

Grandes cultures biologiques

LES CLÉS DE LA RÉUSSITE

*Guide technique réalisé par le réseau agriculture
biologique des Chambres d'agriculture*

tech & bio

Crédit : Amandine Guimas/Chambre d'agriculture de l'Orne



**AGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRES D'AGRICULTURE



EDITO



Claude Cochonneau,
Président des Chambres d'agriculture France (APCA)



Etienne Gangneron,
Elu référent Agriculture biologique des Chambres
d'agriculture France (APCA)



Alain Lecat,
Animateur référent national Grandes cultures
biologiques des Chambres d'agriculture France (APCA)

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 1^{ère} 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 en mode de production biologique des principales grandes cultures produites en France.

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





SOMMAIRE

Fiches thématiques

- Rotation de cultures
- Gestion des adventices
- Gestion de la fertilité des sols - Fertilisation
- Travail du sol
- Couverts d'interculture
- Associations de culture

Fiches cultures

- Association triticales/pois fourrager
- Avoine
- Blé tendre d'hiver
- Blé tendre de printemps
- Chanvre
- Colza
- Féverole d'hiver et de printemps
- Grand épeautre
- Lupin
- Luzerne
- Maïs
- Orge
- Pois protéagineux d'hiver et de printemps
- Sarrasin
- Soja
- Tournesol
- Triticale



FICHES THÉMATIQUES

- Rotation de cultures
- Gestion des adventices
- Gestion de la fertilité des sols - Fertilisation
- Travail du sol
- Couverts d'interculture
- Association de cultures

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 qui stipule que "la fertilité et l'activité biologique du sol sont préservées et augmentées par la rotation pluriannuelle des cultures". Il y est également précisé que la préservation de la santé des végétaux sera entre autres réalisée par une rotation appropriée des cultures et le choix d'espèces et de variétés appropriées et résistantes aux nuisibles et aux maladies.

(Règlement (CE), n°834/2007 du conseil du 28 juin 2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques)

PRINCIPES DE BASE D'UNE ROTATION

	OBJECTIFS AGRONOMIQUES						
	ALTERNER...						
	... 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	implanter des engrais verts dès que possible	respecter les délais de retour des cultures	éviter les sols nus
Maladies/ Ravageurs	+	+	+	+	0	++	0
Adventices	++	0	++	++	+	+	+
Structure du sol/ érosion	+	+	++	0	++	0	++
Ressources minérales/ Matière	+	++	++	+	++	+	+

Les objectifs d'une rotation sont aussi une sécurisation économique de l'exploitation ainsi qu'une meilleure répartition de la charge de travail au cours de l'année.

TEMPS DE RETOUR

CULTURE	DÉLAI DE RETOUR CONSEILLÉ SUR LA PARCELLE	RAISONS MAJEURES
Blé tendre, blé dur	2	Maladies du pied : piétin verse, piétin échaudage, fusarium, nématodes, carie
Orge d'hiver	3	Helminthosporiose, rhynchosporiose
Orge de printemps	2	Moins sensible que le blé ou l'orge d'hiver aux maladies du pied
Seigle	3	Ergot
Triticale	2	Piétin verse
Avoine	4	Nématodes
Pois*	5	Anthraxose, sclérotinia : différentes maladies des racines dont fusarium, phoma, aphanomyces
Féverole	5	Botrytis, sclérotinia, anthracnose
Soja	4	Sclérotinia
Colza	3	Phoma, sclérotinia, hernie
Maïs grain	3	-
Lupin	4	-
Tournesol	5	Sclérotinia
Lin graine et lin fibre	6	Anthraxose

(Viaux 1999)

* Il s'agit ici du pois protéagineux. Par la suite, quand on parlera du pois, il s'agira du pois protéagineux.

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2014)



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 (par exemple soja, légumes, tournesol, maïs).

Corps de rotation

Premières cultures ou premières pailles.

Il s'agit de cultures qui sont là pour profiter de l'azote disponible et du faible enherbement.

Ex : blé/triticales, 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 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.
- Maîtriser l'enherbement par l'alternance de périodes de semis, printemps comme automne.

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

Fin de rotation

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

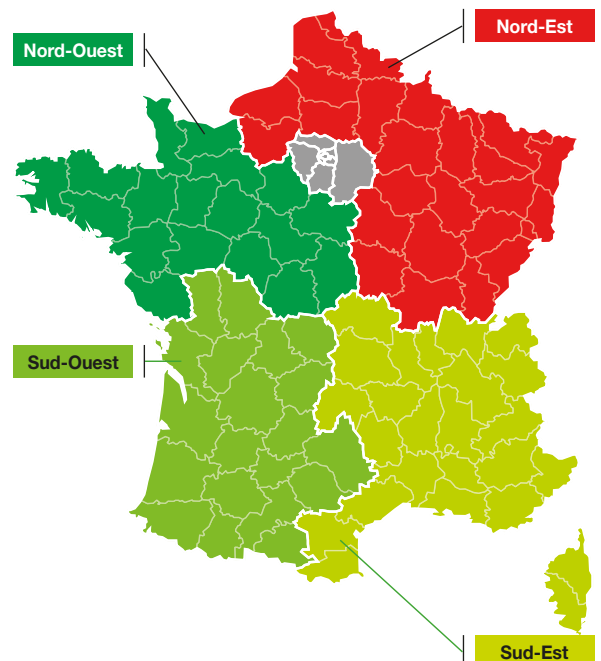
Ex : avoine, seigle, association céréales-protéagineux, sarrasin.

NB : 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.

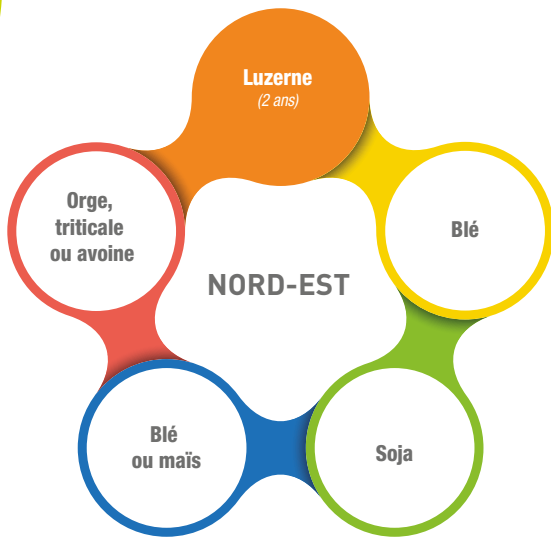
(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

EXEMPLES DE ROTATION

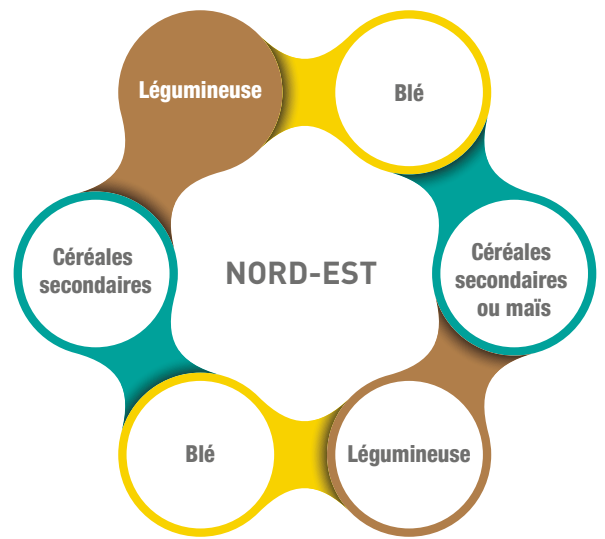




NORD-EST



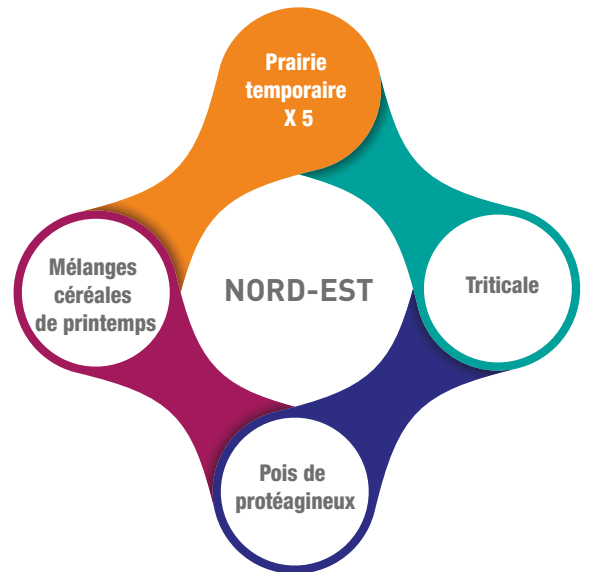
Le maïs et le blé sont ici insérés pour leur rentabilité.



