. En type hiver, le peuplement souhaité est aux alentours de 35 plantes/m<sup>2</sup>.

**Bourgogne :** 55 gr/m<sup>2</sup>.

**Quart nord-ouest :** 20 à 35 gr/m<sup>2</sup>.

**Franche-Comté :** 20 à 30 gr/m<sup>2</sup> selon les types de sols.

**Limousin :** 45 gr/m<sup>2</sup>.

**Nord Pas de Calais :** 45 à 65 gr/m<sup>2</sup> si semoir céréales ; 35 à 55 gr/m<sup>2</sup> si semoir monograine.

**Densité féverole de printemps :**

En type printemps, le peuplement souhaité est de 45 plantes/m<sup>2</sup>.

**Bourgogne :** 60 gr/m<sup>2</sup>.

**Quart nord :** 45-50 gr/m<sup>2</sup> si semoir céréales ; 35-40 gr/m<sup>2</sup> si semoir mono-graine.

**Franche-Comté :** 25 à 55 gr/m<sup>2</sup> selon le type de sol.

**Alsace :** 60 gr/m<sup>2</sup>.

**CULTURES EN ASSOCIATION**

La féverole est très souvent cultivée en association, notamment pour faire face à l'enherbement.

La féverole est de préférence associée avec du blé, du triticale ou de l'avoine (printemps ou hiver), car c'est une culture très couvrante. Elle peut cependant poser problème au niveau des débouchés.

**FERTILISATION**

Les apports d'azote sont inutiles et peuvent même être pénalisants pour le développement des nodosités.

**À titre indicatif :** les exportations sont de 1,1 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 1,5 kg de K<sub>2</sub>O par quintal.

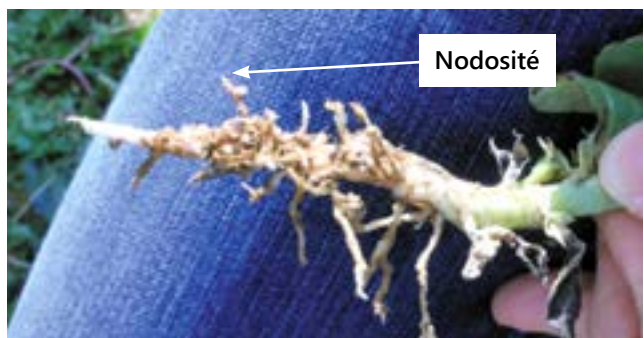
**GESTION DES ADVENTICES**

**Mesures préventives**

- Rotations longues et diversifiées, couverts végétaux, variétés, faux-semis.



Crédit : Chambre d'agriculture Ile-de-France



Crédit : Chambre d'agriculture de l'Orne

**Mesures curatives**

- **Herse étrille :** en pré-levée, à l'aveugle, et à partir du stade 3 feuilles.
- **Houe rotative :** en prélevée et à partir du stade 2 feuilles jusqu'au stade 6 feuilles.
- **Bineuse :** à partir du stade 2-3 feuilles, jusqu'au stade 8-10 feuilles en prenant garde aux fleurs.

	Prélevée	Levée	2 feuilles	6 feuilles	Début floraison
Houe rotative	10-12 km/h		10-12 km/h	> 15 km/h	Attention aux fleurs
Herse étrille	2 km/h, dents souples		2 km/h, dents souples	< 10 km/h, dents souples	
Bineuse				A privilégier	

■ Passage possible ■ Passage possible avec précaution ■ Passage à proscrire

Terres Inovia 2021

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

- Éviter les semis trop denses et les rangs trop étroits.
- Tenir compte des différences de comportement variétal.

### Maladies

La rouille, l'ascochytose et le *Botrytis* sont les plus présentes. La rouille brune est la maladie la plus préjudiciable, car elle peut engendrer des pertes de rendement jusqu'à 25 q/ha en cas d'attaque précoce et importante.

L'ascochytose est favorisée par des conditions froides et humides ; elle touche donc principalement la féverole d'hiver. Les semences sont le principal vecteur de propagation. Il est donc conseillé d'utiliser des semences certifiées.

Le *Botrytis* se développe en premier surtout en conditions douces (>15°C) et humides. La forme agressive de la maladie provoque des dessèchements, le noircissement des tiges et des feuilles ainsi que la destruction des fleurs et des gousses. La période la plus sensible va du début de la floraison à la fin du développement des gousses.

Il existe peu ou pas de moyens de lutte. Il est cependant conseillé d'éviter les sols riches en matière organique, ainsi que d'implanter en fin de période de semis dans les secteurs à hiver doux.

### Ravageurs

Les sitones peuvent apparaître dès la levée jusqu'à la floraison. Les dégâts sont fréquents dans les secteurs avec d'autres légumineuses et lors d'hiver secs et doux. Il n'existe pas de lutte possible à l'heure actuelle, cependant, les féveroles semées précocement semblent être moins touchées. De plus, l'entretien du sol à la herse étrille perturbe le développement de ce ravageur.

Les bruches sont nuisibles au moment de la formation des gousses : elles déprécient la qualité des graines et diminuent la faculté germinative des semences. Pour diminuer et limiter les attaques sur les cultures suivantes, il est conseillé de rendre le silo aussi étanche que possible pour empêcher la nouvelle génération de sortir.

Les pucerons noirs peuvent provoquer des pertes importantes si les colonies se développent beaucoup. En matière de lutte préventive, on peut créer ou entretenir des zones de diversité biologique en bordure de champs pour favoriser les auxiliaires comme les coccinelles et les syrphes.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

**Période** : de fin juin à fin août.

La récolte se fait dès 17 % d'humidité, lorsque les gousses sont noires et ne sont plus rayables à l'ongle.

**Normes commerciales** : 14 % d'humidité.

**Rendement** : relativement aléatoire d'une année sur l'autre. En moyenne : 20-35 q/ha en féverole d'hiver et 15-25 q/ha en féverole de printemps.

### Valorisation

Débouché	Variétés
Alimentation des ruminants	Toutes variétés
Porcs (10 % de la formule alimentaire) et volailles de chair	Variétés à fleurs blanches sans tanins (avec vicine-convicine)
Alimentation humaine et pondeuses (5 à 7 % de la formule alimentaire)	Variétés à fleurs colorées sans vicine-convicine
Oisellerie	Variétés à petites graines, sans tanins de préférence

Chambre interdépartementale d'agriculture d'Île-de-France et GAB Île-de-France 2004



### Pour aller plus loin :

Vous pouvez consulter le guide bio de Terres Inovia : <https://www.terresinovia.fr/p/guide-feverole-bio>.



Crédit : Chambre d'agriculture Île-de-France

# Grand épeautre



L'épeautre s'accommode relativement bien à tous les types de sol, même à faible potentiel. À noter que des mortalités importantes ont été observées certains hivers dans des zones humides du Sud de la France. Il accepte les sols lourds mais n'accepte pas les sols engorgés et humides.



## INTÉRÊTS

- Rusticité.
- Effets bénéfiques pour la santé des ruminants (digestion).
- Positionnement aisé dans les rotations et les types de sol.
- Faibles coûts de mise en œuvre.
- Faibles besoins en fertilisation.
- S'associe bien avec la féverole.
- Essor du débouché de l'alimentation humaine.



## LIMITES

- Risque de verse, s'associe mal avec le pois fourrager qui tend à augmenter ce risque de verse.
- Semis et récolte en épis.
- Faible PS.
- Faible teneur en UF.
- Marché très fluctuant selon les années.
- Valorisation difficile sans équipement spécifique (décorticage).



## À savoir :

### Petit épeautre (engrain)

L'engrain ou petit épeautre est l'ancêtre du blé. Il a un cycle plus long que le grand épeautre (environ 11 mois), et a une montaison tardive. Il ne faut donc pas le semer trop tard. Il se sème à 120 kg/ha en moyenne. Il est sensible à la verse.

Haut en paille, très résistant (ou tolérant) aux agressions, constant en productivité, c'est la céréale rustique par excellence.

L'engrain n'est pas recommandé en alimentation animale, il est habituellement valorisé en alimentation humaine, décortiqué puis écrasé en farine pour réaliser des pains.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Le point faible de l'épeautre est sa sensibilité aux maladies de pieds. En rotation « céréalière », il est donc conseillé d'effectuer un travail du sol (souvent un labour) après un blé. En rotation « élevage », il peut être placé en seconde paille derrière un blé.

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

Préparation du sol similaire au blé. Le labour n'est pas indispensable, mais peut être nécessaire dans certaines conditions, notamment après une culture d'hiver ou pour pouvoir réaliser des faux-semis. Avant tout, il faut veiller à préparer un lit de semences moyen et nivelé pour faciliter une levée rapide, un bon enracinement mais aussi le passage de la herse étrille.

### Semis

#### Date de semis

**Moitié Sud** : du 20 octobre au 25 novembre.

**Bourgogne** : du 10 octobre au 1<sup>er</sup> novembre.

**Franche-Comté** : du 15 au 25 octobre.

**Grand ouest** : après le 20 octobre.

**Nord (Haut-de-France)** : du 20 octobre au 20 novembre (ne supporte pas les semis tardifs).

#### Densité de semis

L'épeautre est une céréale vêtue, c'est-à-dire avec les glumes attachées au grain, ce qui rend difficile la maîtrise de la densité de semis.

On sème souvent des épillets et non des graines décortiquées, ce qui correspond à des densités de 180 à 220 kg/ha soit environ 300 gr/m<sup>2</sup>.

Si le précédent est favorable (légumineuse), il faut limiter la densité de semis à 280 gr/m<sup>2</sup> (180 kg/ha). En conditions difficiles, en revanche, la densité conseillée est de 320 gr/m<sup>2</sup> (200 kg/ha).



#### À savoir :

Si les graines ne sont pas décortiquées au moment du semis, préférer un semoir pneumatique pour éviter les bourrages. Avec un semoir mécanique, il faut utiliser des cannelures à grosses graines. Il est nécessaire de faciliter au maximum l'écoulement des semences qui sont très volumineuses en ouvrant les ergots du semoir à fond.

Il faudra veiller régulièrement à ce que les tubulures du semoir ne se bouchent pas. Les épillets ont des pointes qui ont en effet tendance à s'accrocher dans tout ce qui est rugueux.

## CULTURES EN ASSOCIATION

L'épeautre se cultive aussi avec le lentillon de champagne et en seigle, mélange binaire. Il se trie relativement facilement et se valorise mieux que le seigle. Il est aussi associé avec la féverole, ce qui crée un mélange équilibré en protéines et en énergie.

## FERTILISATION

L'épeautre est une céréale qui valorise bien l'azote du sol, il sera inutile de faire un apport lorsque le précédent libère beaucoup d'azote comme c'est le cas pour les protéagineux.

Un apport au printemps à action rapide peut permettre une meilleure qualité du grain et une sécurisation du rendement dans les situations où l'azote peut être limitant.

Les besoins sont d'environ 2,5 UN/q.

## GESTION DES ADVENTICES

L'épeautre couvre bien le sol et concurrence relativement bien les adventices, même s'il met parfois du temps à monter.

Il est possible d'intervenir avec la herse étrille à l'aveugle, quelques jours après le semis, puis avec la houe rotative dès le stade 2-3 feuilles, à condition d'utiliser des réglages souples pour ne pas abimer la culture. Ces interventions doivent se faire sur des adventices jeunes.

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Les principales maladies sont les mêmes que pour le blé, la fusariose pour les maladies d'épis et la septoriose, la rouille jaune et brune pour les maladies des feuilles.

Les enveloppes de l'épeautre agissent en tant que barrière physique, rendant ainsi la culture moins sensible aux maladies des grains comme la carie.

Le principal moyen de lutte est la sélection de variétés résistantes ou tolérantes mais aussi le traitement des semences.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

La récolte peut se faire au même moment que le blé, mais elle est souvent effectuée après car il est difficile d'évaluer son taux d'humidité lorsqu'il est dans sa balle. Cette balle le rend cependant moins sensible aux maladies de l'épi et il peut être récolté plus tard que le blé.

La vitesse du batteur doit être faible et il faut desserrer l'espace entre batteur et contre batteur.

L'épeautre ne doit pas être récolté au-dessus de 16 % d'humidité et doit être croquant.

**Rendement** : de 20 à 40 q/ha.

S'il est décortiqué, le premier marché est l'alimentation humaine, et il se valorise donc à un bon prix.

Le grain non décortiqué peut quant à lui trouver de bons débouchés en alimentation animale. Son enveloppe riche en cellulose diminue les risques d'acidose chez les ruminants.

# Lentille



Cette légumineuse, pourvue d'un système racinaire fin et pivotant, résiste au gel (-6°C) avant floraison permettant des semis de printemps précoces (mi-février) et craint le stress hydrique à floraison (juin). C'est une culture à cycle court (130-150 j) diversifiant bien les rotations. Riche en protéines et sans gluten, elle répond à des attentes pour l'alimentation humaine.



## INTÉRÊTS

- Bon précédent (apport d'azote).
- Peu d'exigence sur la qualité de sols.
- Valorisation possible en circuit court et vente directe.



## LIMITES

- Sensible et peu résiliente aux stress hydriques et thermiques.
- Sols caillouteux défavorables à la récolte.
- Triage indispensable pour son stockage et sa commercialisation.
- Récurrence des bruches en zone traditionnelle de cultures.
- Rendement aléatoire.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Un délai de retour tous les 5/6 ans (voire 7) est vivement conseillé du fait du risque important d'*Aphanomyces*, pathogène provoquant des nécroses racinaires.

Cette culture ne doit pas être placée derrière une légumineuse car cela favoriserait le développement végétatif mais plutôt après une culture « nettoyante », une culture d'été (ex. soja) pour bénéficier du nettoyage du sol printanier.

C'est une bonne tête d'assolement ou relais azoté en fin de rotation. Elle laisse des reliquats azotés de l'ordre de 30 à 70 kgN/ha.



Crédit : Chambre d'agriculture Ile-de-France

### MÉTHODE D'IMPLANTATION

#### Préparation du sol

La parcelle choisie devra être le plus propre possible, le contrôle des adventices étant complexe et vite rédhibitoire sur le rendement et la qualité commerciale de la récolte. Après des céréales, un labour léger est souvent préférable.

Pour pouvoir implanter la lentille, le sol doit être filtrant et pouvoir se réchauffer rapidement. Les semis précoces permettent une levée rapide limitant l'invasion des adventices lorsqu'un faux-semis a pu être mis en place. Un sol bien ressuyé, avec un nombre de passage limité grâce aux outils combinés sur tracteur en jumelé, est recommandé.

Les précédents susceptibles d'engendrer un tassement sont à éviter (ex. maïs en récolte tardive).

Idéalement, le pH doit être supérieur ou égal à 7 afin de favoriser le développement des bactéries des nodosités.

Commencer le travail du sol assez tôt pour pouvoir semer à partir de mi-février et début mars.



#### Précaution :

Il faut éviter à tout prix les sols hydromorphes et caillouteux pour faciliter la récolte et éviter les inconvénients de la verse à maturité.

## Semis

**Profondeur** : 2-3 cm.

**Ecartement moyen** :

- Avec binage : 15-25 cm.
- Sans binage : 10-17 cm.

**Date de semis** :

Zones de plaine	Sud-Ouest – Sud-Est	En altitude (Puy en Velay)
Début mars	Dès février	15 mars – 15 avril

Densité : environ 80 kg/ha soit 220-300 gr/m<sup>2</sup>

Densité de semis (gr/m <sup>2</sup> )	PMG (g)		
	28	30	32
250	70 kg/ha	75 kg/ha	80 kg/ha
300	84 kg/ha	90 kg/ha	96 kg/ha
350	98 kg/ha	105 kg/ha	112 kg/ha

Terres Inovia 2023

La lentille a une capacité de ramification importante à exploiter. Une sur-densité entraîne une diminution du nombre de tiges secondaires basales et une élongation des entre-nœuds propices à la verse.

La densité de semis est à adapter selon la variété choisie (verte, blonde et noire) et la qualité des semences.



### Pour aller plus loin :

Face aux choix variétaux, vous pouvez vous référer aux diffusions Terres Inovia : [www.terresinovia.fr](http://www.terresinovia.fr).

## CULTURES EN ASSOCIATION

La lentille est souvent semée avec la caméline (semis de 1,5 à 3 kg/ha) qui améliore l'effet couverture et l'effet tuteur contre la verse.

Elle peut aussi être associée au blé, seigle, au triticale ou encore à l'orge (50-70 gr/m<sup>2</sup>). Il faut faire attention à ne pas avoir de grains de céréales lors de la récolte.

Un bon triage avec trieur optique en cas d'associations est indispensable. Certaines filières « sans gluten » interdisent les céréales comme tuteur. Il faut se rapprocher de son acheteur pour choisir et voir si l'association est possible.

## FERTILISATION

Aucune fertilisation particulière n'est recommandée, la lentille n'exigeant pas un sol riche. Les fumures organiques azotées sont déconseillées car elles favorisent non seulement le développement foliaire au détriment de celui des graines, mais aussi celui des adventices nitrophiles (graminées).

Toutefois le raisonnement doit être fait selon la parcelle choisie et des amendements calcaires peuvent être nécessaires pour obtenir un pH de minimum 7. Les besoins en phosphore sont de l'ordre de 40 et 60 U en potasse. Ils sont bien souvent couverts par les apports organiques de la rotation.

## GESTION DES ADVENTICES

Le choix d'une parcelle propre rentre en compte dans la maîtrise des adventices. Si possible, des faux-semis sont recommandés avant l'implantation.

La herse étrille est recommandée pour 1 ou 2 passages en post semis-prélevée puis à partir du stade 3-4 feuilles on peut envisager 1 à 3 passages.

Le binage est également possible, si l'écartement le permet, mais peut favoriser la verse entre les rangs.

L'écimage s'avère régulièrement nécessaire pour éviter la multiplication des graminées. Du fait de sa taille, la lentille est très adaptée au passage de l'écimeuse puisqu'elle reste proche du sol.

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

La lentille peut être sujette à plusieurs ravageurs comme les sitones de la levée jusqu'à 3-4 feuilles, les cécidomyies 2-3 jours avant la floraison jusqu'à la pleine floraison, les pucerons verts de la floraison à maturité et tordeuses et bruches à la formation et au remplissage des gousses.

Du côté des maladies, on retrouve *Aphanomyces* pouvant être testée avant le semis (test de potentiel infectieux) pour permettre de connaître le niveau de contamination de la parcelle.

L'ascochytose, maladie la plus préjudiciable de la lentille survient du développement végétatif à fin floraison. Elle se développe sur le feuillage, les tiges et les gousses sous forme de nécroses brunes. Elle est favorisée par des printemps chauds et pluvieux.

On peut aussi retrouver *Botrytis* et le mildiou du stade torche à fin floraison et la rouille brune du stade jeunes gousses 2 cm à la fin floraison.

Le meilleur moyen de lutte doit être préventif avec un raisonnement à l'échelle de la rotation.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

Dans le sud la récolte a lieu dès fin juin. La période de récolte s'étend jusqu'en fin juillet-début août pour les régions du nord.

La récolte se fait à l'aide d'une moissonneuse traditionnelle et doit être particulièrement soignée. Un réglage lent du batteur peut limiter la casse des graines. Il faut veiller à restreindre l'humidité dans la récolte (ne pas intervenir trop tôt le matin en parcelle) et à minimiser l'égrainage des gousses et la casse du grain.

**Normes de récolte :**

- Taux d'humidité : 14,5 % (13 % recommandé).
- Impuretés : < 3 %.

Il ne faut surtout pas trouver la présence de graines de céréales.

Le pré-nettoyage est indispensable car la présence d'impuretés peut entraîner une fermentation rapide.

Le débouché de la lentille est l'alimentation humaine, donc les normes de qualité sont sévères. Les lentilles se consomment en l'état sauf la lentille corail nécessitant un décorticage (ou polissage) à l'aide d'une décortiqueuse spécifique.

**Seuil de rentabilité :**

- Filière longue au moins 7 q/ha.
- Vente directe AB au moins 3,5 q/ha.

Le prix de vente reste assez différent selon les circuits de commercialisation.

# Lupin



Le lupin ne tolère pas les sols à calcaire actif mais supporte assez bien les sols acides (jusqu'à 5,5 de pH) et les parcelles caillouteuses.



## INTÉRÊTS

- Riche en protéine.
- Fixation de l'azote de l'air.
- Bon précédent pour les céréales.
- Bonne qualité nutritionnelle pour les animaux.
- Peu d'amidon dans la graine, ce qui diminue les risques d'acidose pour les ruminants.
- Azote très fermentescible, qui se dégrade rapidement dans le rumen.
- Possibilité d'associer le lupin de printemps avec l'avoine (risque d'égrenage), l'orge,...
- Possibilité d'associer le lupin d'hiver avec l'avoine (risque d'égrenage), l'orge, le blé (le triticale semble plus concurrentiel),...



## LIMITES

- Sensible au stress hydrique pendant le remplissage des gousses.
- Très sensible à l'enherbement.
- Rendements aléatoires : 5 à 40 q/ha.
- Ne pousse pas en sol calcaire.