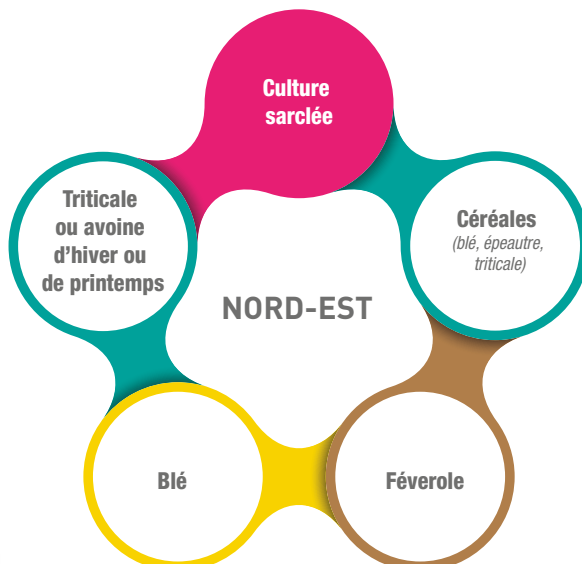
Les cultures fourragères ne sont ici pas présentes car difficiles à favoriser. On peut y observer un problème d'apparition des vivaces.



Ces cultures sont très dépendantes de la demande.

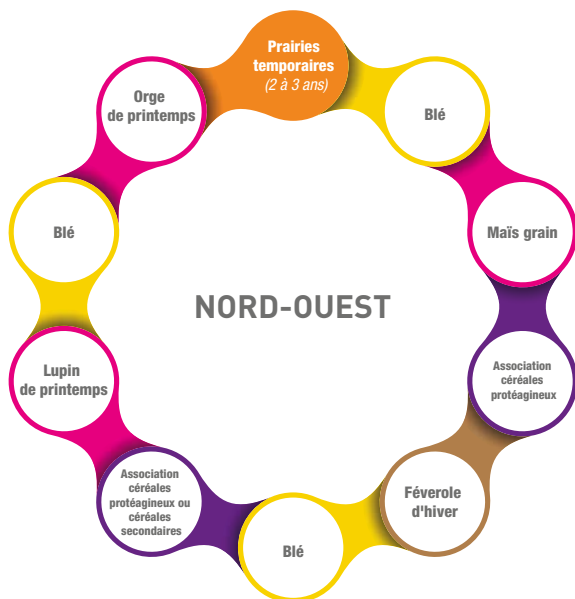


Ces rotations sont plus dépendantes en ce qui concerne les apports de matières organiques, mais elles sont aussi plus sensibles au salissement.

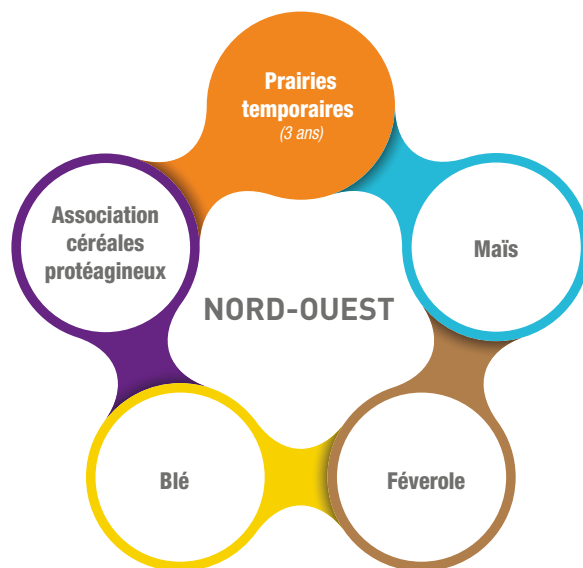




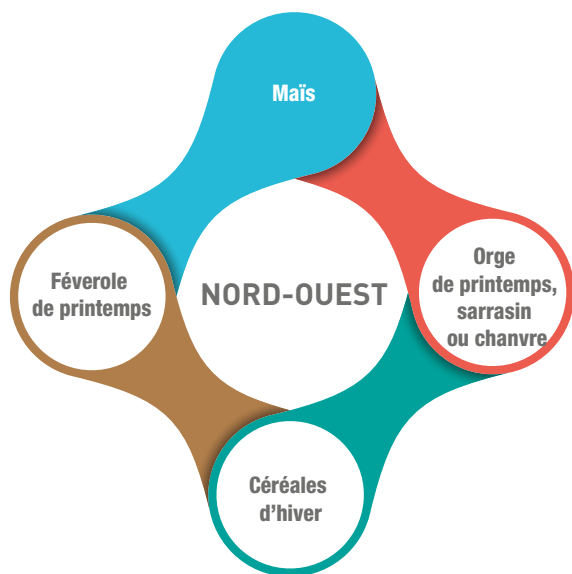
NORD-OUEST



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



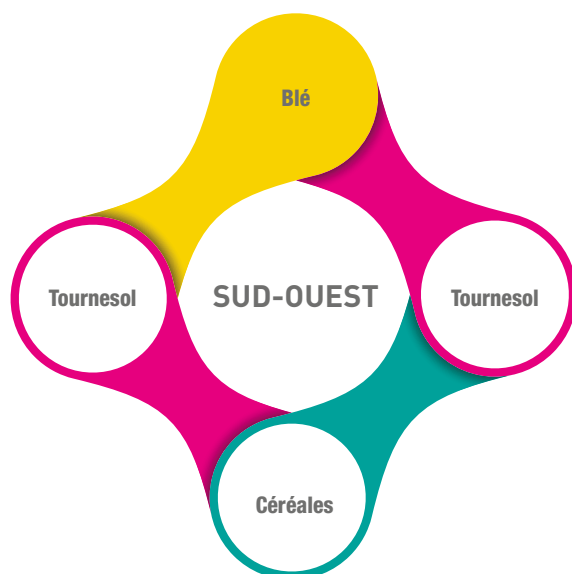
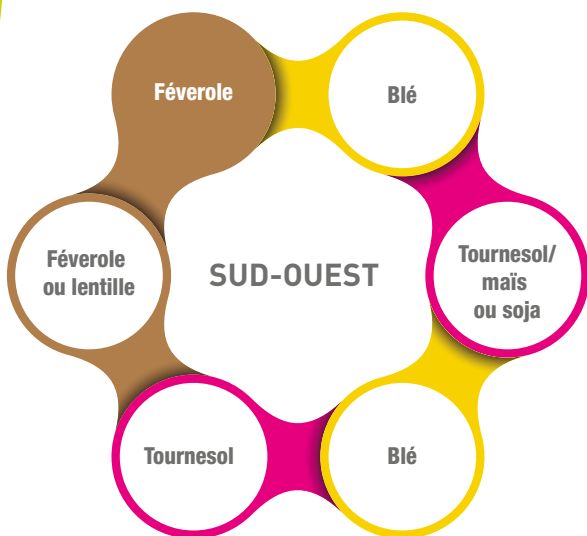
Les cultures sont ici principalement destinées à l'auto-consommation.



Cette rotation est pratiquée quand il n'y a pas de débouchés de cultures fourragères. Des problèmes d'enherbement et d'infertilité peuvent apparaître.

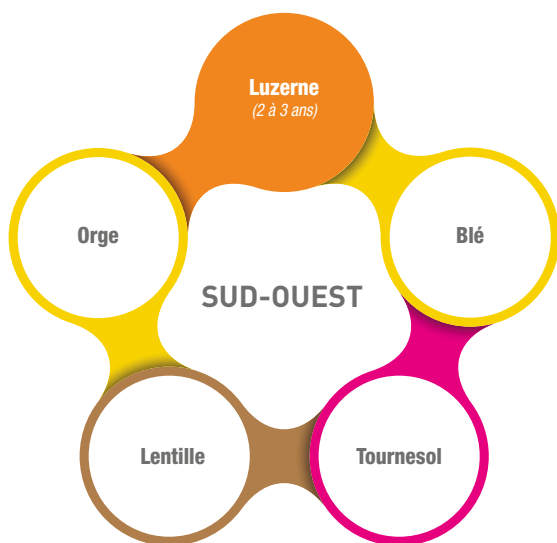
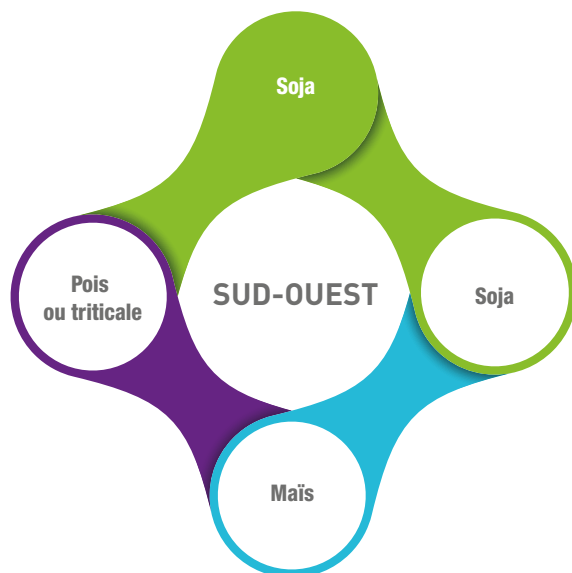


Vallons de Volvestre
Crédit : Azama C./Chambre d'agriculture du Roussillon

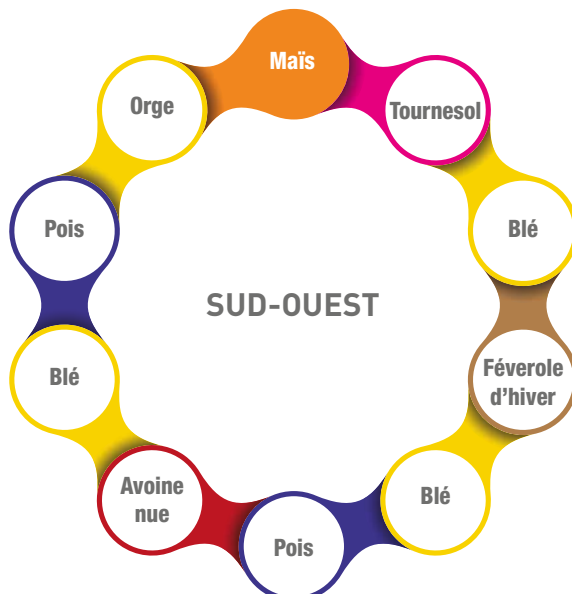


Il n'y a pas de débouchés pour les cultures fourragères dans les territoires où est pratiqué ce type de rotation. Les apports de matières organiques nécessaires sont beaucoup plus fréquents.

Le maïs, le soja et le triticale sont largement utilisés sur les sols irrigués.



Ces rotations sont en général pratiquées dans des sols moyennement profonds et non irrigués.



Ces rotations sont en général sur des terres profondes et/ou irriguées.

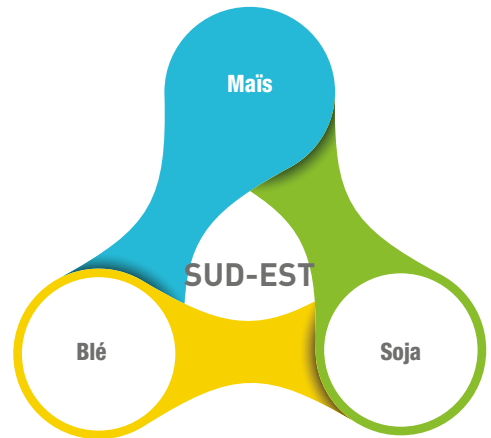
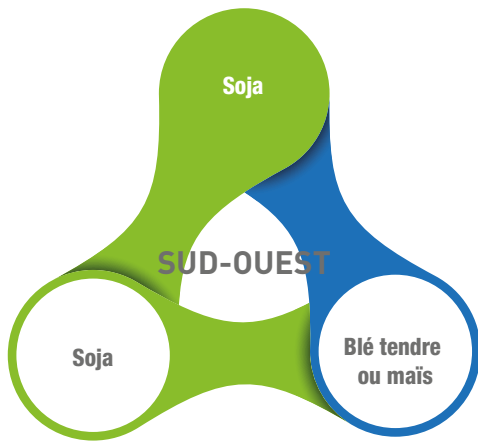


SUD-OUEST (suite)

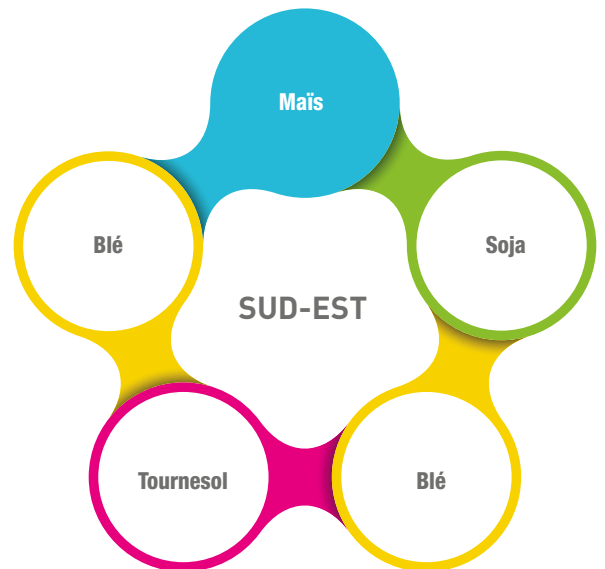
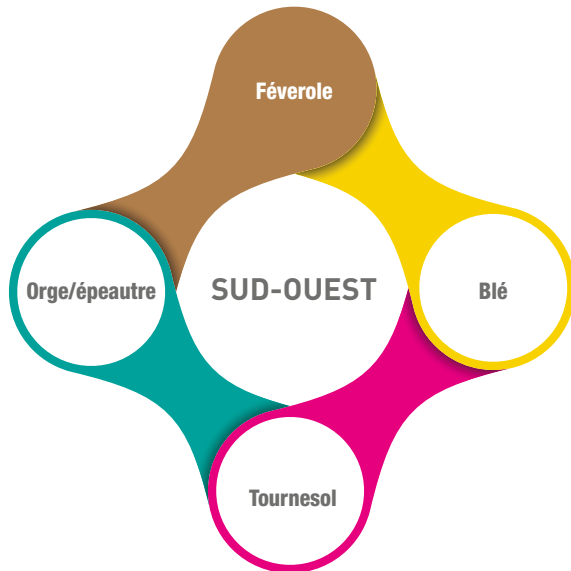
SUD-EST

Rotation courte (2 à 3 ans)

En système irrigué :