Crédit : Chambre d'agriculture Ile-de-France

*Lupin blanc d'hiver : les gousses possèdent un aiguillon à leur extrémité*

## CHOIX DES VARIÉTÉS

Lupin d'hiver	Lupin de printemps
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son cycle de 10-11 mois l'expose longtemps aux ravageurs et à l'enherbement</li> <li>• Plus précoce à maturité que le type printemps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cycle de 6 à 7 mois</li> <li>• Nécessite des parcelles accessibles pour des semis en février</li> </ul>

### Lupin de printemps

Lupin blanc (fleur blanche ou bleue)	Lupin bleu (feuilles étroites, fleur blanche, bleue ou rose)	Lupin jaune
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moins sensible au calcaire actif</li> <li>• Plus productif</li> <li>• Risque accru de verse : sa hauteur peut atteindre 1 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus précoce à maturité</li> <li>• Moins sensible à l'antracnose</li> <li>• Plante moins concurrentielle des adventices par sa moindre hauteur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivable sur sols à pH plus faible</li> <li>• Moins productif</li> <li>• Teneur en alcaloïdes élevée</li> </ul>

Métiver et al. 2013 et Terres Inovia 2023

Il existe 3 types de lupin :

- blanc (printemps ou hiver) ;
- bleu (printemps) ;
- jaune (printemps).

Le lupin blanc est le plus productif mais le lupin bleu est moins sensible à l'antracnose. Le lupin jaune présente l'avantage de tolérer des gammes de pH plus faible mais surtout son potentiel de rendement est inférieur. Il présente également une teneur en alcaloïdes plus élevée qui limite son utilisation en alimentation humaine et animale.

Crédit : Chambre d'agriculture de l'Orne



Lupin jaune de printemps

Crédit : Chambre d'agriculture de l'Orne



Lupin bleu de printemps

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Le lupin est considéré comme un « relai de rotation » et est un très bon précédent à céréales, à condition de bien gérer son salissement.

La fréquence minimale de retour sur une parcelle est de 4 ans.

### MÉTHODE D'IMPLANTATION

#### Préparation du sol

Travaillez le sol un mois avant le semis afin d'enfouir au maximum la matière organique et ainsi limiter le risque d'attaque de mouches des semis.

Un labour peut être réalisé et ensuite ne plus toucher au sol jusqu'au semis. Toutefois, un travail du sol profond peut aussi être envisagé à la place d'un labour à l'aide d'outils à dents de type chisel ou canadien. Il faut les coupler à un outil de travail superficiel (dents ou disques) pour affiner le lit de semences.

En sol limoneux et sableux, le sol ne doit pas trop être affiné pour éviter la croûte de battance.

Pour un lupin de printemps, un couvert végétal hivernal sera mis en place et devra être détruit le plus tôt possible à la sortie de l'hiver.

#### Semis

Il est conseillé de semer dense pour compenser les pertes.

**Profondeur de semis :** 3-4 cm.

L'écartement est de 30 à 60 cm pour permettre le binage.

#### Date de semis

**Lupin d'hiver :** entre le 15 septembre et le 30 septembre, 15 octobre au plus tard.

**Lupin de printemps :** entre le 15 février et le 10 mars. Toutefois, les semis tardifs peuvent atteindre mi-mars à la mi-avril.

### Densité de semis

	Hiver	Printemps blanc	Printemps bleu	Printemps jaune
Gr/m <sup>2</sup> à semer	40-45	60	90 à 120	70 à 90
PMG	300-350	300-350	120	120
Kg/ha	120-150	180-210	110 à 140	80-100
Objectif de plante/m <sup>2</sup> après les pertes	20-25	40	90	90

$Kg/ha = (gr/m^2)/100 \times PMG$

Métiver et al. 2013 et Terres Inovia 2023



#### Précaution :

Pour le lupin d'hiver, en Occitanie, il est indispensable de prévoir un faux-semis pour lutter contre la mouche de semis.

### CULTURES EN ASSOCIATION

Le lupin peut se cultiver en association avec de l'avoine, de l'orge de printemps et du blé pour un débouché en alimentation animale.

### GESTION DES ADVENTICES

#### Prévention

- Viser impérativement des parcelles propres ou pratiquer le labour, car la culture est peu concurrentielle des adventices, surtout en début de cycle ;
- Pratiquer le faux-semis pour les semis en septembre ;
- Rechercher les variétés peu sensibles à l'antracnose, qui garderont leurs feuilles longtemps.

#### Faible écartement : seule la herse étrille et la houe rotative sont envisageables

- Idéalement un premier passage en prélevée à l'aveugle ;
- Puis, entre les stades 2 feuilles trifoliées et 4-5 feuilles, ensuite les plantes devraient couvrir suffisamment le sol.

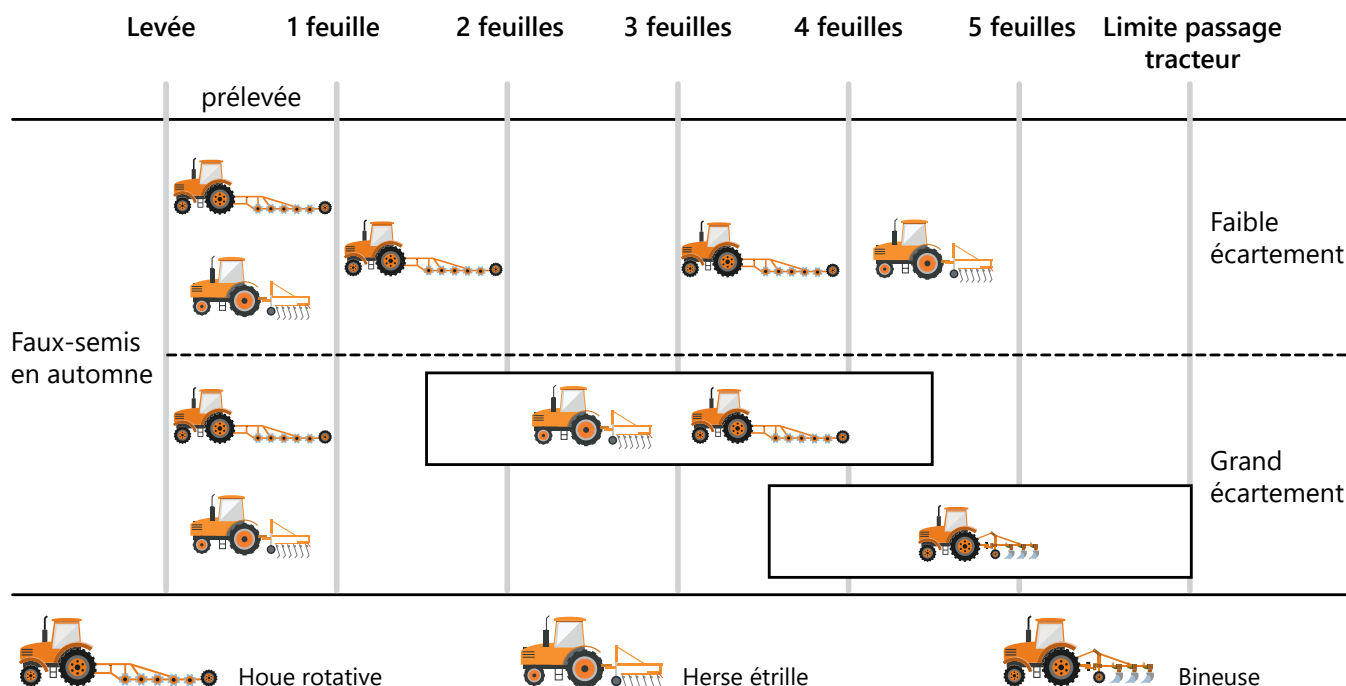
#### Grand écartement (30 à 60 cm) : autorise le binage

- Les premiers passages peuvent se faire en plein avec la herse étrille pour son action sur le rang ;
- La bineuse prend ensuite le relai, tant que le couvert végétal passe sous le bâti sans dégâts.



Crédit : Chambre d'agriculture Ile-de-France





## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

### Anthraxose

Les plantes se nécrosent et meurent. C'est une maladie transmise par les résidus de culture et les graines.

Il existe uniquement des mesures de lutte préventives :

- variétés résistantes ;
- fréquence de retour sur la même parcelle d'au moins 4 ans ;
- semences issues de cultures saines ou stockées pendant minimum un an avant le semis.

### Mouche du semis (lupin d'hiver)

Prévention par l'enfouissement des résidus végétaux un mois avant le semis. La réalisation d'un faux-semis 10 jours avant la date prévue est conseillée.

### Limaces

À surveiller assidûment car la destruction des cotylédons est fatale et éviter les lits de semences trop motteux.

### Sitones

Morsures de feuilles plus spectaculaires que dangereuses. Le retour fréquent de légumineuses les parcelles favorise les populations de sitones.



Dégât de limaces sur lupin de printemps

## RÉCOLTE ET VALORISATION

La récolte est possible dès 16,5 % d'humidité, si les graines sont très sèches (inférieur à 10-12 %), il faut plutôt battre le matin afin d'éviter l'éclatement des gousses au contact des rabatteurs.

**Normes de récolte :** 14 % d'humidité et < 2 % d'impuretés.

**Rendements :** assez aléatoires, de 15 à 30 q/ha, dépend de la réussite de l'implantation et de la gestion du salissement.

**Valorisation :** le lupin est riche en matière azotée, en matière grasse, en cellulose et est dépourvu d'amidon.

En alimentation animale, son appétence et sa valeur alimentaire en font une excellente base de ration pour les vaches laitières, les jeunes bovins ou encore les ovins.

En alimentation humaine, le lupin est surtout consommé sous forme de farine d'amande de lupin micronisée, qui est utilisée comme ingrédient dans les industries de boulangerie-pâtisserie, mais les débouchés sont faibles et les variétés doivent être sélectionnées en amont.



### Pour aller plus loin :

Vous pouvez consulter le guide de Terres Inovia sur le lupin blanc d'hiver et de printemps :

<https://www.terresinovia.fr/>

# Luzerne



La luzerne est le pivot de la rotation et n'aime pas trop les sols acides et/ou hydromorphes. L'idéal est d'implanter la luzerne sur un sol sain, profond, bien structuré, pourvu en eau et avec un pH neutre à basique (> 6,8). Elle peut être introduite sur sols acides, mais avec des apports de chaux et une inoculation des graines obligatoires. À noter également que c'est une culture qui engendre de fortes exportations de potasse, de phosphore et de calcium. Cette fiche concerne principalement la luzerne en pure déshydratée. Cependant, elle peut aussi être cultivée en association avec des graminées (ex. dactyle) pour les débouchés de type « élevage ».



## INTÉRÊTS

- La luzerne est une légumineuse donc fixe l'azote de l'air. Elle ne nécessite pas d'apport azoté et laisse d'importants reliquats pour la culture suivante.
- Son système racinaire lui permet de restructurer le sol.
- Action nettoyante vis-à-vis des adventices notamment le chardon.
- Résiste bien à la sécheresse.
- Fourrage de qualité.
- La luzerne est la meilleure tête de rotation en grande culture.



## LIMITES

- Se comporte mal en sols acides (pH < 5,5) sauf s'il y a chaulage.
- Exportations importantes en phosphore, potasse et calcium.
- Se comporte mal en sols très hydromorphes.
- Difficile de trouver un débouché dans les zones très céréalières.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

Le choix de la variété se fait en fonction de/du :

### Type botanique

- Type flamand, avec une bonne résistance au froid et très productif. Variétés à dormance élevée.
- Type Provence, avec une bonne résistance au sec et aux coupes fréquentes précoces et tardives mais sensible au froid (destruction en dessous de -10°C). Variétés à dormance faible. Intéressante en région méditerranéenne et côte Atlantique.

**La teneur en MAT :** 17 % en 1<sup>ère</sup> coupe.

**La résistance aux maladies** (verse, *Sclerotinia*, verticilliose, nématodes).

**La finesse des tiges.** Les luzernes à tiges fines sont plus faciles à couper, à sécher et à consommer par les animaux.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Seule ou en association la luzerne est une excellente tête de rotation pour ses aspects nettoyants, restructurants et fertilisants. Elle est un bon précédent pour les cultures exigeantes en azote (ex. blé, maïs ou betterave).

En revanche, il faut être prudent dans les rotations avec des légumineuses qui peuvent engendrer des problèmes liés aux champignons du sol (*Sclerotinia*, anthracnose) et aux ravageurs (sitones). La durée de vie optimale de la luzerne est de 2 à 4 ans.

Le délai de retour entre deux luzernes est d'au moins 5 ans. Plus cette dernière reste longtemps en place, plus il faut attendre avant de la réimplanter.

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

Le travail du sol doit être réalisé dans de bonnes conditions et le semis effectué en sol ressuyé ce qui est primordial pour la réussite de l'implantation.

Un lit de semence le plus fin possible ainsi qu'un rattachage au rouleau derrière le semis permet d'assurer le bon contact terre-graine.

### Semis

Une fois implantée, la luzerne a tout pour supporter les aléas climatiques, 80 % de la réussite passe par une bonne implantation :

- la préparation du sol doit être fine en surface, bien émietée ;
- semer dans le premier centimètre de du sol, au semoir à céréales ;
- tassement énergétique : 1 à 2 passages de rouleau sitôt le semis réalisé ;
- période de semis (semis de fin d'été) : le plus tôt possible (idéalement mi-juillet) et jusqu'à fin septembre.

### Densité de semis

Selon les conditions, une dose de 15 à 18 kg/ha est généralement pratiquée dans le Sud pour les variétés de type « méditerranée » (il peut y avoir jusqu'à 5 coupes) et de 20 à 25 kg/ha pour les variétés de type flamand.

Pour les cultures de semences, la dose de semis préconisée est de 3 à 8 kg/ha.

Dans le cas particulier de la production de semences de luzerne, il faut privilégier un grand écartement (25 à 35 cm) avec impérativement un binage de l'inter-rang permettant de favoriser la production de branches et d'augmenter le rendement en graines. La dose de semis est alors diminuée jusqu'à 3-4 kg/ha.

### Inoculation de la semence

Nécessaire en situation de sol acide (pH < 5,5) et sur parcelles sans historique luzerne ou dans une rotation très longue (>10 ans sans luzerne). Préparation à faire à l'abri de la lumière, laisser le mélange sécher puis semer rapidement.

### Différentes techniques d'implantation

- Associations de variétés ;
- Associations d'espèces ;
- Sous couvert de céréales.

### Semis sous couvert de printemps



Luzerne semée sous orge de printemps au stade 3 feuilles.

Le semis de printemps se réalise à partir du 10-15 mars et jusqu'au 20 avril. La luzerne s'adapte assez bien aux semis sous couvert de printemps.

Pour les semis sous couvert d'une céréale de printemps, il est conseillé de semer dans le courant du mois de mars (stade tallage de la céréale).

Pour éviter la montée éventuelle de la luzerne et compliquer le battage, la luzerne peut être semée au stade 3 feuilles de la céréale.

Des semis sous couvert d'une plante sarclée comme le tournesol peuvent également être pratiqués. De par la compétition hydrique estivale, le tournesol donne des rendements plus faibles avec cette technique.

Semis sous couvert au printemps	Semis d'été
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pleine production l'année suivante</li> <li>• Implantation lente si réchauffement du sol insuffisant, risque de période de sécheresse</li> <li>• Concurrence potentielle des céréales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantation rapide de la luzerne si sol suffisamment humide</li> <li>• Mauvaise implantation due à la sécheresse et risque hivernale si faible développement avant l'hiver</li> <li>• Technique de désherbage pointue liée à la gestion des repousses du précédent si semis simplifié</li> </ul>

● Avantages ● Limites

Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne 2017

## FERTILISATION

La luzerne fixe l'azote de l'air, aucun apport azoté n'est nécessaire. En revanche, c'est une culture exigeante en éléments fertilisants. Les exportations en potasse et en calcium sont de minimum de 30 kg par tonne de matière sèche récoltée et de 6 kg de phosphore par tonne de matière sèche récoltée. Les apports de potasse pendant la culture de luzerne peuvent augmenter les exportations, il est donc préférable de réaliser les apports à l'échelle de la rotation sous forme de Patenkali par exemple. Le chaulage est en général bénéfique lors de l'installation de la culture, il faut prévoir environ 1 t/ha de carbonate. Un entretien annuel est de plus conseillé pour les sols à pH inférieur à 6.



### À savoir :

#### Entretien et pérennité

- Ne pas faucher en deçà de 7-8 cm.
- Laisser fleurir la luzerne une fois par an (10 à 20 % de pieds fleuris) pour lui permettre de reconstituer ses réserves.
- Respecter un délai de 4 à 5 semaines entre 2 coupes.
- Limiter les tassements par passage de roues sur la culture, surtout en période humide.

## GESTION DES ADVENTICES

Il peut être nécessaire de réaliser des faux-semis avant l'implantation.

Dans la moitié Nord, la réalisation des faux-semis n'est pas toujours possible, notamment derrière un blé qui se récolte à la mi-août.

En Occitanie, il arrive que l'on décale les dates de semis entre le 10 et le 20 octobre à cause des problèmes d'altise, ce qui permet d'avoir une plage de temps suffisante pour réaliser des faux-semis.

De plus, la luzerne est très sensible à la concurrence des adventices au stade plante.

Période	Stade luzerne	Matériel	Observations
En début et fin d'hiver (Repos végétatif de la luzerne)	Jeune luzerne	Herse étrille	Travail peu agressif à 1-4 cm sur sol non gelé mais bien ressuyé
En début et fin d'hiver (Repos végétatif de la luzerne)	Luzerne de plus d'un an	Herse lourde Vibroculteur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Travail &gt; 5 cm, puissant et agressif sur sol gelé bien ressuyé</li> <li>• Au besoin retirer 1 dent sur 2 pour diminuer l'agressivité et éviter les bourrages</li> <li>• À compléter avec des passages de Herse étrille pour dessécher les adventices arrachées + roulage nécessaire pour enfouir les cailloux</li> </ul>
En cas de parcelle sale : effectuer une coupe de nettoyage ou broyage, à la montaison des graminées adventices			

Chambre d'agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

La lutte contre la verticilliose et les nématodes passe par le choix des variétés et l'allongement de la rotation. La lutte contre les limaces, les tipules et les sitones passe par la gestion du précédent et de l'interculture. Il est conseillé de ne pas laisser la végétation se développer pendant l'interculture. Les déchaumages d'été par temps sec détruisent de nombreux œufs et larves.

Dans le Sud de la France, il est conseillé de décaler les dates de semis pour lutter contre les altises.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

La date de fauche est un compromis entre le rendement et la qualité. La valeur alimentaire est liée au stade de récolte ainsi qu'à la méthode de conservation. En fauche, la luzerne se récolte au stade bourgeonnement afin d'assurer un compromis entre le rendement, la qualité et la pérennité de la plante.

**Ensilage** : le faible taux de sucre, les protéines et les minéraux rendent la conservation délicate. Il est donc conseillé de faucher plutôt le soir pour un meilleur taux de sucre. Le mélange avec des graminées améliore également la conservation. Un préfanage pour arriver à une teneur entre 30 et 40 % de MS est également conseillé.

**Enrubannage** : il faut viser 50 à 60 % de MS. À 60 % de MS, des problèmes de conservation peuvent apparaître.

Cette technique permet une valeur fourragère intermédiaire entre le foin et l'ensilage bien conservé. L'ajout d'un conservateur (ex. acide propionique) favorisera une bonne conservation.



### Pour aller plus loin :

Se référer au guide « Sécurité et autonomie fourragère : les clés de la réussite », Chambres d'agriculture France : [https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/002\\_inst-site-chambres/actu/2022/guide\\_fourrage\\_A4\\_BD.pdf](https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/002_inst-site-chambres/actu/2022/guide_fourrage_A4_BD.pdf)

**Foin** : les feuilles sont riches en protéines (25 % contre 10 % pour les tiges).

Il est conseillé de réaliser la fauche le matin, à 7-8 cm, avec une faucheuse-rotative classique ou une conditionneuse à rouleaux. Le fanage est l'opération responsable de la majorité des pertes en feuilles. Il est aussi préférable de faner le matin, ainsi que de diminuer la vitesse de rotation. Si le tonnage est faible, un seul fanage peut suffire. L'andainage est aussi une opération qu'il est préférable de faire le matin, de gros andains permettent un temps de rotation plus court dans le round baller.

Le pressage s'effectue idéalement lorsque l'humidité du foin se situe entre 14 et 17 %.



Fanage de Luzerne, premier retournement à la toupie soleil (vue arrière).

**Production grainière** : il faut être particulièrement vigilant par rapport à la propreté des parcelles. La première coupe doit être réalisée à la mi-mai (la plus tardive possible) pour favoriser la montée à graine et être sûr qu'il n'y ait pas d'adventices qui montent en graines par la suite, notamment les graminées. La récolte s'opère souvent à la moissonneuse-batteuse, soit en coupe directe, en reprise d'andain ou fauchée préalablement.



**Préconisation :**

Dans certaines zones du sud de la France, en sols séchant, les premières coupes peuvent s'effectuer dès la mi-avril.

**Déshydratation** : certaines filières locales existantes permettent de valoriser la luzerne en déshydratation. Les périodes de coupes sont alors déterminées par l'organisation des chantiers gérés par les usines de déshydratation, et commencent généralement début à mi-mai, sur un rythme d'environ toutes les 6 semaines.

## DESTRUCTION

La luzerne possède des racines puissantes et profondes et il arrive souvent qu'il ne soit pas possible de les sectionner correctement. Il est conseillé de réaliser un scalpage de la plante en deux passages de déchaumeurs à dents et ailettes sur une profondeur qui ne va pas en deçà de 5 à 6 cm. En effet, il est important de couper la racine et de ne pas seulement l'extirper. La charrue peut parfois être nécessaire pour assurer une destruction complète de pieds et limiter les repousses dans la céréale.