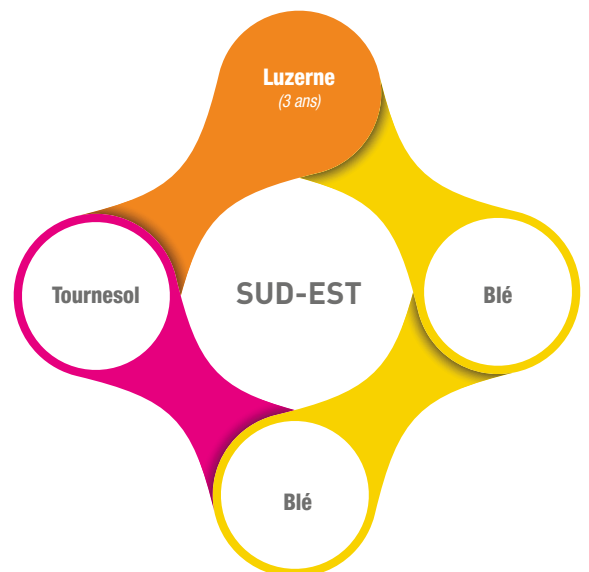
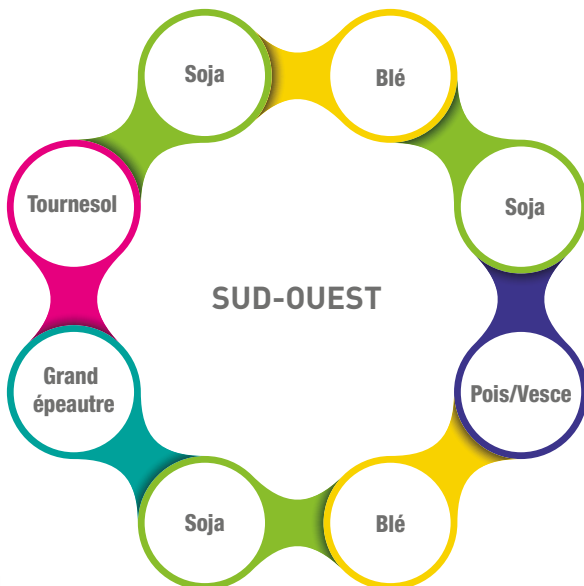


Rotation moyenne (4 à 5 ans)



Rotation longue durée (5 à 8 ans)

En sec :



ROTATION DE CULTURES



■ Très bon
 ■ Bon
 ■ Moyen
 ■ Mauvais ou à éviter
 ■ Très mauvais
 □ Impossible (problème de calendrier)

PRÉCÉDENT CULTURE ENVISAGÉE	BLÉ	TRITICALE	ORGE D'HIVER	ORGE DE PRINTEMPS	AVOINE D'HIVER	AVOINE DE PRINTEMPS	MAÏS	PRAIRIE	COLZA	TOURNESOL	POIS PROTÉGÉINEUX	FÉVEROLE D'HIVER	FÉVEROLE DE PRINTEMPS	CHANVRE	LIN	MALADIES
Blé	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Piétin verse, piétin échaudage, fusariose après maïs
Triticale	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Piétin verse
Orge d'hiver	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Piétin verse
Orge de printemps	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Piétin verse
Avoine d'hiver	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Avoine de printemps	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Maïs	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Charbon des inflorescences, helmintosporiose
Prairie	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Colza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sclérotinia, phoma, hernie
Tournesol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Mildiou, sclérotinia, phomopsis, phoma
Pois protéagineux	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Anthracnose, pourriture du pied et des racines Botrytis, sclérotinia, anthracnose
Féverole d'hiver	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Botrytis, sclérotinia, anthracnose
Féverole de printemps	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Pythium, botrytis
Chanvre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Lin	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Fusariose

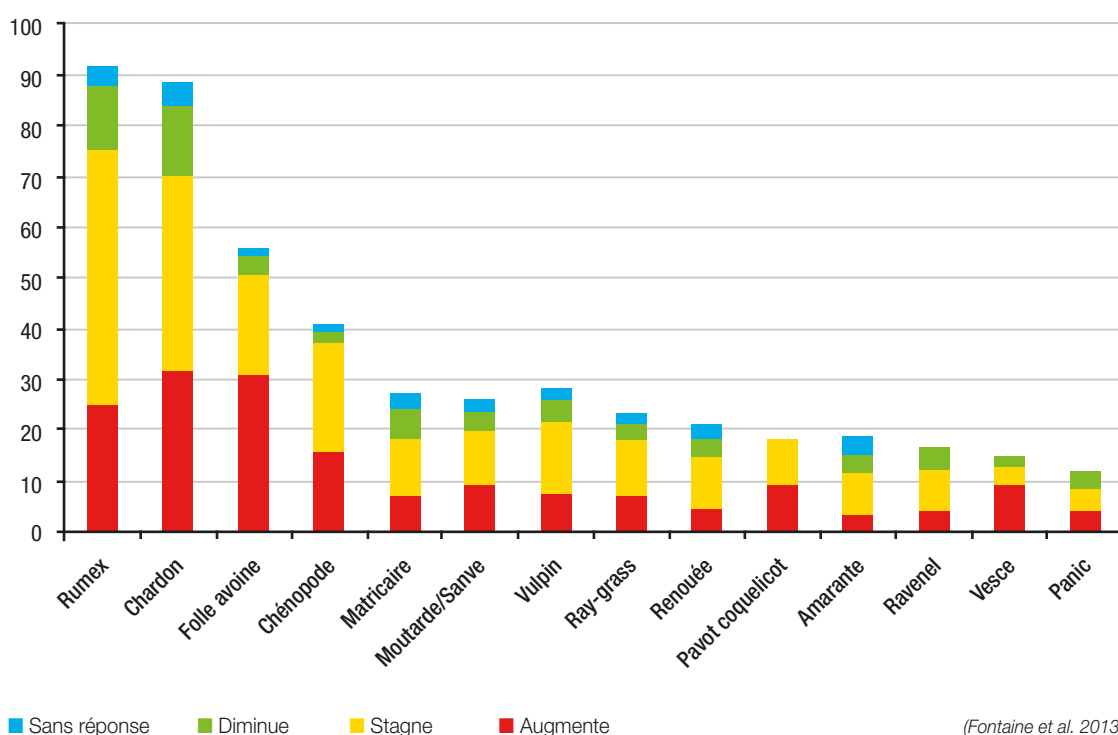
Chambre d'agriculture de Bretagne d'après Viau P., et Agroscope

GESTION DES ADVENTICES

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

GESTION DES ADVENTICES

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



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.

NUISIBILITÉ DES ADVENTICES

(Chambre d'Agriculture du Rhône-Alpes 2012)

Avant de commencer tout désherbage, il est nécessaire de se poser la question, est-il vraiment utile 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.

Nuisibilité indirecte

- Plantes relais pour les ravageurs et les maladies ainsi que 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 (NOMBRE PIEDS/M ² SUFFISANTS POUR FAIRE CHUTER LE RENDEMENT DU BLÉ DE 5 %)	NUISIBILITÉ INDIRECTE (NOMBRE DE GRAINES/PIED)
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)

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, etc).
- **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, etc).
- **Espèces vivaces** : elles sont "éternelles" et leur mode de reproduction est souvent mixte : production de graines et multiplication végétative.

Période de levée des adventices

ESPÈCES À GERMINATION AUTOMNALE PRÉFÉRENTIELLE OU PRÉ-PRINTANIÈRE	ESPÈCES À GERMINATION HIVERNALE	ESPÈCES À GERMINATION PRINTANIÈRE		ESPÈCES À GERMINATION INDIFFÉRENTE
		STRICTE	PROLONGÉE	
<ul style="list-style-type: none"> Folle avoine <i>*Avenae fatua</i> pour partie <i>*Avenae sterilis</i> se ludoviciana Vulpin des champs Brome stérile Gaillet gratteron Peigne de Vénus 	<ul style="list-style-type: none"> Miroir de Vénus Coquelicot Alchémille des champs Pensées Renoncule des champs Véronique à feuille de lierre 	<ul style="list-style-type: none"> Folle avoine <i>*Avenae fatua</i> pour partie Renouée des oiseaux Renouée liseron 	<ul style="list-style-type: none"> Arrochée étalée Renouée persicaire Mouron des champs Linaires 	<ul style="list-style-type: none"> Pâturin commun Pâturin annuel Ray-grass Stellaire intermédiaire Véronique de Perse Rumex Sanve Matricaires Ravenelle Géraniums

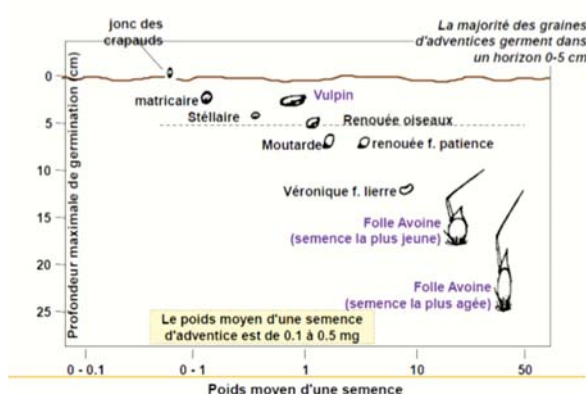
(Ludovic Bonnin 2007)

(Chambre d'Agriculture de Midi-Pyrénées 2004)

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)

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.

(Chambre d'Agriculture de Midi-Pyrénées 2004)

Le labour est très efficace sur les adventices à fort TAD. En revanche plus le TAD va diminuer, moins le labour va être efficace sur ces adventices, jusqu'à devenir nul lorsque le TAD descend en dessous de 50 %.

T.A.D	SEMENCIER	NORMALEMENT CULTIVÉ ET SANS RENOUELEMENT DE STOCK (DÉSHÉBAGE À 100 %)	EXEMPLE
T.A.D proche de 100 %	Stock semencier éphémère	Disparition quasi-totale du stock en une année	Bromes...
T.A.D compris entre 70 et 85 %	Stock semencier transitoire	Disparition quasi-totale du stock après 3 à 5 ans	Vulpins, folles avoines, Gaillet...
T.A.D proche de 50 %	Stock semencier moyennement persistant	Disparition quasi-totale du stock après 7 à 8 ans	Pensée, Coquelicot...
T.A.D compris entre 10 et 30 %	Stock semencier persistant	Encore 50 % du stock après 7 à 9 ans	Mouron des champs, Rumex...

Cas particulier de la gestion des vivaces

Trois règles s'imposent : être patient, privilégier les rotations longues intégrant des prairies de fauche et bannir les outils à disques.

Il existe deux stratégies de lutte contre les vivaces :

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

STRATÉGIES	ÉPUISEMENT	EXTRACTION
Chardon	Oui	Non
Chiendent	Oui	Oui
Laiteron	Oui	Non
Rumex	Oui	Oui

Cas particulier

- **Laiteron** : malgré son système racinaire superficiel, la stratégie d'extraction est à éviter sur cette espèce, car les racines de laiteron se fragmentent facilement et il est difficile de les extraire du sol.
- **Rumex** : la stratégie d'épuisement est applicable uniquement par des fauches répétées. Les deux stratégies sont à employer avec prudence, car il faut veiller à ne pas fragmenter la racine du rumex.

(Agro Transfert Ressources et Territoires 2014)

RUMEX	
LEVIERS	PRÉCONISATIONS
Rotation	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter les prairies temporaires • Choisir des cultures d'été pour réaliser un désherbage mécanique en interculture • Choisir des cultures étouffantes (ex : sarrasin, mélanges céréaliers, ray-grass d'Italie)
Inter-culture	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir des outils pour faire remonter en surfaces les racines du rumex qui vont ensuite se dessécher au soleil
Désherbage mécanique	<ul style="list-style-type: none"> • Bineuse

CHARDON DES CHAMPS	
LEVIERS	PRÉCONISATIONS
Rotation	<ul style="list-style-type: none"> Favoriser les cultures étouffantes (avoine, vesce-avoine) La luzerne sur 3-4 ans avec fauches et les prairies multi-espèces montrent des résultats satisfaisants.
Inter-culture	<ul style="list-style-type: none"> Déchaumages successifs après moisson Intervention de printemps niveau des réserves du chardon faibles si les conditions le permettent Décompactage
Désherbage mécanique	<ul style="list-style-type: none"> Binage au stade 10-12 feuilles pour les cultures d'été efficace à long terme Lutte manuelle + écimage effet significatif au bout de 10-15 ans

GESTION PRÉVENTIVE

Limiter la dissémination, ceci passe par :

- le tri et le nettoyage des graines ou l'utilisation de semences certifiées,
- le compostage qui détruit les graines d'adventices par élévation de température,
- l'achat de paille propre, ce qui est 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.

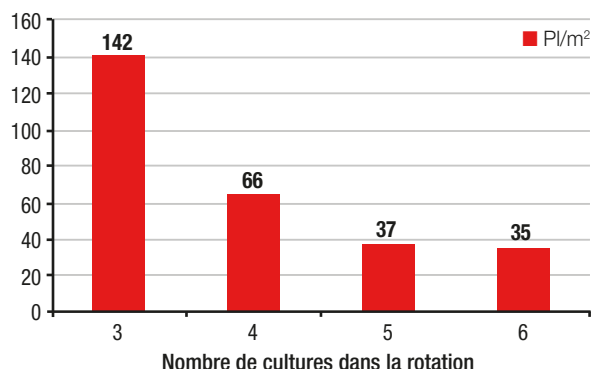
(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

LES PILIERS DU DÉSHÉRBAGE

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 grands 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



Christophe DAVID, ISARA de Lyon

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.

(Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne 2015)

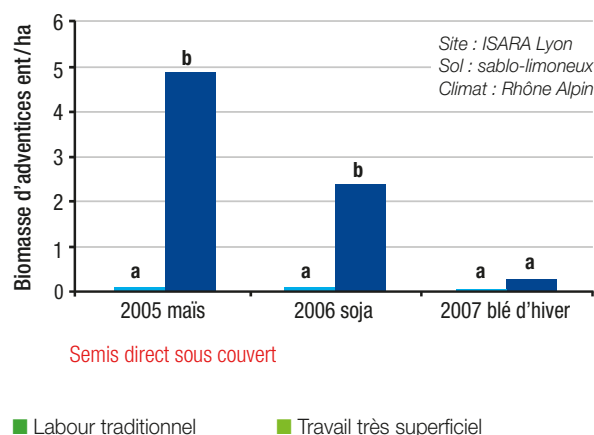
Travail du sol

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 s'avère pertinente à mettre en place dans la rotation en fonction des adventices présentes.

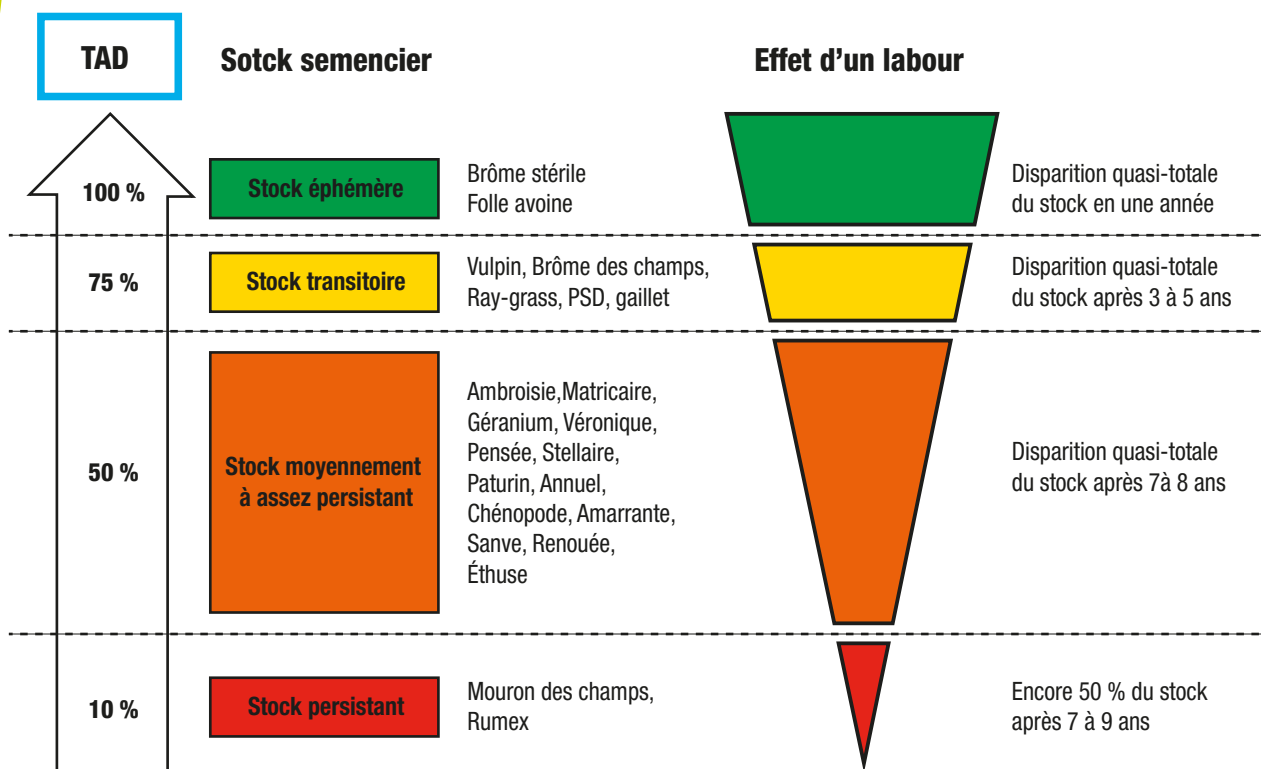
(Chambre d'Agriculture de Drôme 2016)