**Selon la culture suivante, la période de destruction varie :**

- dès fin août pour semer un blé d'automne ;
- novembre pour semer une céréale de printemps ;
- février-mars sur sols limono-sableux avant maïs.

Dans le cas de récolte en graine, la destruction à l'automne est souvent impossible. Prévoir une culture alternative ou de printemps.

# Maïs



Il est recommandé de cultiver le maïs dans des terres profondes, se réchauffant vite, avec une bonne réserve en eau et/ou une possibilité d'irriguer.



## INTÉRÊTS

- Possibilités de semis tardifs (terres inondables).
- Facile à biner.
- Culture d'été, valorise les arrières-effets des fertilisations azotées sur la rotation.
- Valorise bien la matière organique.
- Peu sensible aux maladies.
- Aliment énergétique.
- Double usage : grain ou ensilage.
- Bonne marge possible si prix et rendements élevés.



## LIMITES

- Fertilisation.
- Irrigation.
- Temps passé en désherbage mécanique.
- Charges opérationnelles élevées (semences, séchage).
- Risque d'attaque d'oiseaux et de taupins sur certaines parcelles.
- Besoins en eau importants.
- Moisson tardive et gestion des résidus après récolte.
- Mauvais précédent à céréales (risque de fusariose).

## CHOIX DES VARIÉTÉS

Critères de choix des variétés :

- vigueur à la levée ;
- port couvrant ;
- précocité (compromis entre précocité et rendement) ;
- tenue de tige ;
- résistance aux maladies ;
- résistance à la sécheresse ;
- maïs grain : résistance à la fusariose ;
- maïs ensilage : bonne valeur UFL.



### Précaution :

Pour le maïs, pas de dérogation possible au niveau de SEMAE, les agriculteurs sont obligés de prendre les variétés disponibles même si elles ne sont pas adaptées.



Credit : Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Ses forts besoins en azote déterminent sa place dans la rotation, il est de préférence implanté après une légumineuse, mais il peut aussi venir en deuxième paille (risque de fusariose).

Le maïs s'implante souvent après une prairie temporaire ou artificielle, car elle présente l'intérêt de restituer de l'azote (système polyculture élevage) à cette culture exigeante et de laisser le sol propre. L'inconvénient de ce précédent est qu'il induit un risque de parasitisme du sol (taupin). Il existe une autre stratégie, qui consiste à détruire la prairie au dernier moment pour que les taupins aient plus de matière organique et ne s'intéressent pas au maïs (dans les sols légers que l'on peut travailler au printemps).



#### Précaution :

Il faut éviter de semer un blé d'hiver derrière un maïs à cause des risques de fusariose mais aussi de l'épuisement en azote du sol.

En vue de limiter le salissement, l'épuisement des mêmes horizons du sol ou leur déstructuration, il est préférable de respecter un délai de retour de la culture d'au minimum 5 ans dans la rotation.

#### Précédents favorables

Nature du précédent	Fourniture azotée	Propreté de la parcelle
Luzerne	+++	+++
Prairie 3 ans et + (avec associations de légumineuses)	++	+++
Prairie 1 à 2 ans (graminée pure)	-	++
Protéagineux	+	+ (hiver)
		= (printemps)
Associations céréales protéagineux	=	++
Céréale à paille	-	++
	(++) avec engrais vert de légumineuse (trèfle)	

\* Risque taupin.

+ Favorable = Faible incidence - Défavorable (O) Effet non assuré  
Chambre d'agriculture des Pays de la Loire 2003



#### Précaution :

##### Précédents à éviter

Maïs grain, maïs fourrage, betteraves, choux et colza. Ces précédents sont défavorables au niveau de la propreté de la parcelle et de la fourniture en azote.

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

En sol argileux, un labour d'automne ou d'hiver est conseillé pour aider à restructurer le sol et faciliter son réchauffement. Il est également conseillé de travailler uniquement en conditions ressuyées.

Il convient d'obtenir un sol nivelé, souple, une terre affinée sans grosses mottes, avec un minimum de résidus de récolte pour faciliter le hersage.

### Semis

**Date de semis :** semer en sol bien réchauffé (>10°C) pour faciliter le désherbage, faire en sorte que le maïs se développe avant les adventices et ainsi limiter la période de sensibilité aux ravageurs de type taupin.

- **Bourgogne/Normandie/Île-de-France :** entre début et mi-mai.
- **Haut-de-France :** semer au-delà du 10 mai pour éviter les périodes froides d'avril (température du sol qui est importante).
- **Sud-Ouest/Limousin :** semer à partir du 15 mai pour éviter les semis en sols froids.

### Densité de semis

- **Bourgogne :** 90 à 100 000 gr/ha.
- **Sud-Ouest :** 90 à 95 000 gr/ha.
- **Bretagne :** 100 000 pieds/ha, voire 105/110 000 pieds si on envisage un itinéraire de désherbage « agressif ».
- **Normandie :** 115 à 120 000 gr/ha.
- **Haut-de-France :** 105 à 110 000 pieds/ha en maïs ensilage ; 95 à 100 000 pieds/ha en maïs grain.

Augmentation de la densité de semis de 5 à 10 % par rapport au conventionnel pour compenser les pertes liées au désherbage mécanique et aux ravageurs.

**Profondeur de semis :** 3 à 4 cm.

**Écartement entre les rangs :** entre 50 et 80 cm, le même que celui de la bineuse utilisée.

Type variétal		Densité optimale des plantes à la récolte en maïs grain à majorer par les risques de pertes à la levée (pied/ha)*
Très précoces	Cornés	100 000 - 110 000
	Dentés	95 000 - 105 000
Précoces	Cornés	85 000 - 100 000
	Dentés	85 000 - 95 000
1/2 précoces C1	Dentés	80 000 - 90 000
1/2 précoces C2	Dentés	75 000 - 85 000
1/2 tardives D	Dentés	72 000 - 85 000
Tardives E1	Dentés	68 000 - 78 000
Très tardives	Dentés	68 000 - 78 000

\* Les pertes à la levée doivent considérer les pourcentages de germination (de l'ordre de 95 % en maïs), la qualité de la préparation du lit de semences, la date de semis et le niveau de protection des plantes.

Arvalis Institut du Végétal 2013

## CULTURES EN ASSOCIATION

Les objectifs d'une association sont d'améliorer la maîtrise du salissement et d'obtenir un fourrage plus équilibré en rééquilibrant les valeurs alimentaires avec l'augmentation de la Matière Azotée Totale (MAT).

Il existe peu de références à l'heure actuelle, et les résultats sont assez variables. Quelques associations ont cependant été testées comme le maya (association maïs-soja), maïs-trèfle blanc ou violet, ou encore maïs-féverole.

## FERTILISATION

### Besoins de la culture

- N : 120 à 130 U pour 65 q/ha de grains secs ou 2 à 2,2 kg/q.
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 0,6 kg/q de grains.
- K<sub>2</sub>O : 0,5 kg/q de grains.

Les besoins du maïs en azote sont élevés. Le maïs étant une culture d'été, il valorise très bien l'azote organique. Ses besoins en azote peuvent donc être fournis par un engrais vert couplé à l'enfouissement d'engrais de ferme avant semis. Un précédent légumineuse ou prairie peut également libérer jusqu'à 200 UN en fonction de l'espèce, de la biomasse produite et des conditions climatiques.

## GESTION DES ADVENTICES

Il est important de semer le maïs en sol réchauffé pour favoriser le désherbage.

Il est conseillé, comme pour toute culture bio, de favoriser les faux-semis avant toute implantation ainsi qu'une bonne gestion de la rotation. Le binage combiné avec les passages de houe rotative à faible vitesse permet d'obtenir de bons résultats.

Stade de la culture	Semis	Levée	1 feuille	2 feuilles	3 feuilles	4 feuilles	5-6 feuilles	8 feuilles	10 feuilles	
Houe rotative			A 8-10 km/h, faible agressivité (maïs fragile)							
Herse étrille	En pré-levée, à l'aveugle	Éviter tout passage : plante fragile								
Bineuse						1 <sup>er</sup> binage	2 <sup>ème</sup> binage	3 <sup>ème</sup> binage/buttage		
Désherbage thermique	Sur le rang jusqu'au stade « cigare »							À partir de 6 feuilles		

■ Passage à proscrire ■ Passage difficile ■ Passage adapté

Groupe technique AB Franche-Comté 2012, Chambre d'agriculture des Pays de la Loire 2003 et Chambres d'agriculture du Gers 2023

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Les maladies et ravageurs touchant le maïs sont nombreux. Il y a de forts risques de dégâts par la pyrale du maïs. Le trichogramme, parasitoïde des œufs de la pyrale, est simple d'utilisation et efficace. Il convient également de broyer et d'incorporer les cannes dans les sols pour éviter la subsistance des larves durant l'hiver.

Il faut être vigilant et éviter de faire maïs sur maïs, ainsi que de cultiver deux parcelles adjacentes afin de gérer les risques de chrysomèle.

Les taupins peuvent causer des dégâts très importants. La culture de maïs y est sensible jusqu'au stade 6-8 feuilles. L'implantation d'un maïs derrière une prairie représente le risque plus élevé. Plus la prairie est âgée, plus le risque de taupin augmente. Afin de prévenir ce risque, la date de retournement de la prairie semble être un moyen de lutte intéressant. Plusieurs suivis de parcelles chez des agriculteurs montrent qu'un labour au plus près du semis peut permettre de diminuer de manière très importante

le nombre d'attaques sur le maïs. L'enfouissement de matières organiques en profondeur est également à éviter car il est favorable au taupin. Le cycle de ce ravageur étant très difficile à suivre, il est encore difficile de mettre en avant des techniques de lutte performantes. Quelques pistes aujourd'hui sont travaillées tels que les répulsifs, l'association de cultures, les couverts végétaux.

La lutte contre les ravageurs du sol est avant tout préventive : faux-semis, labour,...

Pour les limaces, il faut éviter de laisser les déchets de la culture précédente en surface. Il est également nécessaire de rappuyer le sol pour éviter les sols creux et les mottes où elles déposent leurs œufs. Le passage d'outils de surface permet de détruire les œufs en les exposant à la chaleur et à la sécheresse.

Contre les oiseaux, des ballons, cerfs-volants ou encore des canons peuvent être utilisés pour les effaroucher. On note toutefois un phénomène d'accoutumance.

La sensibilité au charbon se traite par le choix variétal.



## RÉCOLTE ET VALORISATION

- **Période** : fin octobre à novembre.
- **Sud** : début octobre à début décembre.

### Récolte en grains

- **Normes de récolte** : ne pas récolter au-delà de 35 % d'humidité pour limiter les frais de séchage.
- **Normes de commercialisation** : 15 % d'humidité et < 2 % d'impuretés.
- **Pour la récolte en grain, lorsqu'il est possible de choisir la date de récolte, le compromis devra se faire entre** :
  - une récolte précoce avec de bonnes conditions climatiques mais un grain plutôt couteux en séchage,
  - une récolte tardive avec un taux d'humidité du grain correct, mais un climat plus humide et un risque de tassement du sol.

### Récolte en fourrage (plante entière)

Le maïs fourrage se récolte plus tôt, lorsque la teneur en matière sèche des épis est comprise entre 45 et 50 % et celle de la plante entière entre 32 % et 35 % pour un bon compromis entre digestibilité, qualité de conservation et bon taux d'amidon.



#### Pour aller plus loin :

Se référer au guide « Sécurité et autonomie fourragère : les clés de la réussite », Chambres d'agriculture France : [https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/002\\_inst-site-chambres/actu/2022/guide\\_fourrage\\_A4\\_BD.pdf](https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/002_inst-site-chambres/actu/2022/guide_fourrage_A4_BD.pdf)

**Valorisation** : essentiellement pour l'alimentation animale.

- Ensilage plante entière : ruminants.
- Ensilage grain humide : monogastriques, ruminants.
- Grain sec : monogastriques, ruminants, volailles.
- Popcorn et maïs doux : destinés à l'alimentation humaine et nécessitent plus de soin qu'un maïs grain.

# Millet



Cette plante d'origine tropicale, de type C4, se plait sur sols sains et chauds tout en supportant les pluies estivales. Culture de niche en France, cette graminée résiste bien à la sécheresse. Elle possède un cycle de 90 à 120 jours comme le sarrasin et a besoin de 1000 à 1500 degrés-jour pour son développement. Utilisée en graineterie pour les oiseaux de compagnie, la graine nécessite d'être décortiquée pour l'alimentation humaine. De plus, elle est sans gluten comme le sorgho, le riz ou le maïs.

## INTÉRÊTS



- Résistance à la sécheresse (100 mm d'eau sur tout le cycle comme le moha ou le sarrasin).
- Faible exigence d'apport en fertilisation
- Semis et récolte avec matériel classique.

## LIMITES



- Manque de degrés à l'automne (températures journalières trop faibles).
- Faibles débouchés (farine-semoule).

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Comme le moha ou le sarrasin, cette culture d'été stricte (car gélive), peut être cultivée en culture principale ou en dérobée dans les zones les plus chaudes de l'hexagone.

Un très bon précédent pour le millet est par exemple le pois, fournissant de l'azote pour la culture suivante en dérobé. Cette culture d'été allonge la rotation. Attention toutefois à ne pas la récolter trop tard pour ne pas impacter les conditions d'implantation de la culture suivante.

### MÉTHODE D'IMPLANTATION

#### Préparation du sol

Il faut éviter d'implanter le millet dans des sols à risques de tassement ou des sols hydromorphes.

Le sol doit être ressuyé et bien réchauffé. Il faut privilégier les sols sableux ou les limons avec une bonne réserve en eau. En sols argilo-calcaire, cette culture se conduit comme celle du sorgho (tout en ayant un cycle plus court). Etant donné la petite taille de la graine, il est conseillé d'avoir un sol bien rappuyé.

#### Semis

Le semis est possible de mai à mi-juillet selon les précocités choisies avec un semoir à céréales. La culture ne supporte pas les gelées tardives. On évitera un écartement de plus de 25 cm car des talles supplémentaires peuvent se développer tardivement et entraîner des différences de maturité.

La densité de semis est d'environ 25 à 30 kg/ha sur une profondeur d'environ 2 cm. Le roulage est possible afin d'augmenter le contact sol/graine, lorsqu'on ne dispose pas d'une roue plumbeuse sur le rang du semoir.



#### Préconisation :

Pour faire face au risque de manque de degrés à l'automne (températures journalières trop faibles), il faut choisir les variétés les plus précoces et semer au plus tôt dans le cas des terroirs septentrionaux.

## FERTILISATION

Des apports azotés ne sont pas nécessaires si la culture est implantée derrière une légumineuse (pois ou lentille conseillés). En azote, il faut environ compter 30 U. Les besoins en phosphore et potassium sont de l'ordre de 50 et 70 U/ha pour un rendement attendu de 25 à 35 q/ha.

## GESTION DES ADVENTICES

Le millet est assez sensible à la concurrence des adventices surtout en début de cycle.

Un passage à la herse étrille d'abord à l'aveugle, puis au stade 4-6 feuilles est possible, puis dix jours après.

La houe sera passée dès l'apparition de la deuxième feuille, puis répétée.

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Pas de maladies particulières sur la culture. Le millet est peu sensible, si ce n'est à la fusariose derrière un maïs, sorgho ou céréales à paille.

Toutefois, il faut surveiller les ravageurs attentivement. Les dégâts à la levée peuvent être importants avec les vers du sol type taupins, noctuelles, ou vers blancs comme sur le maïs ou le sorgho. Le millet peut être hôte de la pyrale du maïs, voire de la sésamie.

La meilleure méthode de lutte reste le broyage fin des chaumes de maïs, puis leur incorporation dans le sol.

Les moyens de lutte sont préventifs (rotation, broyage et enfouissement des résidus végétaux) et curatifs (ex. produits homologués pyrale du maïs-cyrphis).

## RÉCOLTE ET VALORISATION

**Date de récolte** : à partir de mi-septembre jusqu'à mi-octobre.

Elle se fait grâce à une moissonneuse-batteuse classique (coupe à céréales) et à partir de 20 % d'humidité. La ventilation est utile pour ramener l'humidité du grain en dessous de la norme commerciale qui est de 14,5 %.

Le rendement potentiel est d'environ 10 à 30 q/ha.

La valorisation est double : alimentation humaine et animale (ex. graineterie). Il est important de s'assurer du débouché de la production en ayant un opérateur.

# Orge de printemps



Cette céréale fragile doit éviter les sols hydromorphes ou asphyxiés ainsi que les terres à faibles réserves en eau. La durée de son cycle est courte, ce qui réduit la fenêtre d'implantation pour permettre un rendement optimal, et la rend sensible aux accidents climatiques. Elle est également sensible au tassement.

Les céréales de printemps sont en général peu adaptées au sud-est de la France car leur semis tardif les expose plus aux coups de chaleurs et donc à l'échaudage.

## INTÉRÊTS



- Culture de printemps permettant de varier les périodes d'implantation et de limiter le salissement en adventices d'automne et d'été.
- Facilite le semis sous couvert de prairies temporaires ou artificielles.
- Possibilité d'associer facilement à des pois protéagineux de printemps.

## LIMITES



- Sensible au stress hydrique.
- Faible rendement si manque d'azote.
- Les marchés brassicoles varient en fonction des régions.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

- Préférer les variétés résistantes aux maladies : verse, helminthosporiose et rhynchosporiose.
- Précocité : l'orge doit avoir le temps de former son grain et de mûrir avant la sécheresse.

Les variétés tardives et riches en protéines sont préconisées pour les mélanges à destination de l'alimentation animale.

Il faut distinguer les variétés fourragères des variétés brassicoles.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Moins sensible au piétin verse et au piétin échaudage que le blé, l'orge est généralement introduite dans la rotation comme seconde paille. Toutefois, c'est une culture qui est sensible à la verse, il faut donc éviter les précédents fournissant un apport trop riche en azote.

L'orge de printemps est notamment souvent mise après des précédents récoltés tard.

C'est une culture qui permet de rattraper des situations délicates. En effet, en Occitanie, lorsqu'on est en présence de folle avoine d'hiver, il est conseillé d'implanter de l'orge de printemps.

Précédent	Souhaitable	Possible	À éviter si débouché brassicole
Choux ou betterave		X	
Céréale	X		
Association céréale + protéagineux	X		
Maïs		X	
Tournesol	X		
Prairie	X		X
Luzerne	X		X
Protéagineux	X		X

Chambre d'agriculture des Pays de la Loire 2003

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

Le lit de semences devra être moyen pour permettre la levée la plus homogène possible sans battance du sol et le développement le plus rapide possible de la plante. L'orge étant sensible aux conditions d'implantation, il faut éviter les obstacles à l'enracinement.

Le sol doit également être bien ressuyé sur les 10-15 premiers centimètres car cette culture est très sensible à l'excès d'eau.

### Semis

Semer tôt et en bonnes conditions assure une plus longue période végétative, et permet d'atteindre un meilleur potentiel de rendement tout en diminuant les risques d'échaudage et de stress hydrique.

Le créneau idéal de semis commence le 15 janvier dans le sud de la France et le 20 février dans le nord de la France (en général, autour du 5 mars).

**Densité de semis :** 350-400 gr/m<sup>2</sup> avec une population visée de 300 plants/m<sup>2</sup>.

## CULTURES EN ASSOCIATION

Les orges sont principalement utilisées dans des associations « précoces » et à destination de la vente (ex. orge/pois protéagineux).



Orge de printemps + trèfle nain semé sous couvert de l'association



Orge de printemps + pois protéagineux



Lupin bleu + orge de printemps  
+ prairie semée sous couvert de l'association

## FERTILISATION

Moins exigeante que le blé, l'orge de printemps valorise mieux les fertilisations organiques. Une fertilisation peut être apportée à l'automne sous forme de compost, ou bien au printemps sous une forme facilement assimilable (fiente).

L'interculture généralement longue avant l'orge de printemps permet d'envisager l'implantation d'un engrais vert comportant des légumineuses dans ou après le précédent. L'engrais vert fournit ainsi de l'azote à l'orge de printemps, permettant de limiter, voire de supprimer, les apports organiques complémentaires.

En cas de semis de légumineuses sous couvert de l'orge, limiter la fertilisation azotée à cause des risques de verse mais aussi de l'ombrage trop important. En effet, une trop forte densité nuit à la luminosité nécessaire.

**Azote :** l'orge a besoin de 2,5 kg par quintal de grain produit.

**Phosphore :** l'orge de printemps exporte 0,8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/q dans le cas des pailles enfouies. Elle exporte 1,1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/q dans le cas de pailles enlevées.

**Potassium :** l'orge de printemps exporte 0,7 kg K<sub>2</sub>O/q dans le cas des pailles enlevées.



### Précaution :

Attention aux réglementations (Directive Nitrates) pour les apports organiques avant culture de printemps.

## GESTION DES ADVENTICES

### Méthodes préventives

- Rotations longues ;
- Labour occasionnel ;
- Déchaumage et faux-semis ;
- Choix des variétés et gestion des intercultures.

### Méthodes curatives

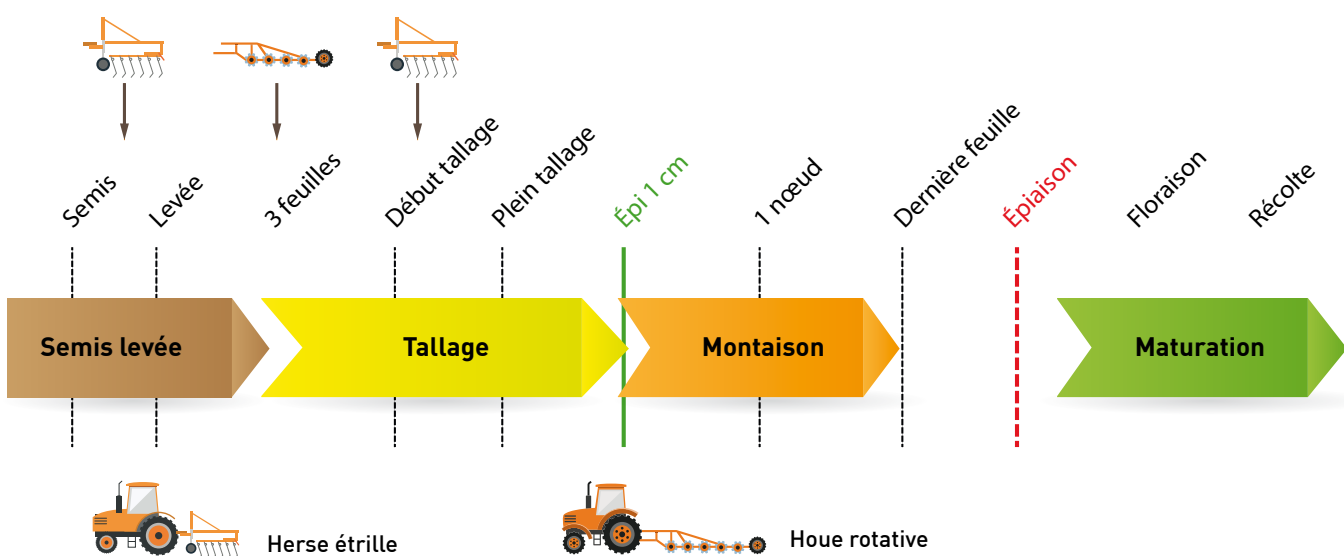
- Un passage de herse étrille en pré-levée, très superficiel.
- Un passage de houe rotative au stade 2-3 feuilles de la céréale.
- Un ou plusieurs passages de herse étrille au stade 3-4 feuilles.



### Précaution :

L'orge de printemps est assez sensible au désherbage mécanique. Il est important de ne pas être trop agressif.

Dans certaines régions, le binage peut aussi être pratiqué.



## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Pour la lutte contre les maladies telles que la rhynchosporiose, l'helminthosporiose, la ramulariose, l'oïdium ou encore la rouille naine (dans le nord), il est conseillé de choisir des variétés résistantes.

Contre les limaces, les passages de herse étrille peuvent être efficaces tôt le matin. Il est conseillé d'effectuer 3 passages de suite la semaine précédant le semis.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

La récolte de l'orge intervient en général à partir de fin juin début juillet dans le Sud et jusqu'à mi-août dans le Nord, une à deux semaines après les céréales d'hiver.

### Exigences des brasseurs

- Variété.
- Teneur en protéines entre 9.5 et 11,5 %.
- Calibrage tamis :  $\geq 2,5$  mm pour plus de 90 % des graines.
- Humidité :  $< 14,5$  %.
- Pureté variétale :  $> 93$  %.
- Faculté germinative des grains :  $> 95$  % en 5 jours.
- Taux d'impureté :  $< 2$  %.

L'orge est une céréale intéressante en alimentation des ruminants grâce à la qualité de son amidon à dégradation lente.

**Rendements :** de 25 à 40 q/ha, en culture pure comme en culture associée.

# Pois chiche



Cette légumineuse est une plante annuelle monogame à croissance indéterminée (stoppée par des conditions estivales sèches) et à cycle relativement court (5-7 mois). Bon relais d'assolement, c'est une culture qui permet de diversifier l'assolement et de casser le cycle des adventices. Grâce à son port érigé, elle peut s'implanter sur des parcelles caillouteuses. Contrairement à d'autres légumineuses, la culture supporte mieux les fins de cycles chauds et secs. Riche en protéines et sans gluten, elle répond à des attentes de l'alimentation humaine.



## INTÉRÊTS

- Résistance au déficit hydrique et fortes températures : adapté au climat sec.
- Bon précédent (apport d'azote).
- Capacité d'adaptation sur les sols séchant et caillouteux.
- Tolère les pH allant de 7 à 9.
- Peu attractif pour les ravageurs classiques des légumineuses (régions nord de la France).
- Tolérance aux maladies (*Aphanomyces*).



## LIMITES

- Sensible à la concurrence des adventices.
- Sensible au gel dès le stade 3-4 feuilles.
- Non adapté aux sols froids, battants, hydromorphes, acides et sableux.
- Attaques de chenilles d'héliotis ou noctuelle de la tomate si semis tardifs.
- Rendement assez aléatoire.



## Pour aller plus loin :

Pour le choix des variétés, il faut privilégier les résistances contre l'antracnose. Face aux choix variétaux, vous pouvez vous référer aux diffusions Terres Inovia : [www.terresinovia.fr](http://www.terresinovia.fr).

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### ➤ Préparation du sol

Le travail doit se faire de préférence dans des sols drainants se réchauffant vite. La culture est très sensible à l'excès d'eau (asphyxie racinaire et risque d'ascochytose). Il est déconseillé d'implanter la culture dans des sols acides et dans des sols sableux, où le *Rhizobium* est absent. Idéalement, le pH doit être supérieur ou égal à 7 afin de favoriser le développement des bactéries des nodosités.

L'atout du port dressé du pois chiche lui permet d'être peu sensible à la verse. Ainsi, une implantation sur des sols caillouteux est possible. Le roulage n'est pas forcément nécessaire.

Le sol doit être travaillé sur 20-25 cm pour garantir un bon enracinement. L'objectif est d'obtenir un lit de semence rattaché avec une structure meuble en profondeur.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Le délai de retour conseillé est de 5-6 ans. La culture laisse un reliquat azoté d'environ 50 à 70 U, ce qui permet d'implanter une céréale derrière (ex. blé).

La culture a un faible pouvoir couvrant et son démarrage assez lent (croissance véritablement active au-delà de 20°C de température diurne) impose le choix d'une parcelle propre, plutôt en début de rotation donc derrière des cultures nettoyantes (cultures d'été).

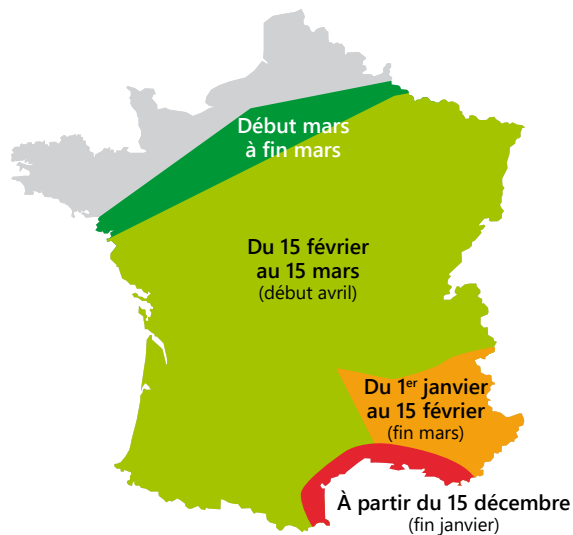
### Semis

**Profondeur de semis :** 4-5 cm, avec un semoir à céréales ou monograine, selon les mêmes principes que le soja.

La température optimale est supérieure à 7°C.

#### Date de semis :

Période de semis conseillée



Terres Inovia 2023

**Densité de semis :** 55 gr/m<sup>2</sup> au monograine et 70 gr/m<sup>2</sup> au semoir en ligne (soit 165 à 245 kg/ha ; selon le PMG des variétés : 300-500 g).

Le semis à grand écartement à 30-60 cm (monograine) amène une plus grande régularité de levée et permet un meilleur contrôle des adventices grâce au binage.

La densité de semis dépend forcément de la date d'implantation. Si le pois chiche est semé tôt, il est capable de valoriser des densités faibles grâce sa capacité à ramifier.



#### Précaution :

Les pertes à la levée sont importantes. Il faut particulièrement faire attention à la concurrence des adventices en début de cycle.

### FERTILISATION

La culture étant une légumineuse, pas d'apport en azote particulier. Le pois chiche est capable de fixer l'azote atmosphérique s'il est associé à son *Rhizobium* spécifique. En cas d'absence de *Mesorhizobium*, 40 UN au semis peuvent être apportées.

C'est une culture peu exigeante. On estime que pour un rendement de 25 q/ha, le pois chiche exporte une vingtaine d'unités de phosphore et de potasse.

### GESTION DES ADVENTICES

Pour la gestion des adventices, les rotations longues restent le premier levier.

Le labour agronomique permet de diminuer le potentiel de graines indésirables. Les faux-semis sont à respecter.

Comme la majorité des pois chiches en AB sont semés à grand écartement (semoir monograine), le binage est plus efficace en comparaison d'un semis en plein désherbé à la herse étrille. Des passages de bineuse sont réalisables durant l'essentiel du cycle cultural et jusqu'à des stades avancés (salissement tardif à ne pas sous-estimer). Toutefois, il est conseillé de ne pas dépasser le stade 6-8 feuilles (selon l'écartement de semis).

En sols battants ou non, il est préférable pour un premier passage d'utiliser la houe rotative pour « écouter » puis de poursuivre avec la houe et la herse, avant de terminer avec la bineuse quelques jours plus tard.

La herse étrille peut se passer en post-semis puis au stade 3 feuilles. Les passages se font à faible vitesse pour ne pas casser les jeunes plantules.

L'écimage peut aussi s'avérer nécessaire pour éviter la multiplication des plantes indésirables.

### GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

L'ascochytose est le principal agent pathogène du pois chiche. Le champignon est transmis par les graines et par les résidus de cultures (jusqu'à 2 ans après la culture). Les conditions idéales de développement du pathogène se situent entre 9 et 24°C. Le seul moyen de gestion en AB reste le choix de variétés.

Le pois chiche n'est pas sensible à *Aphanomyces*, contrairement à la lentille.

En ravageurs, la culture possède un point fort avec la sécrétion d'acide malique au niveau des folioles et des gousses, repoussant ainsi un bon nombre d'insectes.

Toutefois, on peut retrouver l'héliothis qui provoque une nuisibilité directe. Le papillon pond dans les jeunes gousses et les larves se développent au détriment des grains (pertes potentielles de 20 à 30 %).

Les taupins sont aussi gourmands de la culture. Pour lutter contre ce coléoptère, il faut éviter les précédents fourragers, allonger les rotations et travailler le sol avant semis.

Il faut noter que les semences contaminées et les printemps humides favorisent le *Botrytis*.

### RÉCOLTE ET VALORISATION

Période : début juillet jusqu'à fin août.

Dans le Sud, on retrouve les premières dates de récolte et dans le Nord les plus tardives. La récolte doit se faire lorsque que les grains « sonnent » dans les cosses (il ne faut pas trop attendre pour limiter le risque de casse).

Le fauchage andainage permet de grouper artificiellement la maturité des parcelles et sert également à dessécher rapidement les adventices présentes pour faciliter le battage.

Il faut bien penser à nettoyer la batteuse après une récolte de blé avant de récolter le pois chiche (absence de gluten nécessaire).

La production se fait uniquement sous contrat.

**Valorisation :** alimentation humaine.

**Rendement :** variables, de 10 à 30 q/ha.

**Normes de récolte :** en direct dès 16 % d'humidité.

**Normes de commercialisation :**

- Humidité : 12-14 %.
- Impuretés : < 3 %.



# Pois protéagineux d'hiver et de printemps



En sols asphyxiant et/ou hydromorphes, le pois protéagineux est sensible à *Aphanomyces*. Dans cette situation, il est préférable de le remplacer par de la féverole. Le pois peut également subir une chlorose ferrique dans les sols disposant de trop de calcaire actif (sol à pH élevé > 8) et a aussi des difficultés à se développer sur des sols trop acides (pH < 6) du fait d'une mauvaise nodulation. Sensible au salissement, il est recommandé de le réserver à des parcelles propres. Les sols caillouteux peuvent également entraver la récolte.



## INTÉRÊTS

- Fournit des protéines dans les rations des animaux.
- Paille valorisable en alimentation bovine.
- Précédent restituant de l'azote.
- Bonne plante compagne en association.
- Facile à stocker.



## LIMITES

- Couverture incomplète de la ration des porcs et des volailles du fait d'une déficience en acides aminés. À compléter avec du tourteau de soja.
- Sensibilité aux coups de chaud et sec à la floraison.
- Culture peu compétitrice face aux vivaces.
- Risque d'*Aphanomyces*.
- Coût et doses de semences élevés.
- Appétence des oiseaux au semis et à la récolte.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

Critères de choix des variétés :

- Productivité ;
- Résistance aux maladies ;
- Résistance au froid (pois hiver) : en moyenne, sensible au gel hivernal à -10°C ;
- Précocité à floraison (pois hiver) : en année moyenne, des pois à floraison précoce auront plus de chances d'éviter les plus importants coups de chaud ;
- Résistance à la chlorose ferrique ;
- Capacité de recouvrement (lutte contre les adventices) ;
- Tenue de la tige (limiter la verse).

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

La fréquence de retour du pois sur la même parcelle est de 7 ans.

Sur les parcelles avec présence d'*Aphanomyces* vérifiée, à laquelle le pois est très sensible, il faut également éviter les espèces hôtes comme la lentille ou la vesce dans la rotation.

Le pois fournit, grâce à ses nodosités, de l'ordre de 20 à 30 UN à la culture suivante, ce qui en fait un bon précédent pour les cultures consommatrices en azote, le blé notamment.

Il faut cependant se rappeler que c'est une culture salissante vis-à-vis des adventices.

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

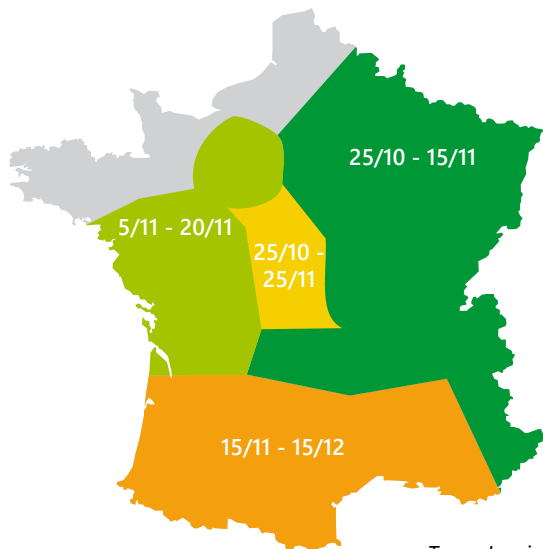
La graine est grosse, donc le lit de semence n'a pas besoin d'une préparation trop fine. Un sol poreux est favorable aux nodosités, lesquelles sont surtout présentes dans les 10-15 premiers centimètres du sol.

Le pois est sensible à tout obstacle à l'enracinement (semelle de labour par exemple).

### Semis

#### Date de semis

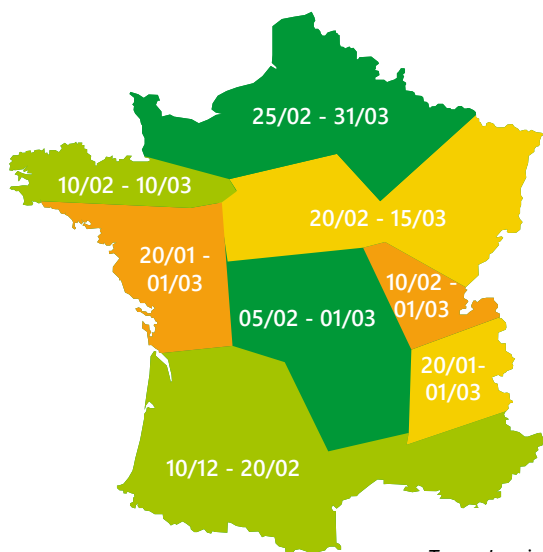
Semis du pois d'hiver : périodes optimales



Terres Inovia 2017

La date de semis (pois hiver) pour les Hauts-de-France est du 5 au 25 novembre.

Semis du pois de printemps : périodes optimales



Terres Inovia 2017

### Densités et dose de semis en pois d'hiver

	Densité de semis		
	Sol limoneux	Sol caillouteux	Sol de craie
	70 à 80 gr/m <sup>2</sup>	80 à 90 gr/m <sup>2</sup>	115 gr/m <sup>2</sup>
PMG = 175	125 à 140 kg/ha	140 à 160 kg/ha	200 kg/ha
PMG = 200	140 à 160 kg/ha	160 à 180 kg/ha	230 kg/ha

Terres Inovia 2017

### Densités et dose de semis en pois de printemps

	Densité de semis		
	Sol limoneux	Sol caillouteux	Sol de craie
	80 à 90 gr/m <sup>2</sup>	90 à 100 gr/m <sup>2</sup>	125 gr/m <sup>2</sup>
PMG = 175	135 à 150 kg/ha	155 à 175 kg/ha	215 kg/ha
PMG = 200	155 à 170 kg/ha	170 à 190 kg/ha	245 kg/ha

Terres Inovia 2017 et Chambre d'agriculture du Gers 2023

**Profondeur du semis :** 3 à 4 cm.

**Écartement du semis :** 10 à 17, 5 cm sauf s'il y a pratique du binage. Dans ce cas, l'écartement sera supérieur à 20 cm.

## CULTURES EN ASSOCIATION

Le pois est souvent semé avec une plante qui lui sert de tuteur. Le pois d'hiver peut être associé avec de l'avoine d'hiver ou avec de l'orge d'hiver (coïncidence de maturité).

Le pois de printemps est quant à lui très souvent semé avec du blé, de l'orge ou de l'avoine de printemps.

## FERTILISATION

Le pois est une légumineuse qui fixe l'azote de l'air grâce à ses nodosités. Il n'est donc pas nécessaire de lui apporter de l'azote. Cette culture est de plus moyennement exigeante en phosphore et en potasse.

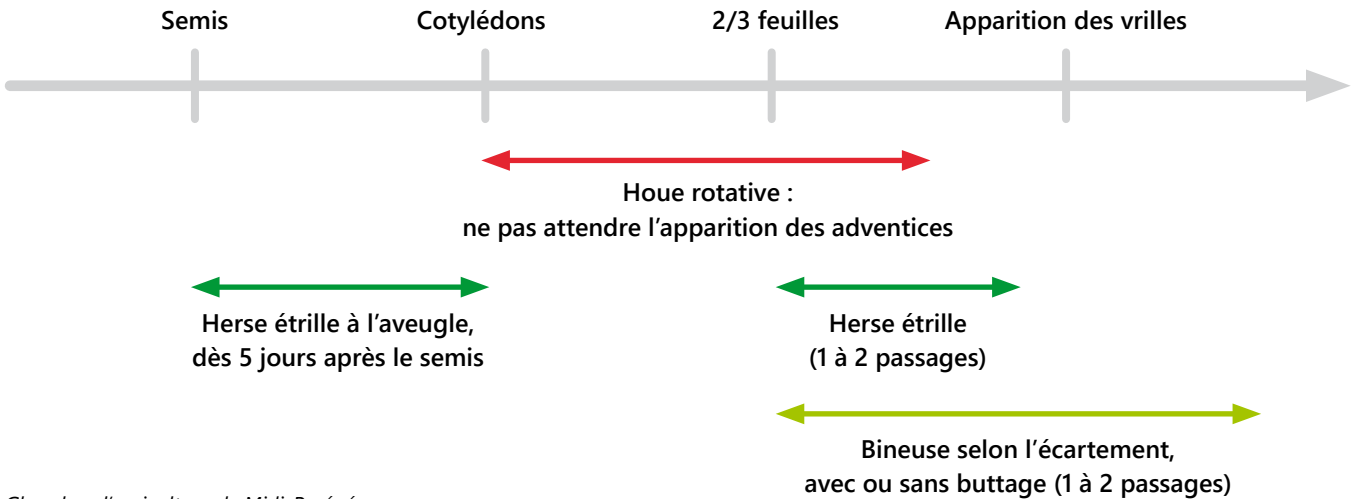
	Unité P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Unité K <sub>2</sub> O
Pois	1 kg/q	1,6 kg/q

## GESTION DES ADVENTICES

Le désherbage mécanique est assez difficile à réaliser pour le pois du fait de la présence de vrilles. Il est considéré comme une culture salissante.

Les méthodes préventives sont donc à privilégier :

- Rotation de cultures variées ;
- Utiliser des semences propres ;
- Réaliser des faux-semis ;



Chambre d'agriculture de Midi-Pyrénées

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

### Maladies

**Aphanomyces** est une maladie qui entraîne des pertes de rendement très élevées. Elle est due à un champignon présent dans le sol. Pour limiter les risques, il faut respecter un délai de 7 ans entre deux cultures de pois. Un test de contamination du sol (test de potentiel infectieux) peut être réalisé avant l'implantation du pois.

L'**ascochytose** se transmet par les semences et les résidus de récolte. En cas d'attaque sur une parcelle, mieux vaut ne pas utiliser la récolte en semences fermières.