Contrôle des adventices



Semis direct sous couvert

■ Labour traditionnel ■ Travail très superficiel



(Chambre d'Agriculture de Drôme 2016)

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.

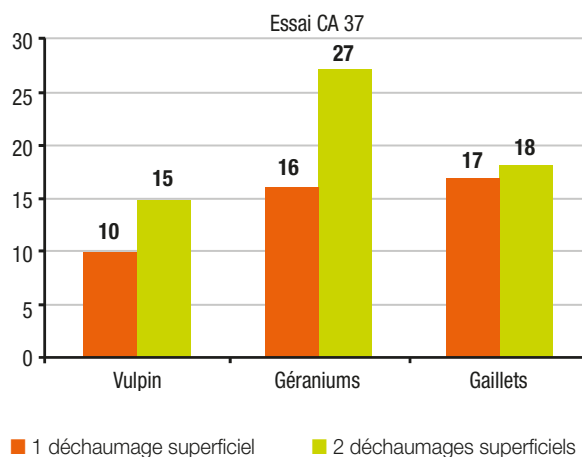
Technique du faux semis

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.

Nombre de plantes levées par m² en fonction du nombre de déchaumages superficiels avant blé tendre



(Chambre d'Agriculture du Centre Val-de-Loire 2013)

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), il est inutile donc d'enfouir leurs semences. C'est le cas d'espèces comme la pensée, le coquelicot ou le chénopode blanc.

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 :

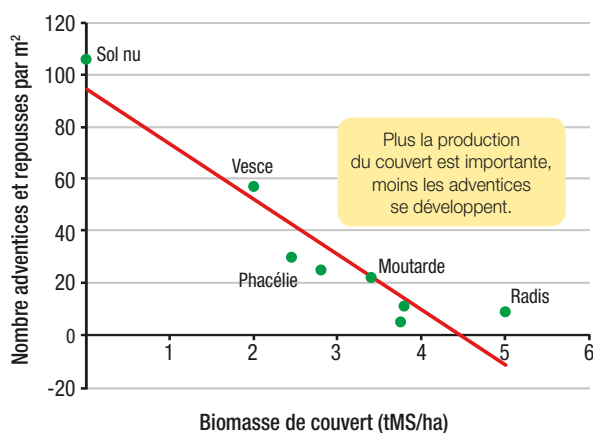
- enfouir les chaumes et les résidus de paille afin de favoriser leur décomposition,
- détruire les adventices présentes,
- faire germer les graines de la culture récoltée pour limiter les repousses dans la culture suivante,
- faire germer les graines d'adventices qui seront détruites par la suite,
-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

LES CULTURES INTERMÉDIAIRES

Les couverts végétaux sont également utilisés dans la gestion des adventices grâce au pouvoir couvrant et à la croissance rapide de certaines espèces qui les composent. L'implantation de couverts végétaux en interculture peut avoir un effet positif sur la gestion de l'enherbement, en concurrençant le développement des mauvaises herbes dans la parcelle.

(Chambre d'Agriculture du Rhône-Alpes 2012)

Impact de différents couverts d'interculture sur le salissement



(Arvalis Institut du Végétal, Terres Inovia, et Unilet 2016)

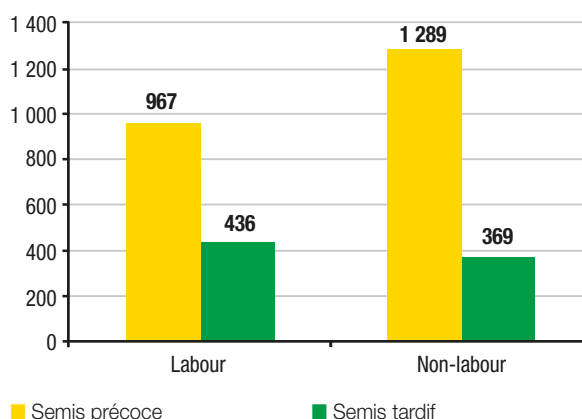
ITINÉRAIRE TECHNIQUE/PRACTIQUE CULTURALES À LA PARCELLE

Bonne implantation de la culture

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/m²



(Arvalis Institut du Végétal 2015)

La densité et l'écartement du semis doivent être réfléchis par rapport au désherbage mécanique. En effet, la herse étrille peut détruire certains pieds, elle induit donc une augmentation de la densité de semis. La mise en place d'un binage nécessite un écartement minimum de 20 à 30 cm.

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

	PÂTURIN ANNUEL PLANTE/M ²	RAY-GRASS PLANTE/M ²	PANIC P. DE C. PLANTE/M ²	RENOUÉE DES OIS. PLANTE/M ²	STELLAIRE INTERM. PLANTE/M ²	CHÉNOP. BLANC PLANTE/M ²
8 cm (450 gr/m ²)	0	0	0	8	6	5
35 cm (400gr/m ²)	18	8	7	5	21	10

Source : Essai ITCF-92-93

Espèces/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. La tolérance (port et retombée des feuilles, enracinement) au désherbage mécanique est également un plus.

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

	POUVOIR CONCURRENTIEL "NATUREL" DES CULTURES (SANS DÉSHERBAGE)	POUVOIR CONCURRENTIEL DES CULTURES SARCLÉES BINÉES
Cultures nettoyantes	<ul style="list-style-type: none"> • Luzerne* • Prairie temporaire • Trèfle* • Vesce* • Sarrasin* • Seigle* • Avoine* • Association céréales + légumineuses • Pois fourrager • Triticale • Orge de printemps 	<ul style="list-style-type: none"> • Féverole Triticale • Orge de printemps • Tournesol • Colza • Soja • Maïs • Blé • Pomme de terre
	<ul style="list-style-type: none"> • Féverole • Épeautre • Lentilles 	<ul style="list-style-type: none"> • Betterave
Cultures salissantes	<ul style="list-style-type: none"> • Blé* • Tournesol • Colza • Soja • Maïs • Pois protéagineux de printemps • Lupin • Betterave • Pomme de terre 	

Référence Île-de-France (Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne), à adapter pour d'autres régions.

* Cultures présentant des propriétés allelopathiques avérées, plus ou moins importantes. (ITAB 2012)

Faire jouer le pouvoir concurrentiel de la culture via l'intermédiaire de l'implantation de couvert, de la densité de semis, etc, par rapport aux adventices est efficace vis-à-vis des espèces d'adventices vivaces, qui repoussent tous les ans.

Il faut aussi jouer sur la date de semis afin de permettre à la culture de se développer avant les adventices.

Raisonnement de la fertilisation azotée

Il est important d'avoir une situation azotée qui permette le bon développement de la culture. En ce qui concerne les apports, ceux réalisés au printemps sont favorables au développement des adventices.

GESTION CURATIVE

ATOUTS ET CONDITIONS DE RÉUSSITE DU 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 et mottes,
- réaliser de faux semis en amont,
- favoriser une levée rapide et homogène de la culture pour augmenter son pouvoir concurrentiel,
- ajuster la profondeur de semis, en effet, pour la herse étrille et la houe rotative. En effet, si l'on prévoit des passages à l'aveugle, il faut semer plus profond, ce qui permet également 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).

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

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)

Les conditions de météo idéales sont du vent et du soleil 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.	Déconseillé

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)

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 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	Très efficace			Moyennement efficace		Pas efficace
Houe rotative	Très efficace		Moyennement 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, du fait du frottement et de 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.

(LPC Bio 2013)



▲ Démonstration de Herse étrille. Crédit : Chauvel P./ Chambre régionale d'agriculture des Pays-de-la-Loire

Réglages

- 1°) Le réglage de la troisième pointe permet de positionner la herse étrille à l'horizontale. Il est important de le réaliser sur une surface plane.
- 2°) 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.
- 3°) 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.
- 4°) La vitesse d'avancement est le dernier paramètre qui permet d'influer l'agressivité de l'outil. Plus la vitesse d'avancement sera importante, plus l'agressivité sera forte.

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)



Choix du diamètre des dents

La herse étrille est composée de cadres sur lesquels sont fixés des dents flexibles coudées. Plusieurs diamètres de dents sont disponibles

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, d'où la nécessité de ne pas choisir de trop gros diamètres.

(Programme Limousin des Acteurs de l'Agriculture Biologique 2014)

DIAMÈTRE DES DENTS	CULTURES ADAPTÉES
6 mm	Cultures fragiles
7 mm	Meilleur compromis pour grandes cultures
8 mm	Prairies et sols durs

Stade des cultures

Une fois la culture levée, elle doit avoir plus de trois feuilles pour accepter la herse étrille sans dommages.

Lors d'un passage de herse étrille sur une culture de printemps, il faut favoriser des temps très chauds pour éviter la casse. 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, soja. Vitesse très faible.	Passage déconseillé	Agressivité faible. Pertes assez importantes (>10 %)	Bonne sélectivité

■ 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 juvénile en les sectionnant au stade filament et en les déchaussant par la suite. À l'instar des herses étrilles, la houe désherbe en plein : toute la surface du sol est travaillée.



Houe rotative
Crédit : Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne 2012

Réglages

Le principal paramètre qui joue sur l'agressivité du passage est la vitesse d'avancement du tracteur.

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 et pois, soja avec modération et finesse (risque de dégâts irréversibles à la culture, surtout sur les dicotylédones)	Passage déconseillé, sélectivité trop faible	Limiter l'agressivité par une faible vitesse d'avancement	Augmenter la vitesse pour mieux désherber

■ Adapté ou possible ■ Moyennement adapté ■ Déconseillé

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

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).

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. Les dents rigides augmentent la pénétration dans le sol. Concernant l'angle de pénétration, 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.

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)

La roto-étrille

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

La roto-étrille est un outil récent, encore peu développé, et qui a donc peu de retours d'expériences.

LES AUTRES MOYENS CURATIFS

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 charbon mais aussi des adventices réputés pour leur pouvoir concurrentiel comme l'ambrosie, le xanthium ou encore le pâturin.

La morelle noire est toxique et peut donc poser des problèmes par rapport à la qualité de la production. En céréales, en moyenne, cela représente 3 à 6h de travail par hectare par rapport à l'échardonnage et l'enlèvement des plantes indésirables.

Écimage

Les écimieuses, 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.



Écimeuse

Crédit : Chauvel P./Chambre d'Agriculture de Vendée

L'écimage est possible dès lors que 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.

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)

Désherbage thermique

Le désherbage thermique est une méthode de destruction des adventices par la chaleur.

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 va dépendre de la sensibilité des adventices, qui va dépendre de l'espèce, mais aussi du stade de croissance. Plus les adventices sont jeunes, plus elles y sont sensibles.

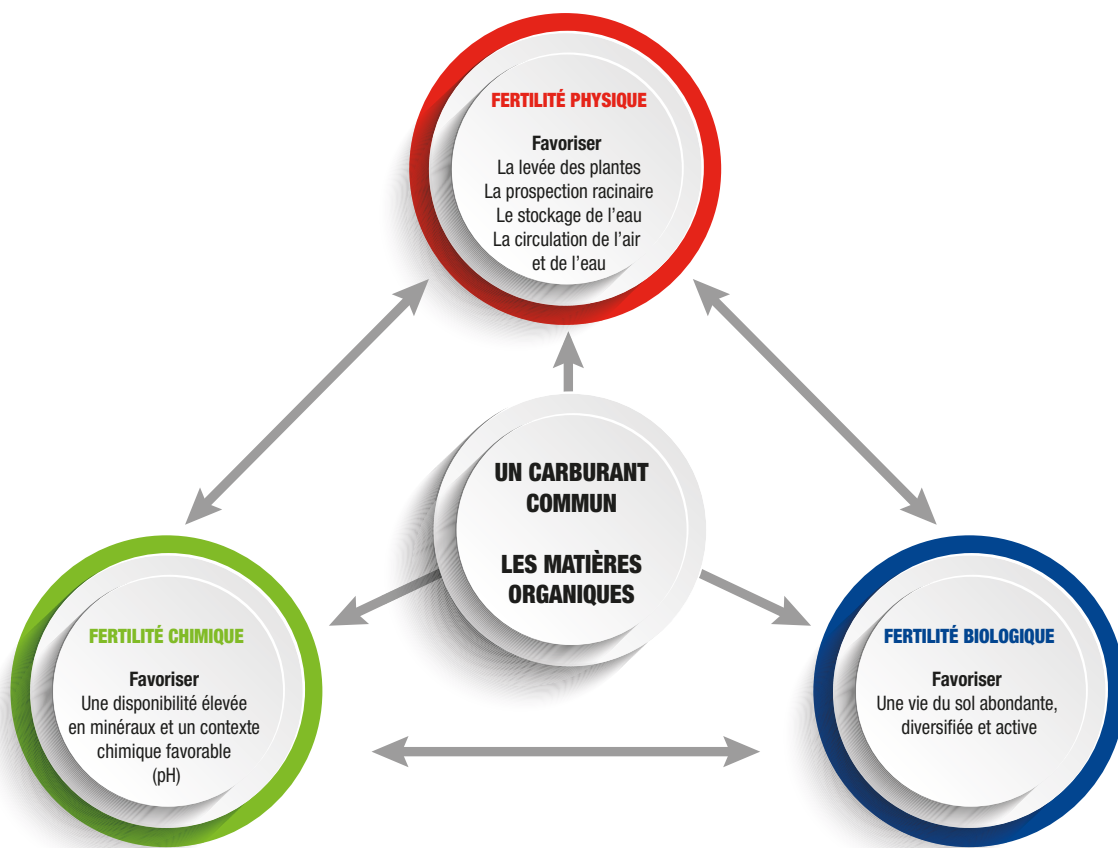
Les appareils qui sont utilisés en général, sont les appareils à flamme directe ou à infrarouge.