Les autres maladies notoires sont le mildiou, le *Botrytis* et le *Sclerotinia*. La bactériose est plus rare mais elle peut occasionner des dégâts considérables lorsque les conditions sont favorables à son développement.



Gros plan sur des vrilles de pois protéagineux atteints par le mildiou

### Ravageurs

Les ravageurs les plus fréquents sont les sitones. Les autres ravageurs que l'on peut rencontrer sont : les pucerons verts, les bruches et les tordeuses.

Que ce soit pour les maladies ou les ravageurs, il n'existe sur le pois aucune méthode de lutte curative. Il faut porter son action sur des méthodes préventives via l'optimisation agronomique des cultures, l'utilisation de semences saines, la diversification de la rotation, une densité de semence adaptée ou encore éviter les parcelles mal aérées.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

### Dates de récolte

- Pois d'hiver : du 1<sup>er</sup> à la mi-juillet.
- Moitié Nord : à partir de la mi-juillet.
- Moitié Sud : récolte au 10 juin.

### Pois de printemps

La récolte du pois s'effectue en même temps que celle des céréales, à partir de fin juin début juillet dans le Sud et début août dans le Nord. Elle est à réserver aux heures les plus fraîches de la journée.

**Norme de collecte** : 14 % d'humidité, récolte possible dès 16 % pour limiter la casse et l'égrenage.

**Rendement** : entre 10 et 20 q/ha.

### Valorisation

- Alimentation animale : débouché principal.
- Alimentation humaine (grains peu bruchés) pour les pois verts (pois cassés).

# Sarrasin



Cette culture appartient à la famille des polygonacées, famille des renouées, remarquables par leurs végétation et compétition inter-plantes. Elle permet de diversifier les rotations céréalières. Il faut éviter les sols lourds, humides, battants et riches en matière organique. Les sols à fort reliquat azoté favorisent le développement végétatif et peu la montée en graine.



## INTÉRÊTS

- Plante peu exigeante en temps de travail.
- Plante étouffante (il est rarement nécessaire de désherber).
- Peu de ravageurs et de maladies.
- Peu exigeant en azote.
- Culture des rattrapages par excellence.



## LIMITES

- Floraison longue et échelonnée.
- Tige cassante qui empêche d'éventuelles interventions de désherbage.
- Sensibilité aux conditions extrêmes (basse températures et manque d'eau).
- Rendements aléatoires.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Le sarrasin arrive souvent en fin de rotation. C'est en effet une culture compétitive avec peu d'exigences en azote. Un blé peut être implanté à sa suite, à condition de réaliser un apport azoté conséquent.

Le sarrasin reste une plante intéressante dans la remise en cultures de parcelles sales par ses qualités nettoyantes (allélopathie, compétition) et ses capacités à assimiler les toxines présentes dans le sol. C'est la culture d'été qui peut s'implanter le plus tardivement, elle trouve donc sa place facilement comme « culture de remplacement » dans les rotations.

Derrière le sarrasin, on ne peut cependant pas planter de culture d'été, ni culture de printemps pour éviter les repousses (de sarrasin) dans ces cultures.



### Précaution :

Il faut éviter les situations à forts reliquats azotés (précédents prairies et protéagineux), propices à la verse et rendant la récolte difficile.

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

Malgré sa réputation de « culture nettoyante », le sarrasin doit être, dans l'idéal, implanté sur un sol exempt d'adventices car il reste sensible au salissement jusqu'au stade 2 feuilles.

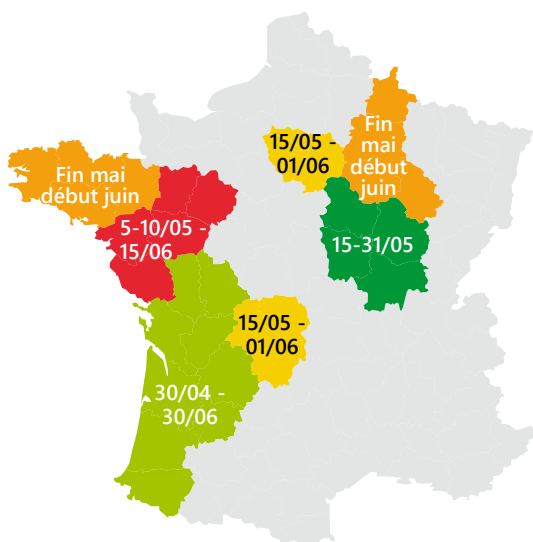
Le travail du sol doit aboutir à une terre bien émietée et ameublie, et ceci en un minimum de passages pour éviter les tassements.



Credit: Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne

## Semis

**Date :** semer en sol réchauffé (12°C), après les dernières gelées.



Réseau des Chambres d'agriculture 2017

**Profondeur :** 2 à 3 cm.

**Écartement :** 10 à 60 cm (dans les parcelles binées du Sud-Ouest).

De manière générale, des écartements réduits sont préconisés, mais dans les situations où le salissement est important et où le binage est nécessaire, des écartements plus importants sont recommandés.

**Outil :** semoir à céréales classique ou semoir monograine, semis à la volée possible.

**Densité :** 150 à 200 voire 250 gr/m<sup>2</sup>, soit 30 à 40 ou 50 kg de semences/ha suivant le PMG.

## CULTURES EN ASSOCIATION

Le sarrasin est une espèce qui s'adapte moyennement à l'association mais qui est utilisée en plante de service ou en plante compagne dans d'autres cultures pour la maîtrise du salissement.

## FERTILISATION

Les besoins de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et K<sub>2</sub>O sont de l'ordre de 50 U.

Les apports en azote sont faibles : de 0 à 50 U suivant le précédent. Un excès d'azote peut provoquer l'avortement des fleurs et des problèmes de verse.



### À savoir :

La pollinisation joue un rôle majeur dans la réussite du sarrasin, car jusqu'à la fécondation des fleurs, on ne peut définir le rendement. La particularité du pollen de sarrasin est qu'il n'est pas transporté par le vent, la fécondation est entièrement réalisée par les insectes. La présence de ruche dans la parcelle ou dans l'environnement de la parcelle ou encore des aménagements paysagers propices aux auxiliaires pollinisateurs permettent d'augmenter sensiblement le rendement.

## GESTION DES ADVENTICES

Il est conseillé de réaliser des faux-semis avant l'implantation du sarrasin.

Le désherbage mécanique est délicat en culture car les tiges sont cassantes et supportent peu le hersage et l'écroutage. On peut cependant pratiquer le binage lorsque l'on sème en monograine jusqu'à la fermeture du rang.

La houe rotative peut être utilisée en cas de sols battus, avant la levée, pour fracturer le sol.

Le sarrasin peut étouffer la plupart des adventices avec un démarrage de végétation rapide et homogène. La particularité du sarrasin est aussi de produire des toxines inhibant la germination des adventices pendant la culture et encore trois semaines après la culture.

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Peu de maladies et de ravageurs sont présents sur le sarrasin. Par contre, il est sensible au gel et est très prisé par le gibier.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

**Date de récolte :**

- Nord : mi-septembre à fin octobre.
- Sud : mi-septembre à fin décembre.

Du fait de sa floraison indéterminée, sa maturité est échelonnée et la récolte est réalisée lorsque  $\frac{3}{4}$  des grains formés sont matures.

On peut aussi faucher et andainer la culture, pour la battre sept jours après.

L'idéal est de choisir une journée ensoleillée après un gel qui dessèche la tige et les feuilles. Le séchage des grains est nécessaire dans les 24 h suivant la récolte.

Il est généralement récolté en dessous de 22 % d'humidité et doit être ramené à 12,5 % afin de permettre un stockage sans problème, même si la norme commerciale est à 14 %.

**Rendements :** ils sont variables, entre 8 et 22 q/ha avec une moyenne de 12-14 q/ha environ.

**Valorisation**

- **Alimentation humaine :** le principal débouché du sarrasin est la meunerie.
- **Alimentation animale :** le sarrasin contient des protéines de bonne qualité (taux de 13 % environ) et il est riche en lysine. Il peut être associé à d'autres céréales dans l'alimentation des volailles et du gibier notamment.
- **Production de miel :** le sarrasin est très mellifère et fleurit pendant 50 jours environ à une période où les autres plantes ne produisent plus de nectar, d'où l'intérêt que lui portent les apiculteurs. Un hectare de sarrasin peut donner jusqu'à 150 kg de miel.

# Soja



Le soja est une culture d'été qui a des besoins en eau et en température relativement élevés. Il est à éviter sur les parcelles superficielles, sur les sols hydromorphes ou à pH trop extrême qui ne lui conviennent pas.



## INTÉRÊTS

- Faibles besoins en intrants azotés.
- Bonne valorisation en alimentation humaine.
- Qualité des acides aminés pour les monogastriques.
- Résultat économique intéressant.



## LIMITES

- Besoins en somme de températures difficile à atteindre dans les régions plus froides.
- Sensibilité au déficit hydrique à partir de la floraison.
- Sensibilité au *Sclerotinia*.
- Sensibilité au salissement en début de cycle.
- Exigeante en temps de travail. C'est l'une des productions qui demande le plus de temps à l'hectare dans le Sud-Ouest.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

On compte 5 critères majeurs de choix de variétés :

- la précocité à maturité ;
- la productivité ;
- la résistance à la verse : un bon comportement facilite la récolte et limite le développement du *Sclerotinia* ;
- la teneur en protéines ;
- la sensibilité au *Sclerotinia* (pour les variétés tardives, des groupes I et II).



### Pour aller plus loin :

Chaque année, une synthèse de variétale reprenant les résultats des essais menés (partenaires compris dont les Chambres d'agriculture) est éditée par Terres Inovia :  
<https://www.myvar.fr/>.



Crédit : Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Le soja est une culture « autonome » en azote mais qui engendre toutefois de faibles restitutions d'azote dans le sol. C'est également une culture qui est sensible au manque d'azote dans les trois premières semaines surtout.

#### Nature des précédents

	Propreté de la parcelle	Pression des maladies et ravageurs
Cultures de printemps	-	=/-
Maïs	---	---
Légumineuses ou colza	++	+
Soja	+	-- ( <i>Sclerotinia</i> )
Prairie	-	-- ( <i>Sclerotinia</i> )
Tournesol	+++	-- ( <i>Sclerotinia</i> )
Très tardives	---	---

■ Favorable ■ Défavorable ■ Très défavorable

Chambre d'agriculture du Gers et Terres Inovia 2023

### MÉTHODE D'IMPLANTATION

#### Préparation du sol

On cherche à obtenir un lit de semences grumeleux sur les cinq premiers centimètres. Pour favoriser l'exploration racinaire, optimiser le fonctionnement des nodosités et permettre une levée homogène, un ameublissement plus profond est nécessaire (15 à 25 cm).

Un labour ou un travail d'outils à dents profond (décompacteur) peut être réalisé avec ensuite une reprise en conditions ressuyées.



#### Préconisation :

Il faut impérativement privilégier les parcelles avec une bonne réserve en eau et se réchauffant rapidement au printemps.

#### Semis

Le soja fixe l'azote de l'air grâce aux bactéries symbiotiques contenues dans les nodosités sur les racines. Toutefois, les bactéries nécessaires à la symbiose ne sont pas présentes de manière systématique dans les sols français. L'inoculation est l'opération qui permet d'enrober les semences de ces bactéries et qui assure ainsi le développement de ces nodosités.

Un démarrage rapide et vigoureux de la culture constitue la meilleure protection contre les ravageurs et les adventices. Il est conseillé de semer dans un sol suffisamment réchauffé (température supérieure à 11°C) et à une vitesse lente (5 km/h max), de préférence avec un semoir monograine, sur un sol correctement nivelé et affiné.

#### Profondeur de semis

- à 2,5 cm en semis précoce, terre froide ou battante.
- à 3-4 cm, en semis plus tardif, terre chaude, ou sèche et motteuse. Cela permet un passage de herse étrille ou de houe rotative juste après le semis, 36 à 48 h après le semis en conditions poussantes.

#### Écartement

Le semis s'effectue soit au semoir à céréales de 10 à 20 cm d'écartement, soit au semoir monograine de 45 à 80 cm de large.

Les semis au semoir à céréales sont en général utilisés sur les parcelles en sec.

**Il existe 5 groupes de précocité variétale :** II, I, 0, 00, 000, du plus tardif au plus précoce.

#### Période optimale de semis par groupe de précocité

Région	Groupe de précocité	Période de semis
Lorraine, Normandie, Picardie, Bretagne	000	du 25 avril au 5 mai
Champagne-Ardenne	000	du 20 avril au 15 mai
Auvergne, Bourgogne, Franche-Comté, Nord Rhône-Alpes, vallées alpines	000	du 1 <sup>er</sup> au 31 mai
	00	du 20 avril au 20 mai
Centre, Alsace	000 et 00	du 1 <sup>er</sup> au 15 mai
Pays de la Loire	000 et 00	du 15 avril au 15 mai
Poitou-Charentes	00	du 10 avril au 30 mai
	0	du 10 avril au 10 mai
Région lyonnaise	00	du 1 <sup>er</sup> au 31 mai
	0	du 20 avril au 20 mai
Moyenne Vallée du Rhône	I	du 20 avril au 31 mai
	II	du 20 avril au 15 mai
Bordure pyrénéenne, sud et ouest de l'Aquitaine	0 et 00	du 1 <sup>er</sup> au 20 juin en semis très retardé
	I	du 15 avril au 31 mai
Midi-Pyrénées et Ouest audois (sauf bordure pyrénéenne)	0	du 1 <sup>er</sup> au 20 juin en semis très retardé
	I	du 10 avril au 31 mai
	II	du 10 avril au 20 mai
Sud méditerranéen	I	du 15 avril au 10 juin
	II	du 15 avril au 31 mai

Terres Inovia 2023

## Adaptez la densité de semis aux conditions de culture

Groupe de précocité	Conduite en sec			Conduite irriguée		
	Objectif de peuplement (pieds/ha)	Densité de semis (gr/ha) selon % pertes à la levée		Objectif de peuplement (pieds/ha)	Densité de semis (gr/ha) selon % pertes à la levée	
		10 %	20 %		10 %	20 %
000/TTP*	600 000	670 000	750 000	-	-	-
00	550 000	610 000	690 000	500 000	550 000	625 000
0	500 000	550 000	625 000	400 000	440 000	500 000
I	450 000	500 000	560 000	350 000	390 000	440 000
II	400 000	440 000	500 000	300 000	330 000	375 000

\*TTP : variétés très très précoces, significativement plus précoces que les autres du groupe 000.

Terres Inovia 2023

Les pertes à la levée peuvent être dues à une moins bonne faculté germinative des semences, qui varie selon les lots, ainsi qu'aux conditions de semis et de levée. Les semences certifiées (sauf éventuelle dérogation) ont une faculté germinative minimale de 80 %.

Les passages répétés et agressifs de herse étrille peuvent occasionner 5 à 10 % de pertes supplémentaires.

## FERTILISATION

La fertilisation azotée n'est pas nécessaire. Les apports d'engrais de ferme sont même déconseillés, car ils limitent le développement des nodosités, favorisent la verse et le développement des adventices nitrophiles.

Le soja reste une plante moyennement exigeante en potasse et peu exigeante en phosphore.

La fertilisation phospho-potassique se raisonne à l'échelle de la rotation, à partir d'analyses chimiques du sol à effectuer tous les 5 à 10 ans. Il faut tenir compte des valeurs fertilisantes des effluents organiques apportés les années précédentes.

Dans le cas des sols pauvres (ou « carencés ») en phosphore et potasse, il est possible d'apporter des amendements du commerce (engrais ternaires riches en P et K, phosphates naturels, patentkali, sulfate de potasse,...).

Objectif de rendement	Apport de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (U)			Apport de K <sub>2</sub> O (U)		
	Sol pauvre	Sol bien pourvu	Sol très bien pourvu	Sol pauvre	Sol bien pourvu	Sol très bien pourvu
15 q/ha	30	20	0	30	20	0
25 q/ha	40	30	0	40	30	0
35 q/ha	60	40	0	60	40	0

Ces conseils sont issus de références obtenues en agriculture conventionnelle, Terres Inovia 2023

## IRRIGATION

Il est possible de faire du soja sans irrigation. Cependant, elle permet de réguler le rendement. La valorisation de l'irrigation du soja est de 7 à 15 q/ha par an dans le Sud-Ouest.



## GESTION DES ADVENTICES

Le soja est une plante peu couvrante en début de cycle et donc très sujette au salissement.

Il est conseillé de pratiquer des faux-semis avant l'implantation et/ou un labour en parcelles sales.

### Méthodes préventives

- Éviter les parcelles sales.

- Privilégier les rotations longues et/ou avec des cultures étouffantes comme le triticale, l'orge d'hiver, etc.
- Pratiquer les faux-semis avant l'implantation.
- Planter des couverts en interculture.

### Méthodes curatives

Pour maintenir une parcelle propre, plusieurs passages de bineuse sont souvent nécessaires.

	Post-semis/ pré-levée	Post-semis germé	Crosse	Cotylédons	1 <sup>ères</sup> feuilles unifoliées	1 <sup>ère</sup> feuille trifoliée	Hauteur 10 à 25 cm	Hauteur 25 à 50 cm
Herse étrille	8 à 12 km/h ••••	8 à 12 km/h •••		2km/h •	3 km/h ••	4-5 km/h •••	6-7 km/h •••••	
Houe rotative	15 à 20 km/h	15 à 20 km/h		< 10 km/h	12 à 15 km/h	15 à 20 km/h	15 à 20 km/h	
Bineuse					3 km/h si protège plant	5 km/h	6 km/h	7-8 km/h

■ Passage possible

■ Passage possible - Réglages faciles

■ Passage possible - Réglages difficiles

■ Passage à proscrire ou non pertinent pour le désherbage

Réglage de l'activité des dents de la herse : • agressivité faible à ••••• agressivité forte

Terres Inovia 2023

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

### Sclerotinia

- Éviter les parcelles à risques (qui ont déjà été infectées)
- En situation irriguée : éviter le retour du soja deux ans de suite sur parcelle contaminée seulement (soja sur soja dans le Sud-Ouest) ;
- Privilégier les variétés peu sensibles ;
- Éviter les trop fortes densités et choisissez une interligne assez large (50 à 60 cm). Il faut être vigilant quant au salissement avec écartements trop larges ;
- Espacer autant que possible les irrigations et augmenter les quantités apportées par tour d'eau ;
- Utiliser le traitement autorisé en agriculture biologique en préventif pour diminuer le taux de sclérotés dans le sol. Deux traitements sont en général pratiqués.

### Limaces et mouches du semis

- Favoriser une levée rapide et vigoureuse (lit de semence affiné, sol réchauffé) ;
- Éviter les précédents et les couverts d'interculture favorables aux limaces (crucifères et seigle notamment) ;
- Privilégier le travail du sol en interculture pour détruire les limaces adultes et leurs œufs ;

Autres ravageurs : acariens, punaises vertes, pyrales des haricots, chenille (heliotis).



Crédit : Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne

## RÉCOLTE ET VALORISATION

La récolte se fait quand les graines libres sonnent dans les gousses et que les feuilles sont pratiquement toutes tombées. L'humidité doit alors être comprise entre 14 et 16 %.

Les rendements sont assez variables et fortement liés aux conditions climatiques. Ils sont compris entre 15 et 20 q/ha en sec et 25 à 40 q/ha en irrigué.

### Normes de commercialisation

#### Débouchés alimentation animale

- Humidité : 14 %.
- Taux d'impuretés : < 2 %.

#### Débouchés alimentation humaine

- Humidité : 13 %.
- Teneur en protéines : > 41 % sur matière sèche (voir contrat).
- Présence limitée de grains verts, noirs, tachés ou cassés.

Le soja bénéficie d'une bonne valorisation en alimentation humaine via les soyfoods ou les matières protéiques végétales. Les cahiers des charges imposés aux producteurs sont assez exigeants, particulièrement sur la gestion des impuretés à la récolte et la teneur en protéines des graines (levier variétal).

En alimentation animale, la graine de soja ne peut être consommée qu'après transformation par la chaleur (trituration, toastage), ce qui améliorera la valeur alimentaire. Pour les ruminants, 8 % de soja graine est acceptable, moins de 5 % pour les porcins.

# Sorgho grain



Le sorgho est une céréale d'été qui, grâce à son système racinaire puissant, possède une forte capacité d'extraction de l'eau du sol et des éléments nutritifs du sol. Cette plante de type C4 est performante en climat tropical et accepte des températures estivales élevées. Il est régulièrement implanté à la place du maïs, dans le but de limiter l'irrigation et la fertilisation. Il peut également être positionné sur des terres non irrigables, permettant ainsi d'allonger les rotations menées en sec. Le sorgho grain est utilisé dans l'alimentation animale mais également en alimentation humaine grâce à sa richesse en vitamines, antioxydants et son absence de gluten.



## INTÉRÊTS

- Céréale robuste proche du maïs, offrant une meilleure résistance au stress hydrique.
- Allongement/diversification de la rotation (valorisation sur les terres non irrigables).
- Faible exigence en intrants.
- Peu affecté par les maladies et les ravageurs.
- Facile à désherber mécaniquement.



## LIMITES

- Céréale exigeante en température (implantation et maturité).
- Débouchés limités en agriculture biologique.
- Rendement moindre que le maïs.
- Mauvais précédent pour les céréales d'hiver.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

Pour le sorgho, le principal critère de choix variétal est la précocité, à adapter à la zone de culture. Les variétés tardives sont à réserver à l'extrême sud de la France (zone méditerranéenne notamment). Les variétés très précoces peuvent quant à elles être cultivées jusqu'au nord du Bassin parisien.

D'autres critères plus secondaires peuvent influencer le choix variétal :

- la vigueur au démarrage ;
- la hauteur de plante ;
- la couleur du grain (blanc ou roux).

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Le sorgho est un très mauvais précédent à céréales, du fait de l'épuisement du sol à cause de son système racinaire puissant et à son effet allélopathique. Il est également déconseillé de l'implanter avant ou après un maïs, en raison du risque de fusariose.

Il arrive en général en fin de rotation, avant le retour à une légumineuse pluriannuelle (ex. trèfle ou luzerne) ou annuelle (ex. soja, féverole,...).

Enfin, il est fortement déconseillé de l'implanter sur des parcelles possédant des adventives de type graminées estivales (ex. panic faux-millet, sétaire et digitaire) et du sorgho d'Alep.

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

Le sorgho est exigeant à l'implantation car sa graine est petite et il faut obtenir une préparation fine pour favoriser un bon contact sol/graine.

Avec cette culture, le labour est recommandé. La reprise du labour devra se faire suffisamment tôt pour permettre la réalisation de plusieurs faux-semis, le réchauffement du sol (12°C) et l'obtention d'un lit de semence suffisamment fin, homogène, rappuyé et un sol plat pour faciliter le désherbage mécanique par la suite.



### À savoir :

Le sorgho est très résistant au stress hydrique mais valorise très bien l'irrigation. La période la plus sensible se situe de la sortie de la panicule jusqu'au gonflement des grains, et 2 à 3 tours d'eau sont suffisants pour que la culture exprime pleinement son potentiel.

## Semis

**Profondeur** : 2-4 cm.

**Ecartement moyen** : de 45 à 80 cm.

Il est conseillé de favoriser un semis à grand écartement, au semoir monograine, pour deux raisons principales :

- meilleur positionnement de la graine et donc meilleure régularité de levée ;
- meilleur contrôle des adventices grâce à une forte densité sur le rang et au binage de l'inter-rang.

**Date de semis** : il faut faire attention à ne pas semer le sorgho trop tôt. Il est plus exigeant en chaleur que le maïs. Un semis à partir de début mai est conseillé, jusqu'à début juin selon la précocité de la variété, la météo de l'année et la zone climatique.

**Densité** : elle doit être adaptée en fonction de la précocité variétale et selon la situation sèche ou irriguée. Les taux de pertes à la levée sont assez importants (autour de 25 % en moyenne).

### Date et densités de semis conseillées

Groupe de précocité	Date de semis limite (exemple pour la Drôme)	Sols moyennement profonds en sec	Sols profonds en sec ou moyennement irrigués	Sols bien irrigués
Très précoce	10 juin	350 000	400 000	460 000
Très précoce - précoce	1 <sup>er</sup> juin	270 000	340 000	420 000
Précoce demi-précoce	20 mai	240 000	300 000	380 000
Demi-précoce à tardif	15 mai	220 000	260 000	330 000
Tardif	10 mai	180 000 - 200 000	210 000	260 000

Arvalis Institut du végétal 2012 et Chambre d'agriculture du Gers 2023

Les sommes de températures nécessaires sont de 1 900 degrés base 10 pour une variété demi-tardive.



#### Précaution :

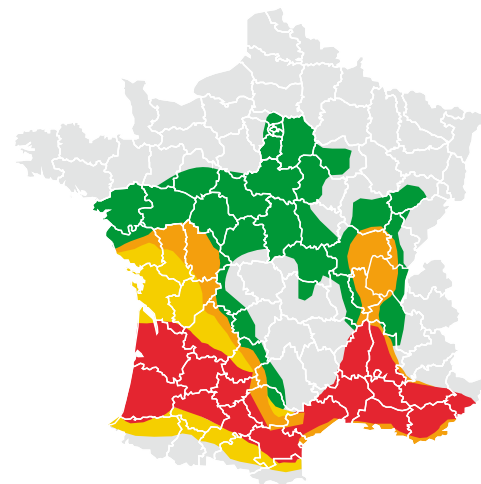
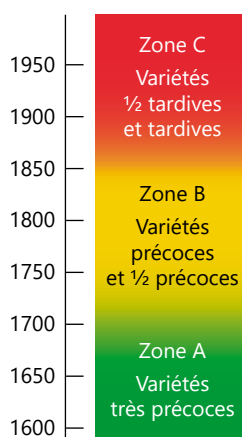
Attention aux surdensités qui pénalisent la production avec un effet de concurrence entre les plantes. Il est important de respecter ces préconisations.

### Choix des variétés selon leur précocité et la zone de production

Besoins en températures du semis à 25% d'humidité du grain (Somme \*C base 6/35)

#### Date de semis

- Zone A : première décade de mai
- Zone B : à partir de début mai
- Zone C : à partir du 20 avril



Arvalis Institut du végétal 2021

## FERTILISATION

N : 2,9 U/q pour 50 q/ha à 2,1 U/q pour 100 q/ha.

Préconisation des doses d'azote efficaces suivant les milieux (en unités)

			Hiver sec < 350 mm d'octobre à mars	Hiver pluvieux > 350 mm d'octobre à mars
CULTURE	Sèche	Sol superficiel	30-50	50-70
		Sol profond	60-90	70-90
	Irriguée		100-130	130-160

Arvalis Institut du végétal 2012 et Chambre d'agriculture du Gers 2023

P et K : Les travaux récents ont montré que les variétés actuelles de sorgho peuvent être considérées comme peu exigeantes vis-à-vis du phosphore et du potassium. Les exportations par les grains sont en moyenne de 0,7 U/q de P et 0,35 U/q de K.



### Précaution :

En AB, il faut prévoir d'augmenter les doses apportées compte tenu du faible coefficient apparent d'utilisation (40 à 70 %) pour l'azote.

## GESTION DES ADVENTICES

La lutte est d'abord préventive et doit respecter tous les points suivants :

- rotation appropriée ;
- travail du sol et faux-semis ;
- semis dans un sol peu motteux, assez profond (3-4 cm), sans les chasse-mottes et sur terrain bien nivelé.

La lutte curative en culture se fera à l'aide de la herse étrille ou de la houe rotative et de la bineuse (équipée ou non de doigts rotatifs).

### Commencer par la houe rotative en sols battants...

En sols battants, les pluies qui tombent sur le semis peuvent provoquer la formation d'une croûte de battance et ainsi freiner, voire compromettre, la levée de la culture. Dans ces situations, il peut être intéressant de coupler les outils de désherbage :

- un passage de houe rotative prudent avant la levée permettra de casser cette croûte de battance tout en réalisant un désherbage en plein de la culture ;
- compléter par un passage de bineuse, équipée de doigts rotatifs si le sol le permet, quelques jours plus tard.

La houe rotative peut en effet être utilisée jusqu'à des stades assez tardifs (8-10 feuilles).

### ...ou la herse étrille en sols meubles

Dans les sols plus meubles, le même principe peut s'appliquer avec la herse étrille, notamment s'il s'agit du premier désherbage de la culture.

- un passage de herse étrille, agressivité faible, permettra d'abord de réaliser un désherbage en plein de la culture à faible vitesse 2-3 km/h ;
- puis un ou deux passages de bineuse quelques jours après pour compléter.

### Un passage à l'aveugle en prélevée ?

Un passage d'outil de désherbage mécanique en prélevée de la culture peut être réalisé pour créer un décalage encore plus important entre le cycle de la culture et celui des adventices. Il est intéressant et se justifie surtout lorsque la levée de la culture est ralentie (mais pas forcément celle des adventices), notamment en cas de :

- semis en mauvaises conditions (fraîcheur et humidité) ;
- semis profond (pour limiter les dégâts d'oiseaux notamment ou en sol sec).

Pour le choix de l'outil, le principe est le même qu'expliqué précédemment : houe rotative en sol battant et herse étrille en sol meuble.



### Précaution :

Avant toute intervention à l'aveugle, surveiller l'état d'avancement de la levée : si le germe pointe sous la surface du sol, il est trop tard pour intervenir, un passage à ce stade risquerait de détruire complètement le semis.



### Préconisation :

Ce passage à l'aveugle est à ne pas négliger. Il suivra le semis dans un délai de 2 à 3 jours maximum à une faible profondeur (1 à 2 cm) et à une faible vitesse (3 à 4 km/h).

### Et pour le désherbage du rang ?

Pour désherber sur le rang de la culture, plusieurs possibilités existent :

1. **Pour les passages à des stades précoces**, 2 techniques à adapter au type de sol :
  - les doigts rotatifs : ils sont très efficaces en sols meubles et peuvent être utilisés à des stades très précoces de la culture (2-3 feuilles). Ils doivent être employés à vitesse très réduite, 2-3 km/h au premier passage, afin de limiter les dégâts sur la culture.
  - la houe rotative ou la herse étrille : en sols plus compacts, lourds et/ou caillouteux, les doigts rotatifs perdent très vite en efficacité. Ils peuvent alors être remplacés par un ou plusieurs passages d'outil en plein, entre 2 (houe recommandée) et 8 feuilles (herse étrille).



#### Préconisation :

Pour les passages d'outils en plein sur sorgho, 2 règles primordiales à respecter :

- intervenir en conditions chaudes : la chaleur assouplit les plantes et limite ainsi les dégâts ;
- semer un peu plus profond (3-4 cm) pour mettre les graines hors de portée des outils.

2. **Pour les passages plus tardifs**, le principe mis en œuvre sera l'enfouissement des adventices par buttage du rang de la culture. Le ou les derniers binages seront réalisés à vitesse élevée (8 à 12 km/h) sans disques protégés plants afin de ramener un maximum de terre sur le rang :

- on détruit les adventices par enfouissement ;
- on « recharge » la culture, améliorant son enracinement.

### RÉCOLTE ET VALORISATION

**Période de récolte** : mi-septembre à fin octobre à la moissonneuse batteuse (barre de coupe céréales à paille).

**Normes d'humidité de récolte** : entre 20 et 25 %. La ventilation séchante est possible en dessous de 19 % d'humidité du grain. Au-dessus, le séchage en four est obligatoire pour conserver une qualité satisfaisante du grain destiné à l'alimentation humaine.

**Normes de conservation** : 14 % d'humidité.



*Sorgho brassicole à Sauzet dans la Drôme en 2016*

# Tournesol



Le tournesol est bien adapté au mode de production biologique car il est peu exigeant en éléments minéraux et sa conduite ne présente pas de freins techniques importants. Il est également peu sensible au stress hydrique et peut ainsi être positionné sur des parcelles non irrigables, permettant de casser le cycle biologique des adventices automnales. Il valorise aussi très bien des irrigations limitées.



## INTÉRÊTS

- Bonne culture de fin de rotation.
- Bonne capacité à valoriser l'azote en profondeur.
- Permet le semis de prairie de légumineuses.
- Débouchés stables.
- Permet d'introduire une plante sarclée dans la rotation.



## LIMITES

- Nécessite une alimentation hydrique convenable pendant le grossissement des grains.
- Favorise les chardons et l'ambrosie.
- Récolte tardive en zone septentrionale.
- Nécessite d'être séché ou fortement ventilé après récolte (nord de la France).
- Il laisse un sol complètement dépourvu d'azote en l'absence d'effluents de ferme.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

La majorité des variétés sont des hybrides, il existe très peu de variétés populations. Il y a deux types de tournesols : oléique et linoléique. Les variétés oléiques sont moins productives et doivent être isolées des variétés linoléiques.

Les principaux critères de choix sont :

- la précocité ;
- la productivité ;
- la résistance aux maladies : Mildiou, *Phomopsis*, *Sclerotinia*, *Verticillium*, Orobranche Cumona ;
- la teneur en huile ;
- la vigueur au démarrage.



### Pour aller plus loin :

Chaque année, une synthèse de variétale reprenant les résultats des essais menés (partenaires compris dont les Chambres d'agriculture) est éditée par Terres Inovia :

<https://www.myvar.fr/>.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

- Éviter les précédents ou les couverts d'interculture favorables aux limaces (ex. seigle, avoine, vesce ou prairies), plus particulièrement en l'absence de labour.
- Respecter un délai d'au moins 4-5 ans entre deux cultures de tournesol.

	Culture précédente	Culture suivante
À privilégier	Blé, maïs, triticale, orge épeautre, avoine, pois	Triticale, féverole, association céréale + protéagineux, orge, luzerne, maïs
À éviter	Prairie, jachère, sarrasin, résidus du précédent laissés en surface après récolte	Blé, maïs, soja

Terres Inovia 2016

## MÉTHODE D'IMPLANTATION

### Préparation du sol

Pour réduire les tassements du sol, il convient d'utiliser des roues jumelées et de respecter un parfait ressuyage du sol.

Travail du sol	Labour	Travail profond	Travail superficiel	Travail très superficiel
Profondeur de travail (cm)	20 à 30	20 à 30	5 à 15	< 5
Type	En plein avec retournement	En plein	En plein	En plein
Densité de levée	Sécurisante	Sécurisante	Sécurisante	Risque*
Qualité d'enracinement	Sécurisante	Sécurisante	Sécurisante	Risque*
Evaluation par la technique par rapport au tournesol	Sécurisante	Sécurisante	Sécurisante	Risque*

\*Risque important qui est fonction de l'état structurel du sol et d'autres problématiques contre les limaces.

Terres Inovia 2023

### Semis

Le semis doit être effectué, quitte à être retardé, dans un sol ressuyé et suffisamment réchauffé (au moins 8°C à 5 cm de profondeur), afin de permettre une levée rapide.

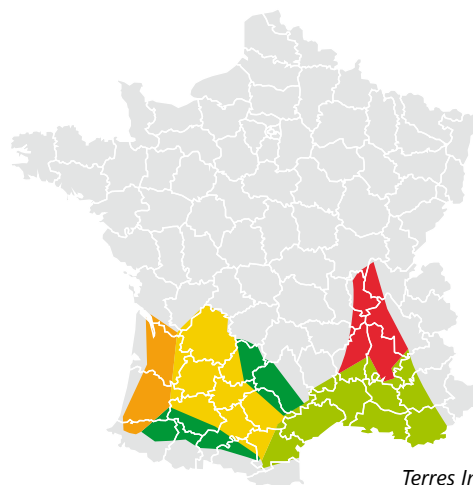
**Écartement** : 50-60 cm.

#### Profondeur :

- 2 à 3 cm en conditions battantes ou froides ;
- 3 à 3,5 cm si bonnes conditions en prévision de passage de herse étrille et/ou houe rotative.

### Moitié Sud

Adapter la précocité à votre région



Terres Inovia 2023

		20 au 31 mars	1 <sup>er</sup> au 15 avril	16 au 30 avril	1 <sup>er</sup> au 15 mai	fin mai
Période de semis		•••	•••	••	•	-
Précocité		P, MP	P, MP	P	TP, P	-
Période de semis		-	••	•••	••	-
Précocité		-	P, MP, MT	P, MP	TP, P	-
Tous types de sols sauf limons froids	Période de semis	•••	•••	••	•	-
Limons froids		-	••	•••	••	•
Précocité		P, MP, MT, T	P, MP, MT, T	P, MP	P	TP, P
Tous types de sols sauf limons froids	Période de semis	•••	•••	••	•	-
Limons froids		•	••	•••	•	-
Précocité		P, MP	P, MP	P, MP	TP, P	-
Sols séchants	Période de semis	•••	••	••	•	-
	Précocité	P, MP	P, MP	P, MP	TP, P	-
Sols profonds	Période de semis	•••	•••	••	•	-
	Précocité	P, MP, MT, T	P, MP, MT, T	P, MP, MT	P, MP	-

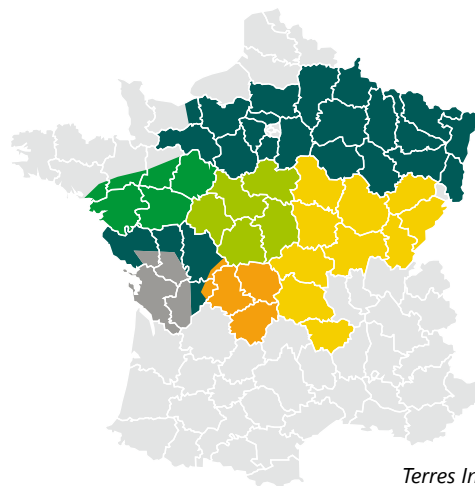
Période de semis : ••• recommandée •• possible • possible mais non conseillée - déconseillée

Terres Inovia 2023

Précocité variétale : T : tardive MT : mi-tardive MP : mi-précoce P : précoce TP : très précoce

## Moitié Nord

- Semer entre 65 000 à 75 000 gr/ha selon la situation de la parcelle ;
- Avec un semoir monograine classique, semer à 5 km/h maximum pour un positionnement régulier de la graine en profondeur.



Terres Inovia 2023

	21 au 31 mars	1 <sup>er</sup> au 20 avril	21 au 30 avril	Après le 1 <sup>er</sup> mai
Période de semis	••	•••	••	•
Précocité	P, MP	P	P	P, TP
Période de semis	•	•••	•••	•
Précocité	P, MP	P	P	P, TP
Période de semis	••	•••	••	•
Précocité	MP	P, MP	P, MP	P, TP
Précocité	•	••	•••	•
Période de semis	P	P	P	P, TP
Période de semis	••	•••	••	•
Précocité	MP, MT, T	P, MP, MT, T	P, MP	P, TP
Période de semis	••	•••	••	•
Précocité	P, TP	P, TP	P, TP	TP
Période de semis	•	•••	••	•
Précocité	MP, P	MP, P, TP	P, TP	TP

Période de semis : ••• recommandée •• possible • possible mais non conseillée - déconseillée

Terres Inovia 2023

Précocité variétale: T : tardive MT : mi-tardive MP : mi-précoce P : précoce TP : très précoce



### Pour aller plus loin :

Vous pouvez vous référer au guide Terres Inovia : <https://www.terresinovia.fr/p/guide-tournesol-bio>.

## FERTILISATION

Les besoins du tournesol sont de 4 UN/q. Malgré ses racines pivotantes lui donnant une forte capacité à extraire l'azote du sol en profondeur, les carences azotées sont à suivre de près pour ne pas pénaliser le rendement. Il vaut mieux privilégier les produits à minéralisation rapide et localisés sur le rang.

### Gestion de la fumure azotée

Reliquat d'azote dans le sol au moment du semis	Objectif de rendement	
	15 q/ha (sols superficiels)	25 q/ha (sols profonds)
Faible (30 U)	30 U	60 U
Moyen (60 U)	0 U	30 U
Elevé (> 90 U)	0 U	0 U

Conseil issu de références obtenues en agriculture conventionnelle, Terres Inovia 2023



## Conseil de fumure de fond

Objectif de rendement	P2O5			K2O		
	Sol pauvre	Sol bien pourvu	Sol très bien pourvu	Sol pauvre	Sol bien pourvu	Sol très bien pourvu
15 q/ha	20 U	0 U	0 U	40 U	20 U	0 U
25 q/ha	40 U	30 U	0 U	60 U	30 U	0 U

Conseils issus de références obtenues en agriculture conventionnelle, Terres Inovia 2023

**À savoir :**

Pour les apports d'eau d'irrigation, 40 à 90 mm suffisent au tournesol pour atteindre son potentiel. L'irrigation en post-floraison peut apporter 2 à 3 points d'huile supplémentaire.

## GESTION DES ADVENTICES

## Méthodes préventives

- Faux-semis ;
- Introduire des cultures étouffantes (seigle, sarrasin,...) ou pluriannuelles (luzerne,...) ;
- Alternier des cultures d'hiver (blé,...), de printemps (lentilles,...) et d'été, des cultures à grand et faible écartement ainsi que des plantes sarclées et des céréales ;
- Favoriser une bonne levée pour concurrencer les adventices ;
- Labourer.

## Méthodes curatives

## Plage d'intervention et stades du tournesol

	A0		A1	A2		B1-B2	B3-B4	B5-B8	Limite passage bineuse
	Post-semis/pré-levée		Crosse	Cotylédons		1 paire de feuilles	2 paires de feuilles	5 à 8 feuilles	
	Dans les 3 jours après le semis	Après 3 jours après le semis		Avant l'étalement complet des cotylédons	À partir de l'étalement complet des cotylédons				
Herse étrille	5 à 7 km/h •••				3 km/h max ••	3 à 6 km/h •••	4 à 7 km/h •••	5 à 7 km/h ••• ou ••••	
Houe rotative	15 km/h				15 km/h	15 km/h	15 km/h	15 km/h	
Bineuse						3 km/h avec des protèges-plants	4 km/h*	5 à 10 km/h*	5 à 10 km/h*

\* Selon type de guidage.

■ Passage possible ■ Passage possible avec précaution ■ Passage à proscrire  
Réglage de l'activité des dents de la herse : inclinaison des dents faible • à •••• forte

Terres Inovia 2023

## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

### Limaces

- Privilégier le travail du sol en interculture pour détruire les adultes et leurs œufs, voire pratiquer des labours peu profonds (17-20 cm).

### Mildiou

- Adapter les variétés (type RM9).
- Privilégier les rotations longues.
- Retarder le semis si de fortes pluies sont annoncées.
- Détruire toutes les espèces pouvant héberger le mildiou.
- Éviter les plantes hôtes en interculture.

### Phomopsis

- Sélectionner une variété résistante.
- Broyer et enfouir.

### Verticillium

- Choisir des variétés peu sensibles.

### Sclerotinia

- Enfouir les résidus de récolte.
- Éviter les récoltes tardives.
- Privilégier les variétés peu sensibles.
- Évitez l'irrigation en floraison, notamment pendant une période pluvieuse.
- Utiliser des traitements autorisés en agriculture biologique.

### Ravageurs souterrains (taupins, noctuelles terricoles)

- Semer en sol réchauffé pour avoir une vitesse de croissance rapide.
- Effectuer des passages d'outils type vibroculteur à grande vitesse de nuit avant le semis. Enchaîner avec des passages de herse étrille.

### Oiseaux/gibiers

- Ensemencer des surfaces significatives.
- Levée rapide.
- Récolter tôt.
- Effaroucheurs.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

La récolte se fait quand la majorité de la parcelle a atteint le stade optimal, c'est-à-dire lorsque :

- le dos du capitule vire du jaune au brun ;
- les feuilles sont toutes sénescentes ;
- la tige se dessèche et vire au beige clair ;
- la graine est entre 9 et 11 % d'humidité.

Une récolte trop précoce rend le battage difficile et plus lent et amène plus d'impuretés et des frais de séchage importants.

Une récolte trop tardive conduit quant à elle à des pertes au champ importantes par égrenage (vent, oiseaux et maladies).

### Normes de commercialisation

- Taux d'humidité : 9 %.
- Impuretés : < 2 %.
- Acidité oléique : 2 %.

### Débouché alimentation humaine

- Teneur en huile : 44 %.

### Alimentation humaine

- Huile.

### Alimentation animale

- Tourteaux.
- Graines salées (oiseaux).

# Triticale



Le triticale s'adapte bien à tous les types de sols, notamment les sols acides et hydromorphes.



## INTÉRÊTS

- Rusticité.
- Moindre sensibilité aux maladies.
- Fort pouvoir étouffant.
- Bonne productivité en grains et en paille.



## LIMITES

- Risque de germination sur pied.
- Sensibilité à la verse.
- Appétence fourragère moindre que le blé mais moins acidogène.
- Risque de viscosité pour les volailles.

## CHOIX DES VARIÉTÉS

Principaux critères de choix des variétés :

- la résistance aux maladies ;
- la non germination sur pied ;
- la productivité ;
- le poids spécifique ;
- l'alternativité (période de semis).

Pour le choix des variétés, se référer aux références locales.

## CONDUITE DE LA CULTURE

### PLACE DANS LA ROTATION

Sa bonne résistance aux maladies et aux adventices fait qu'il est souvent utilisé comme deuxième paille ou en fin de rotation. Il est souvent associé à une légumineuse telle que le pois fourrager d'hiver.

Les éleveurs qui l'utilisent en autoconsommation peuvent le cultiver après prairie, plante sarclée ou légumineuse.

### MÉTHODE D'IMPLANTATION

#### Préparation du sol

La préparation du sol est assez identique à celle du blé. Le triticale s'accommode bien de différentes préparations du sol et notamment d'un lit de semences assez grossier, grâce à un système racinaire puissant hérité du seigle.

Des faux-semis pourront être réalisés pour positionner le triticale sur une parcelle propre.

#### Semis

**Date de semis :** du 10 octobre au 15 novembre.

Il est important de semer clair, c'est-à-dire, avec une densité de 15 % inférieure à celle du blé.

Le triticale, comme le seigle, a une forte capacité à taller. Semer clair va ainsi permettre de limiter le risque de verse sur cette espèce sensible, d'optimiser le potentiel de rendement, de limiter le développement de l'oïdium, de la septoriose,... et de limiter le risque de germination des grains.

Type de sol	Semis du 10 au 20 oct.	Semis du 20 au 31 oct.	Semis du 1 <sup>er</sup> au 15 nov.
Non caillouteux et sain	180 gr/m <sup>2</sup>	220 gr/m <sup>2</sup>	240 gr/m <sup>2</sup>
Faiblement caillouteux ou battant	250 gr/m <sup>2</sup>	300 gr/m <sup>2</sup>	330 gr/m <sup>2</sup>
Non caillouteux et hydromorphe	280 gr/m <sup>2</sup>	300 gr/m <sup>2</sup>	330 gr/m <sup>2</sup>
Fortement caillouteux ou très humide	300 gr/m <sup>2</sup>	350 gr/m <sup>2</sup>	380 gr/m <sup>2</sup>

Arvalis Institut du végétal 2016

## FERTILISATION

Besoin de la culture :

- N : 2,6 U/q.
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 0,9 U/q.
- K<sub>2</sub>O : 1,2 U/q.

Les exigences en azote du triticale sont plus faibles que celles du blé et cela reste une plante peu exigeante en P et K. Il faut être vigilant à ne pas lui apporter trop d'azote car elle est sensible à la verse.

Dans la majorité des cas, les besoins sont gérés à l'échelle de la rotation.

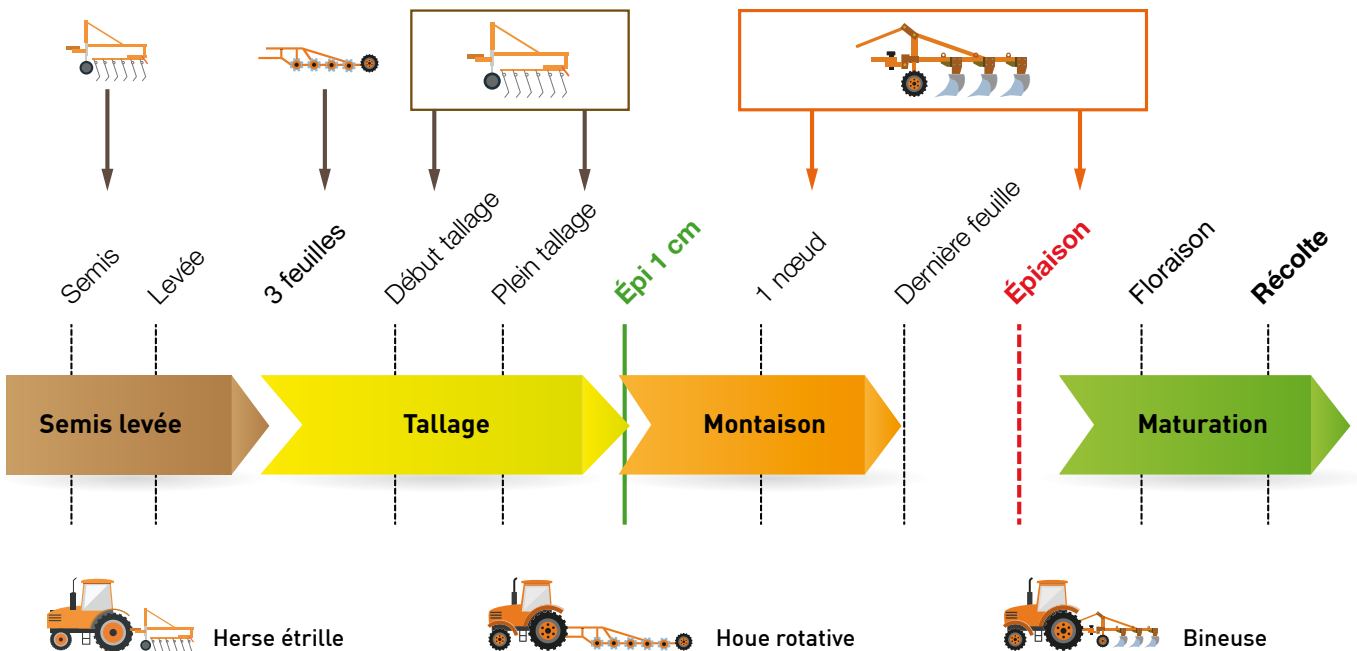
Cependant, il peut y avoir des apports complémentaires sous forme de lisier de porc ou de fientes de volailles (50 UN) en sortie d'hiver.

## GESTION DES ADVENTICES

Sa hauteur de paille et ses racines sont un atout contre les adventices. Toutefois, le désherbage mécanique peut être réalisé.

Stade culture	Matériel	Observations
Avant levée, à l'aveugle	Houe rotative	Possible si sol sec, moins de 5 jours après le semis
3 feuilles à épi 1 cm	Herse étrille ou houe rotative	Stade « 3 feuilles » : réglage peu agressif Stade « tallage » : agressivité accrue
Tallage à 2 nœuds/épiaison	Bineuse	Inter-rang minimum de 15 cm (selon précision du système de guidage)

Chambre d'agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016



## GESTION DES MALADIES ET RAVAGEURS

Le triticale est sensible à la carie, aux rouilles (brune et jaune), à l'oïdium ainsi qu'au piétin verse à partir de février.

La résistance variétale est un moyen utilisé pour la lutte contre ces maladies.

## RÉCOLTE ET VALORISATION

Période de récolte : juillet.

Le triticale est plus difficile à battre que d'autres céréales, il faut réduire la vitesse d'avancement pour passer les volumes de pailles importants. La facilité de battage est une caractéristique variétale.

Le triticale est majoritairement destiné à l'alimentation animale, que ce soit en autoconsommation ou en vente.

C'est un aliment (grain) qui est devenu indispensable chez les monogastriques (porcs et volailles), car il est plus riche en phosphore, en lysine et en acides aminés que le blé. Il est également utilisé dans l'alimentation bovine.

### Normes de commercialisation

- Taux d'humidité : 14 %.
- Taux d'impuretés : < 4 %.
- Grain cassé : 2 %.
- Grain germé : 2 %.
- PS : 70 à 71 %.

On utilise principalement le grain, mais il peut être ensilé immature, seul ou associé à un protéagineux.

**Rendements** : de 20 à 45 q selon les potentiels de sols.

# Glossaire et définitions



## GLOSSAIRE

### CIPAN

Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

### CIVE

Culture Intermédiaire à Vocation Energétique

### CORPEN

Comité d'Orientation pour les Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement

### GRAINES

Abréviation gr

### MAT

Matières Azotées Totales

### MS

Matière Sèche

### NPK

Azote, phosphore et potassium

### PMG

Poids de Mille Grains

### PS

Poids Spécifique en kg/hl

### RSH

Reliquats Sortie d'Hiver

### SAU

Surface Agricole Utile

### TCS

Techniques Culturelles Simplifiées

### TONNES

Abréviation t

### TV

Trèfle violet

### U

Unités pour la fertilisation

### UF

Unité Fourragère

### UN

Unité d'azote

## DÉFINITIONS

### DÉNITRIFICATION

Phénomène biochimique désignant la réduction des nitrates en azote gazeux.

### DRESSÉ

(Type de port) Une espèce dressée se développe à la verticale.

### GLEY

Zone du sol hydromorphe, défavorisant ainsi le développement des végétaux.

### HYDROMORPHE

Saturé en eau.

### QUINTAUX

Unité de masse de 100 kilogrammes (symbole q).

### LIXIVIATION

Percolation lente de l'eau à travers le sol permettant la dissolution des matières solides qui y sont contenues.

### RAPPUYAGE

Action de tasser le sol.

# Bibliographie

- ACTA.** « Éléments de biologie des mauvaises herbes. Les leviers de gestion de la flore adventice. »
- Agro Transfert Ressources et Territoires.** « Leviers mobilisables pour les gestion de l'azote en agriculture biologique ». **Projet Agri-Bio : de la connaissance à la performance, Cycle de l'azote.**
- Agro Transfert ressources et Territoires.** « Avantages des associations de culture » présenté Légumineuses et Céréales. **Un duo d'avenir.**
- Agro Transfert Ressources et Territoires.** « Comment fonctionnent les associations ? » présenté à Légumineuses et céréales. **Un duo d'avenir.**
- Agro Transfert Ressources et Territoires.** 2014a. « Moyens curatifs : comment mettre en place une stratégie mécanique de gestion des adventices vivaces ? »  
<http://www.agro-transfert-rt.org/wp-content/uploads/2016/11/Fiche-moyens-curatifs.pdf>.
- Agro Transfert Ressources et Territoires.** 2014b. « Moyens préventifs : comment limiter l'installation des adventices vivaces ? »  
<http://www.agro-transfert-rt.org/wp-content/uploads/2016/11/Fiche-moyens-pr%C3%A9ventifs.pdf>.
- Agro Transfert Ressources et Territoires.** 2016. « Gérer la fourniture d'azote sur le long terme ». **Projet Agri-Bio : de la connaissance à la performance.**
- Agro Transfert Ressources et Territoires.** 2019. « Gestion des adventices vivaces dans les systèmes de culture en AB ».   
[http://www.agro-transfert-rt.org/wp-content/uploads/2019/11/Diapo-conf-vivaces-TerrEau-Bio\\_web.pdf](http://www.agro-transfert-rt.org/wp-content/uploads/2019/11/Diapo-conf-vivaces-TerrEau-Bio_web.pdf).
- Agro Transfert Ressources et Territoires.** 2021. « Webinaire sur la biologie et les leviers de gestion sans herbicides du chardon, rumex et du laiteron ».
- Agrobio Poitou Charentes, et Chambres d'agriculture Poitou Charentes.** « Pois Protéagineux Bio, Fiche technique ».
- Agrobio Poitou Charentes, et Chambres d'agriculture Poitou-Charentes.** « Production de maïs grain bio, fiche technique ».
- Agrobio Poitou-Charentes, et Chambre d'agriculture Poitou Charentes.** « Tournesol bio Fiche technique ».
- Agrobio Poitou-Charentes, et Chambres d'agriculture Poitou Charentes.** « Blé tendre bio. Fiche technique ».
- AgroParisTech.** 2012. « Déchaumage ». 5 février.
- Agroscope.** 2019. Jeangros B., Courvoisier N. Recherche agronomique suisse. « Rotation des cultures en terres assolées (4<sup>e</sup> édition) ».   
<https://www.agrarforschungschweiz.ch/fr/2019/07/rotation-des-cultures-en-terres-assolees-4e-edition/>.
- Alexis DECARRIER, Luc PELCE Arvalis Institut du Végétal.** 2017. « Le créneau idéal de semis se situe entre le 15 février et le 15 mars ». février.
- Arvalis – Institut du végétal.** 2012. « Les conduites de culture » Choisir Sorgho.
- Arvalis - Institut du végétal.** 2021. « Webinaire du 15 janvier 2021 - Choisir ses variétés et la zone de production du sorgho grain ».
- Arvalis – Institut du végétal.** 2022. Choisir : Céréales à paille en agriculture biologique. « Gestion des adventices annuelles : la prévention avant tout ! »
- Arvalis Institut du Végétal, Terres Inovia, et Unilet.** 2016. « Le couvert d'interculture, pour limiter les infestations d'adventices ».   
<https://www.arvalis-infos.fr/le-couvert-d-interculture-pour-limiter-les-infestations-d-adventices-@/212/view-22438-arvarticle.html>.
- Arvalis Institut du Végétal, UNIP, et Fnams.** 2012. « Lupin Hiver et printemps en région Ouest ». **Quoi de neuf protéagineux ?, octobre.**  
[https://www.arvalis-infos.fr/file/galleryelement/pj/26/59/9e/c7/qdn\\_protea\\_ouest\\_2012\\_7-annexes6712299457102689062.pdf](https://www.arvalis-infos.fr/file/galleryelement/pj/26/59/9e/c7/qdn_protea_ouest_2012_7-annexes6712299457102689062.pdf).
- Arvalis Institut du Végétal.** 2013. « Implantation du maïs/Quels sont les peuplements optimaux par groupe de précocité variétale ? ».   
<https://www.arvalis-infos.fr/implantation-du-ma-s-quels-sont-les-peuplements-optimaux-par-groupe-de-precocite-varietale--@/view-20822-arvarticle.html>.
- Arvalis Institut du Végétal.** 2015. « Activer les leviers agronomiques ».   
<https://www.arvalis-infos.fr/activer-les-leviers-agronomiques-@/view-202-arvarticle.html>.
- Arvalis Institut du végétal.** 2016. « Triticale. Variétés et intervention d'automne. Centre. Ile de France. Auvergne. Limousin. » **Choisir et décider. Préconisations régionales campagne 2016-2017.**  
[https://www.arvalis-infos.fr/file/galleryelement/pj/52/89/f9/8f/guide\\_preco\\_triticale\\_centre\\_limousin\\_idf\\_auvergne\\_6901625190691670013.pdf](https://www.arvalis-infos.fr/file/galleryelement/pj/52/89/f9/8f/guide_preco_triticale_centre_limousin_idf_auvergne_6901625190691670013.pdf).
- Association nationale de la meunerie française.** 2011. « Cahier des charges cadre pour la farine de blé tendre destinée à la panification en boulangerie ».

- Boissinot, François, Alain Lecat, et Gilles Salitot. 2016. « Principes techniques pour conduire une association céréales-protéagineux, pour une récolte en GRAINS ». Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire.
- Bonin Ludovic, Lise Gautellier Vizios, et Pascale Metais. 2016. « Pratiquer les faux-semis pour diminuer le stock semencier des parcelles ».
- Cahiers techniques des Chambres d'agriculture. 2019. « Lentille : fiche technique ».
- Cahiers techniques des Chambres d'agriculture. 2019. « Pois chiche : fiche technique ».
- CETIOM. 2015. « Chanvre industriel ».
- Chambre d'agriculture Bretagne. 2022. « Les légumineuses à graines pour l'alimentation humaine en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture Centre-Val de Loire. 2019. « Fiche Le Pois Chiche ».
- Chambre d'agriculture Centre-Val de Loire. 2019. « Le millet ».
- Chambre d'agriculture Centre-Val de Loire. Octobre 2013. « Le faux-semis ».
- Chambre d'agriculture d'île de France. 2013. « Labours d'hiver : objectifs et conditions de réalisation ». Bioplaine, no 30.
- Chambre d'agriculture de Bourgogne. 2016. « Guide Grandes cultures biologiques en Bourgogne ».
- Chambre d'agriculture de Bretagne. « Pois protéagineux de printemps en agriculture biologique ». Céréales et oléoprotéagineux.
- Chambre d'agriculture de Bretagne. 2004. « Le lupin ».
- Chambre d'agriculture de Bretagne. 2011a. « La féverole d'hiver en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture de Bretagne. 2011b. « La luzerne en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture de Bretagne. 2011c. « Le blé d'hiver en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture de Bretagne. 2011d. « Le maïs en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture de Bretagne. 2012a. « Le sarrasin en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture de Bretagne. 2012b. « Le soja en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture de Bretagne. 2012c. « Le triticales en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture de Bretagne. 2014a. « Les rotations pour une agriculture biologique performante ».
- Chambre d'agriculture de Bretagne. 2014b. « Techniques Culturelles Sans Labour ».
- Chambre d'agriculture de Champagne Ardennes, région Grand Est, et le club i3A. « Chanvre ».
- Chambre d'agriculture de Champagne Ardennes. 2016. « Guide technique Grandes Cultures biologiques ».
- Chambre d'agriculture de la Drôme. « Biologie des adventices ».
- Chambre d'agriculture de la Drôme. « Les couverts végétaux en Grandes Cultures Bio ».
- Chambre d'agriculture de la Drôme. 2016. « La protection des cultures ».
- Chambre d'agriculture de la Loire. 2022. « La cultures des lentilles sur le territoire de la Loire ».
- Chambre d'agriculture de la Marne. Bilan 2019. « Betterave sucrière AB ».
- Chambre d'agriculture de la Picardie, et Agrotransfert. Ressources et territoires. 2007. « Sols et matières organiques. Mémento pour des notions utiles et contre les idées reçues ».
- Chambre d'agriculture de la région Nord Pas de Calais. 2013c. « Féverole ». Fiche technique agriculture biologique.
- Chambre d'agriculture de Normandie. « Bien concevoir sa rotation ».
- Chambre d'agriculture de Normandie. « La féverole, un concentré protéique et énergétique ».
- Chambre d'agriculture de Normandie. « Les associations céréales et protéagineux récoltées en grain ».
- Chambre d'agriculture de Normandie. « Les associations céréales protéagineux récoltées en fourrage ».
- Chambre d'agriculture de Normandie. « Produire du blé pour la meunerie ».
- Chambre d'agriculture de Normandie. « Réussir le maïs fourrage ».
- Chambre d'agriculture de Picardie, et Agrotransfert. 2007. « Sols et Matières Organiques. Mémento pour des notions utiles et contre les idées reçues ».
- Chambre d'agriculture de Seine et Marne. 2012a. « Les bineuses ». Le désherbage mécanique : fiches techniques.
- Chambre d'agriculture de Seine et Marne. 2012b. « La Herse étrille ». Le désherbage mécanique : fiches techniques, mars.
- Chambre d'agriculture de Seine et Marne. 2012c. « La Houe rotative ». Le désherbage mécanique : fiches techniques.
- Chambre d'agriculture de Seine et Marne. 2015. « Les grandes cultures biologiques en pratique ».
- Grandes cultures biologiques en Ile de France. Convertir son exploitation, no fiche n°2 (février).
- Chambre d'agriculture de Seine et Marne. 2017. « Implantation de la luzerne : sous couvert ou en été ? »
- Bioplaine, Grandes cultures biologiques en Ile de France, no 57 (janvier).
- Chambre d'agriculture des Landes. 2020. « Le sorgho grain ».  
[https://landes.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/Nouvelle-Aquitaine/101\\_Inst-Landes/Documents/techniques\\_et\\_innovations/PV/SORGHO\\_GRAIN.pdf](https://landes.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Nouvelle-Aquitaine/101_Inst-Landes/Documents/techniques_et_innovations/PV/SORGHO_GRAIN.pdf).
- Chambre d'agriculture des Midi Pyrénées. « La féverole en agriculture biologique. Fiche technique ».
- Chambre d'agriculture des Pays de la Loire. 2003. « Guide Pratique Grandes cultures et cultures fourragères en agriculture biologique ».

- Chambre d'agriculture du Limousin. 2014. « La culture des associations céréales et protéagineux en bio ».
- Chambre d'agriculture Franche Comté, et Groupe Technique AB Franche Comté. 2012. « Le Colza en Franche Comté ». Les Fiches Techniques AB.
- Chambre d'agriculture France. 2022. « Sécurité et autonomie fourragère : les clés de la réussite » <https://chambres-agriculture.fr/publications/toutes-les-publications/la-publication-en-detail/actualites/securite-et-autonomie-fourragere-les-cles-de-la-reussite/>
- Chambre d'agriculture Hautes Pyrénées, Cuma Haute Pyrénées, Agence de l'eau Adour-Garonne, et Plan d'action territorial Nappe alluviale de l'Adour. « Fiche technique désherbage alternatif : la Bineuse ».
- Chambre d'agriculture Ile-de-France. 2018. Rendez-vous Tech&bio Fiche « La lentille ». « Poster Itinéraire culturel de la lentille ».
- Chambre d'agriculture Ile-de-France. 2018. Rendez-vous Tech&bio Fiche « Le Pois Chiche ». « Poster Itinéraire culturel du pois chiche ».
- Chambre d'agriculture Ile-de-France. Rendez-vous Tech&Bio. Mai 2018. « La betterave sucrière en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture interdépartementale d'île de France. 2007. « ENGRAIS VERT en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture Lorraine. 2014. « Les biostimulants. Synthèse de résultats d'essais réalisés par plusieurs Chambres d'agriculture. »
- Chambre d'agriculture Midi-Pyrénées. « Le Pois protéagineux en agriculture biologique. Fiche technique ».
- Chambre d'agriculture Midi-Pyrénées. 2004. « Guide technique Grande cultures Biologiques Midi Pyrénées ».
- Chambre d'agriculture Midi-Pyrénées. 2006. « Travail du sol sans labour ». Synthèse technique.
- Chambre d'agriculture Normandie – Institut Technique de la Betterave – BetterBio. 2023. « Accompagner localement le développement technique de la betterave sucrière issue de l'agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture Nouvelle Aquitaine. 2016. « Production de culture dérobée : millet ».
- Chambre d'agriculture Puy de Dôme. 2015. « Petit et grand épeautres ». Fiche technique AB.
- Chambre d'agriculture région Nord Pas de Calais. 2013a. « Avoine ». Fiche technique agriculture biologique.
- Chambre d'agriculture région Nord Pas de Calais. 2013b. « Blé ». Fiche technique agriculture biologique.
- Chambre d'agriculture région Nord Pas de Calais. 2013d. « Maïs ». Fiche technique agriculture biologique.
- Chambre d'agriculture région Nord Pas de Calais. 2013e. « Méteil ». Fiche technique agriculture biologique.
- Chambre d'agriculture région Nord Pas de Calais. 2013f. « Rotation ». Fiche technique agriculture biologique.
- Chambre d'agriculture région Nord-Pas de Calais. 2013g. « Triticale ». Fiche technique agriculture biologique.
- Chambre d'agriculture Rhône-Alpes 2013b. « Tournesol Biologique ». Agriculture biologique : fiches technico-économiques, Outils d'accompagnement des projets d'installation et de conversion.
- Chambre d'agriculture Rhône-Alpes. 2012. 2013. « La fertilisation en grandes cultures biologiques ». Agriculture biologique fiches thématiques, Outils d'accompagnement des projets d'installation et de conversion.
- Chambre d'agriculture Rhône-Alpes. 2012a. « Blé tendre bio ». Agriculture biologique : fiches technico-économiques, Outils d'accompagnement des projets d'installation et de conversion.
- Chambre d'agriculture Rhône-Alpes. 2012b. « Le colza. Itinéraire technique du colza en agriculture biologique. » Agriculture biologique : fiches technico-économiques, Outils d'accompagnement des projet d'installation et de conversion.
- Chambre d'agriculture Rhône-Alpes. 2012c. « La gestion des adventices en grandes cultures biologiques ». Agriculture biologique : fiches thématiques, Outils d'accompagnement des projets d'installation et de conversion.
- Chambre d'agriculture Rhône-Alpes. 2012e. « Soja bio ». Agriculture biologique : fiches technico-économiques, Outils d'accompagnement des projets d'installation et de conversion.
- Chambre d'agriculture Rhône-Alpes. 2013a. « Choix et intérêts des engrais verts en grandes cultures biologiques ». Agriculture biologiques : fiches technico-économiques, Outils d'accompagnement des projets d'installation et de conversion.
- Chambre d'agriculture. « Synthèse des essais sur les associations légumineuses et céréales mis en place en 2015 ». Sécuriser la culture des protéagineux en agriculture biologique. Réseau CDA France Grandes Cultures.
- Chambre d'agriculture. 2022. « Sécurité et autonomie fourragère : les clés de la réussite ».
- Chambre d'agriculture de Haute-Saône. 2022. Le rendez-vous Tech&Bio. « Impact des matières organiques sur les cultures ».
- Chambre d'agriculture de la Dorgogne. 2022. François Hirissou. « Mycoagra - Promouvoir l'intérêt des symbioses mycorhiziennes dans les pratiques agricoles ».
- Chambre d'agriculture des Hauts de France. 2022. « Compte rendu des essais de cultures de printemps AB réalisées en 2022 ». [https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/index.php?id=2945943&tx\\_news\\_pi1%5Bnews%5D=121993&tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=ec4a7491a42d4903b0dc99bc6607fe4c](https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/index.php?id=2945943&tx_news_pi1%5Bnews%5D=121993&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=ec4a7491a42d4903b0dc99bc6607fe4c).
- Chambre d'agriculture des Pays de la Loire. 2020. Projet PROGRAILIVE 2015-2019. <https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/publications/publications-des-pays-de-la-loire/detail-de-la-publication/actualites/produire-des-protéagineux-en-association-pour-une-recolte-en-grains-prograilive/>
- Chambre interdépartementale d'agriculture d'île de France. 2004b. « Féverole biologique ».
- Chambre interdépartementale d'agriculture d'île de France. 2004c. « Sarrasin biologique ».
- Chambre interdépartementale d'agriculture d'île de France. 2006a. « association pois-céréale biologique ».
- Chambre interdépartementale d'agriculture d'île de France. 2006b. « Colza biologique ».
- Chambre interdépartementale d'agriculture d'île de France. 2006c. « Pois protéagineux de printemps biologique ».



- Chambre interdépartementale d'agriculture. 2004a. « Blé tendre d'hiver biologique ».
- Chambres d'agriculture Aisne-Oise-Somme. 2016. « Préconisations cultures et élevage en agriculture biologique ».
- Chambre d'agriculture France. 2019. « Tech&Bio - Cahiers techniques bio ».
- Chambre d'agriculture Auvergne-Rhône-Alpes. 2016. « Le lupin en bio. De sa culture à son utilisation par les animaux ruminants et monogastriques. » Agriculture biologique : fiches thématiques, Outils d'accompagnement des projets d'installation et de conversion.
- Chambre d'agriculture Rhône-Alpes. 2012d. « Maïs Bio ». Agriculture biologique : fiches technico-économiques, Outils d'accompagnement des projets d'installation et de conversion.
- Charles Martin. 2020. Détermination des cinétiques de minéralisation d'engrais organiques. Faculté des bioingénieurs, Université catholique de Louvain. Prom. : Lambert, Richard.  
<http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:25367>
- Charlotte Glachant Chambre d'agriculture de Seine et Marne. 2016. « Gestion de la fertilisation en grandes cultures biologiques ». Présenté à Résolia.
- Delanote, L., I. Vuylsteke, et J. Rapol. 2006. « Le blé de printemps, un blé de qualité en culture biologique ». *Alteragri*, no 77 (mai): 6.
- Fourrié, L. (ITAB). 2012. « Gestion du sol en AB ». *Alteragri*, no 116 (novembre).
- Groupe émergence GIEE Cultures sans gluten. 2020. « Lentille ».
- Groupe émergence GIEE Cultures sans gluten. 2020. « Pois chiche ».
- Groupe Technique AB en Franche Comté. 2012a. « L'avoine de Printemps en Franche Comté ». Les Fiches techniques AB.
- Groupe Technique AB en Franche Comté. 2012b. « Le blé tendre d'hiver en Franche Comté ». Les fiches techniques AB.
- Groupe technique AB en Franche Comté. 2012c. « La féverole d'hiver et de printemps en Franche Comté ». Les fiches techniques AB.
- Groupe technique AB en Franche Comté. 2012d. « Le grand épeautre en Franche Comté ». Les fiches techniques AB.
- Groupe technique AB en Franche Comté. 2012e. « La luzerne en Franche Comté ». Les fiches techniques AB.
- Groupe Technique AB en Franche Comté. 2012f. « Le maïs en Franche Comté ». Les Fiches Techniques AB.
- Groupe Technique AB en Franche Comté. 2012g. « L'orge de printemps en Franche Comté ». Les fiches techniques AB.
- Groupe Technique AB en Franche Comté. 2012h. « Le pois protéagineux de printemps en Franche Comté ». Les fiches techniques AB.
- Groupe Technique AB en Franche Comté. 2012i. « Le Soja en Franche Comté ». Les fiches techniques AB.
- Groupe Technique AB en Franche Comté. 2012j. « Le Tournesol en Franche Comté ». Les fiches techniques AB.
- Groupe technique AB en Franche Comté. 2012k. « Le Triticale en Franche Comté ». Les Fiches Techniques AB.
- Guesquière, J., A. Cadillon, L. Fourrié, et L. Fontaine. 2012. « Choisir et réussir son couvert végétal pendant l'interculture en AB ». ITAB.
- Infloweb. 2023. Connaître et gérer la flore adventice.  
<https://www.infloweb.fr/>
- ITAB, Arvalis Institut du végétal, et UNIP. 2014. « Fiche Technique : la culture de la féverole en AB ».
- ITAB, CIAB, et INRA. 2007. « Le programme FertiagriBio : ses apports aux agriculteurs ». Paris.
- ITAB. « Vivaces Pluriannuelles ».  
[http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices\\_2\\_vivaces.pdf](http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices_2_vivaces.pdf).
- ITAB. 2000. « La culture biologique du Maïs ». TECHN'ITAB céréales.
- ITAB. 2003. « Les associations à base de triticale/pois fourrager en agriculture biologique ». TECHN'ITAB grandes cultures, mars.
- ITAB. 2007. « Fiche technique. Cultiver du colza d'hiver en AB. »
- ITAB. 2011a. « La culture des associations céréales/protéagineux en AB ».
- ITAB. 2011b. « Rotations pratiquées en grandes cultures biologiques en France : état des lieux par région ».
- ITAB. 2012a. « Article de synthèse des résultats du projet CASDAR 8135 ». Optimiser et promouvoir le désherbage mécanique en grandes cultures.  
[http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/desh-meca\\_article-synthese\\_dec12.pdf](http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/desh-meca_article-synthese_dec12.pdf).
- ITAB. 2012b. « Désherber mécaniquement les grandes cultures. » Projet « optimiser et promouvoir le désherbage mécanique » Casdar 2009/2011.
- ITAB. 2014. « Le pois protéagineux en AB ». Fiche technique en AB.
- ITAB-Arvalis. 2009. Alain bouthier and al. Journée technique grandes cultures biologiques. « Valeur fertilisante azotée des produits résiduels organiques (PRO) : mieux prendre en compte la dynamique de la fourniture d'azote ».
- Jean Pauget. Arvalis Institut du végétal. 2015. « Le déchaumage : une opération pour gérer l'interculture ».  
<https://www.arvalis-infos.fr/le-dechaumage-une-operation-pour-gerer-l-interculture-@/view-10715-arvarticle.html>.
- Labreuche Jérôme ARVALIS. Institut du Végétal. 2009. « Les Engrais verts : atouts et contraintes en grandes cultures biologiques » présenté à Journée Technique grandes cultures biologiques.
- LEFEVRE, Vincent. 2013. « Conception de systèmes de culture innovants pour améliorer le fonctionnement des sols en agriculture biologique ». L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement ( AgroParisTech).

- LPC Bio. 2013. « La herse étrille ».
- Ludovic Bonnin. 2007. « Maîtrise du désherbage sans herbicides ».
- Métiver, Thierry, Caroline Milleville, Amandine Guimas, Germain Fréville, et François Foulon. 2013a. « La luzerne pour améliorer son autonomie fourragère ».
- Métiver, Thierry, Caroline Milleville, Amandine Guimas, Germain Fréville, et François Foulon. 2013b. « Le lupin, la graine très riche en protéines qui pousse en Normandie ».
- Michel MANGIN. Arvalis Institut du végétal. 10 janvier 2014. « Semer du blé tendre en agriculture biologique ». <https://www.arvalis-infos.fr/semer-du-ble-tendre-en-agriculture-biologique-@/view-14692-arvarticle.html>.
- Morel, Christian, Bernard Le Clech, et Sylvain Pellerin. 2006. « Gare à la baisse de la biodisponibilité du phosphore ». *Alteragri*, no 79 (octobre).
- Peigné, J., H. Védie, J. Demeusy, M. Gerber, J.F. Vian, Y. Gautronneau, M. Cannavacciuolo, A. Aveline, J.L. Giteau, et D. Berry. 2009. « Techniques sans labour en agriculture biologique ». *Innovations Agronomiques* 4: 23-32.
- Peigné, Joséphine, et Djilali Heddadj. 2016. « Le non labour en agriculture biologique ». Présenté au Le Rendez-vous cultures et machinisme, Grand Ouest-Station de Kerguéhennec-BIGNAN 56.
- PerfCom ANR. 2012. « Les cultures associées céréales légumineuses. En agriculture bas intrants dans le Sud de la France. »
- Pôle agronomie productions végétales des Chambres d'agriculture de Bretagne. 2008. « Colza bio : choix variétaux ». *Cap Agro*.
- Programme Limousin des Acteurs de l'Agriculture Biologique. 2014a. « Féverole d'automne ».
- Programme Limousin des Acteurs de l'Agriculture Biologique. 2014b. « Gestion de l'enherbement ».
- Programme Limousin des Acteurs de l'Agriculture Biologique. 2014c. « Rotations ».
- Programme Limousin des Acteurs de l'Agriculture Biologique. 2014d. « Soja ».
- Projet BIODUR – PACA. 2023. « Itinéraire technique du blé dur bio ». « Le choix variétal en blé dur bio ». « La nutrition azotée : un facteur clé de réussite en blé dur bio ». « La gestion des adventices : un facteur clé de réussite en blé dur bio ». <https://paca.chambres-agriculture.fr/les-actualites-proches-de-vous/detail-de-lactualite/actualites/nouveau-les-fiches-techniques-ble-dur-bio-disponibles-des-maintenant/>.
- Règlement (CE) n°834/2007 du conseil du 28 juin 2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques et abrogeant le règlement (CEE) n°2092/91. 2007. [http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/3\\_Espace\\_Pro/RCE\\_BIO\\_834\\_2007\\_oct08.pdf](http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/3_Espace_Pro/RCE_BIO_834_2007_oct08.pdf).
- TECHN'ITAB céréales. « La culture biologique du tournesol ».
- TECHN'ITAB céréales. 2000. « La culture biologique du soja ».
- Terres Inovia. « Le semis du pois ». <http://www.terresinovia.fr/pois/cultiver-du-pois/implantation/semis/>.
- Terres Inovia. 2014. « Guide de culture soja bio 2014 ».
- Terres Inovia. 2016. « Guide de culture Tournesol Bio ».
- Terres Inovia. 2017. « Colza bio : des conduites adaptées au contexte ». *Terres Inovia : l'agronomie en mouvement*.
- Terres Inovia. 2017. « Guide de culture bio soja 2017 ».
- Terres Inovia. 2022. *Rencontres techniques*. Cécile Le Gall. « Oléoprotéagineux : biostimulants, un levier pour booster les performances ».
- Terres Inovia. 2023. « Guide de culture Chanvre 2023 ». <https://www.terresinovia.fr/-/telecharger-le-guide-chanvre>.
- Terres Inovia. 2023. « Guide de culture Colza 2023 ». <https://www.terresinovia.fr/-/telecharger-le-guide-colza>.
- Terres Inovia. 2021. « Guide de culture Féverole Bio ». <https://www.terresinovia.fr/p/guide-feverole-bio>
- Terres Inovia. 2023. « Guide de culture Lentille Bio et Conventionnel 2023 ». <https://www.terresinovia.fr/-/telecharger-le-guide-lentille>.
- Terres Inovia. 2023. « Guide de culture Lupin Blanc Bio et conventionnel 2023 ». <https://www.terresinovia.fr/-/telecharger-le-guide-lupin>.
- Terres Inovia. 2023. « Guide de culture Pois chiche 2023 ». <https://www.terresinovia.fr/-/telecharger-le-guide-pois-chiche>.
- Terres Inovia. 2023. « Guide de culture Soja Bio 2023 ». <https://www.terresinovia.fr/-/telecharger-les-guides-soja-et-soja-bio>.
- Terres Inovia. 2023. « Guide de culture Tournesol Bio 2023 ». <https://www.terresinovia.fr/-/telecharger-les-guides-tournesol-et-tournesol-bio>.
- Viaux, Philippe. 1999. *Une 3<sup>ème</sup> voie en Grandes Cultures : environnement, qualité, rentabilité*.

# Remerciements

**Nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce guide et en particulier :**

➤ **Pour la rédaction du projet :**

- Anaïs Gaborit et Jade Maurincomme

➤ **Avec la participation de :**

- ARINO Jean, Conseiller spécialisé en AB, Chambre d'agriculture du Gers
- ARTAUX Aloïs, Chargée de mission Grandes cultures en AB, Chambre d'agriculture des Pays de la Loire
- AUVERLOT Antoine, Conseiller Grandes cultures référent bio départemental, Chambre d'agriculture de l'Aude
- BERANGER Mélanie, Responsable adjointe du service Productions végétales et animales, Chambres d'agriculture France
- BONIN Ludovic, Pôle Flores Adventices, Arvalis-Institut du végétal
- BOURLET Céline, Chargée de mission R&D Grandes cultures, Chambre d'agriculture des Pays de la Loire
- BOUVARD Fabien, Chargé de mission AB, Chambre d'agriculture de Provence Alpes Côte d'Azur
- BOUVIER David, Conseiller agronomie Grandes cultures bio, Chambre d'agriculture de Bretagne
- BUREL Enguerrand, Chargé de mission Grandes cultures et fertilisation, ITAB et CREABio
- CHAMPION Jean, Conseiller spécialisé Grandes Cultures Bio, Chambre d'agriculture de la Drôme
- COCOUAL Caroline, Chargée d'études Systèmes de cultures innovants et agrobiologie, Chambre d'agriculture de Bretagne
- DOUSSAT Loïc, Chef d'équipe Grandes cultures, Chambre d'agriculture de l'Aude
- DUQUESNOY Mathilde, Conseillère technique Grandes Cultures Bio, Chambre d'agriculture Ile-de-France
- DUPONT Aurélien, Chargé d'études Systèmes de cultures innovants et agrobiologie, Chambre d'agriculture de Bretagne
- DUPUY Laura, Chargée de mission en AB, Chambre d'agriculture de Dordogne
- GLACHANT Charlotte, Responsable équipe PCTAB, Chambre d'agriculture de région Ile-de-France
- GLANDIERES Anne, Chargée de mission AB, Chambre d'agriculture d'Occitanie
- HANQUEZ Stéphane, Chargé de mission AB, Chambre d'agriculture des Pays de la Loire
- KULAGOWSKI Rémy, Chargé de mission Grandes cultures, Chambre d'agriculture d'Hérault
- LECAT Alain, Animateur référent national en Grandes cultures biologiques, Chambre d'agriculture de la Somme
- LE GALL Cécile, Chargée d'études Environnement et AB, Terres Inovia
- MARTIN François, Conseiller spécialisé en AB, Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône
- MIGNOT Ludivine, Chargée de mission AB, Chambre d'agriculture des Pyrénées-Atlantiques
- MUNIER Clément, Chargé de mission agronomie et AB, Chambre d'agriculture du Grand Est
- RIOU Virginie, Responsable d'équipe sols et agriculture de conservation, Chambre d'agriculture des Pays de la Loire
- SALITOT Gilles, Ingénieur Méthodes et Références en AB, Chambre d'agriculture de l'Oise
- THIBAUD Olwen, Conseillère Grandes Cultures Bio, Chambre d'agriculture de l'Isère
- WALTER Nicolas, Chargé de mission Agroéquipement, Chambres d'agriculture France

➤ **Pour la réalisation/création :**

- Agence Histoires d'Encre



## Vos interlocuteurs

**Pour joindre un conseiller en agriculture biologique,** contactez la Chambre d'agriculture de votre département ou de votre région.

[www.chambres-agriculture.fr](http://www.chambres-agriculture.fr)



Retrouvez la version numérique du guide :



**ÉDITION 2023**