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 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

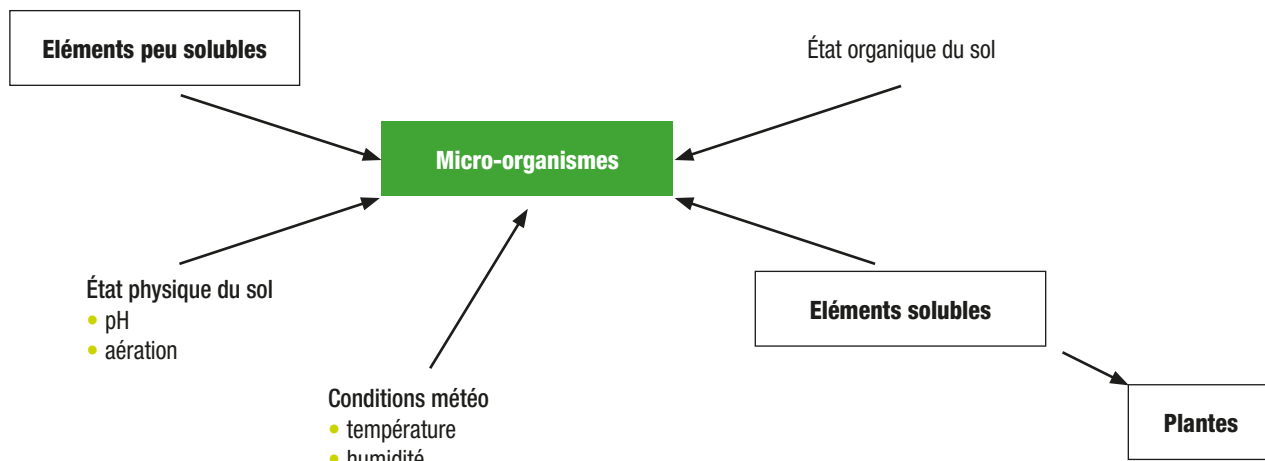
FERTILITÉ DU SOL



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

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

MINÉRALISATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

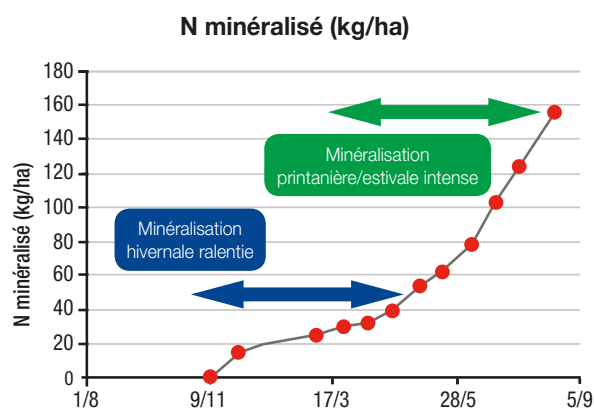


(Chambre d'Agriculture du Rhône-Alpes 2013)

Pour pouvoir être assimilables par les plantes, les éléments organiques apportés au sol doivent obligatoirement passer par une phase de minéralisation, réalisée par les micro-organismes.

La vitesse et le volume 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). Plus les amendements organiques du sol sont réguliers, plus le sol aura la capacité à les minéraliser rapidement⁽¹⁾.
- **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.
Selon la période de l'année où l'on réalisera les apports, ils seront donc plus ou moins efficaces car la vitesse de minéralisation sera différente. La figure ci-dessous montre pour l'azote, qu'elle est en effet beaucoup plus intense au printemps et en été. On la considère en effet négligeable en hiver.
- Le pH du sol (cf encart chaulage).



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

LES LEVIERS POUR FAVORISER L'ACTIVITÉ DU SOL

Le raisonnement du système de culture (rotation et itinéraire technique) est la base pour gérer la fertilité des sols. Il existe différents leviers mobilisables.

LA ROTATION

Implanter des cultures de légumineuses, qui par leur capacité à fixer l'azote de l'air (N_2) grâce à une symbiose avec des bactéries, prélèvent moins d'azote dans le sol pendant la culture qu'une non légumineuse et dont les résidus riches en azote alimentent le pool d'azote dans le sol pour les cultures suivantes.

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

(1) Cela va quand même dépendre du type de sol et du type d'amendement.



Racine pivotante
Crédit : Sanchez A./Chambre d'Agriculture de la Creuse

Qu'est-ce qu'une légumineuse ?

La particularité des légumineuses est la présence de nodosités sur leurs racines, qui résultent de la symbiose de la plante, avec une bactérie, le 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 en azote. Une forte disponibilité en azote dans le sol bloque la fixation de l'azote.

Alterner et associer les plantes à enracinement différent

Il existe trois types de systèmes racinaires : fasciculé, pivotant et 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.

(Chambre d'Agriculture du Rhône-Alpes 2013)

Les couverts d'interculture

La mise en place d'engrais verts permet d'apporter ou de remobiliser des éléments nutritifs (ex : azote avec 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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

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



Crédit : David G./APCA

Le travail du sol, le passage d'outil 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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

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.

LES SOURCES DE MATIÈRES ORGANIQUES

Résidus de culture

Limiter l'exportation des résidus de culture. En effet, enfouir les résidus de culture 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 lentes (lignification).

Les 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 fertilité à long terme du sol.

Exemples :

- composts de fumier de bovins, de cheval,
- 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.

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



Compost de fumier de Brebis
Crédit : J.B./Chambre d'Agriculture du Tarn

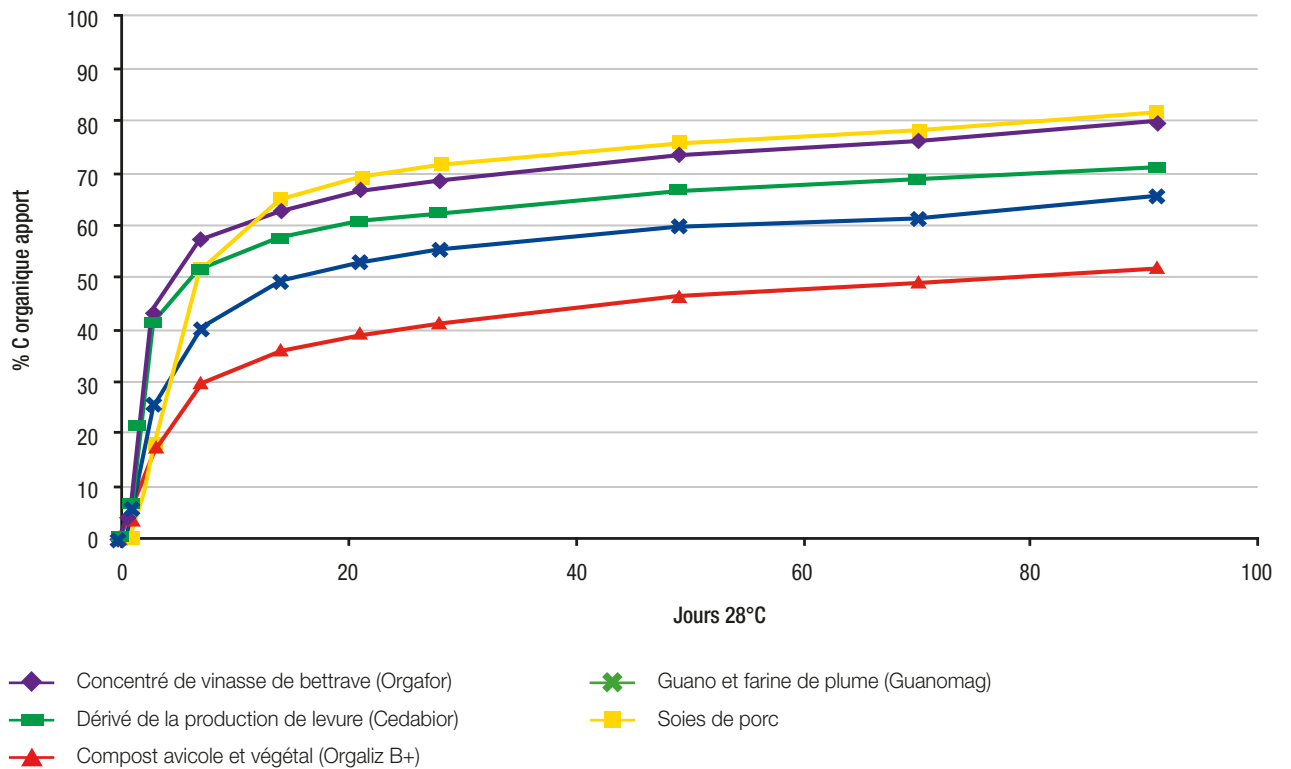
	NATURE DU PRODUIT	C TOTAL	N TOTAL	N MINÉRAL (% N TOTAL)
		(g/100 g PRODUIT SEC)		
ENGRAIS ORGANIQUES	Concentré de vinasse de betterave (Orgafor)	26,8	4,19	5
	Dérivé de la production de levure (Cedabior)	34,2	4,19	2,8
	Compost avicole et végétal (Orgaliz B+)	32,2	4,44	10,1
	Guano + farine de plume (Guanomag)	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 des ces différents fertilisants est donc être différente.

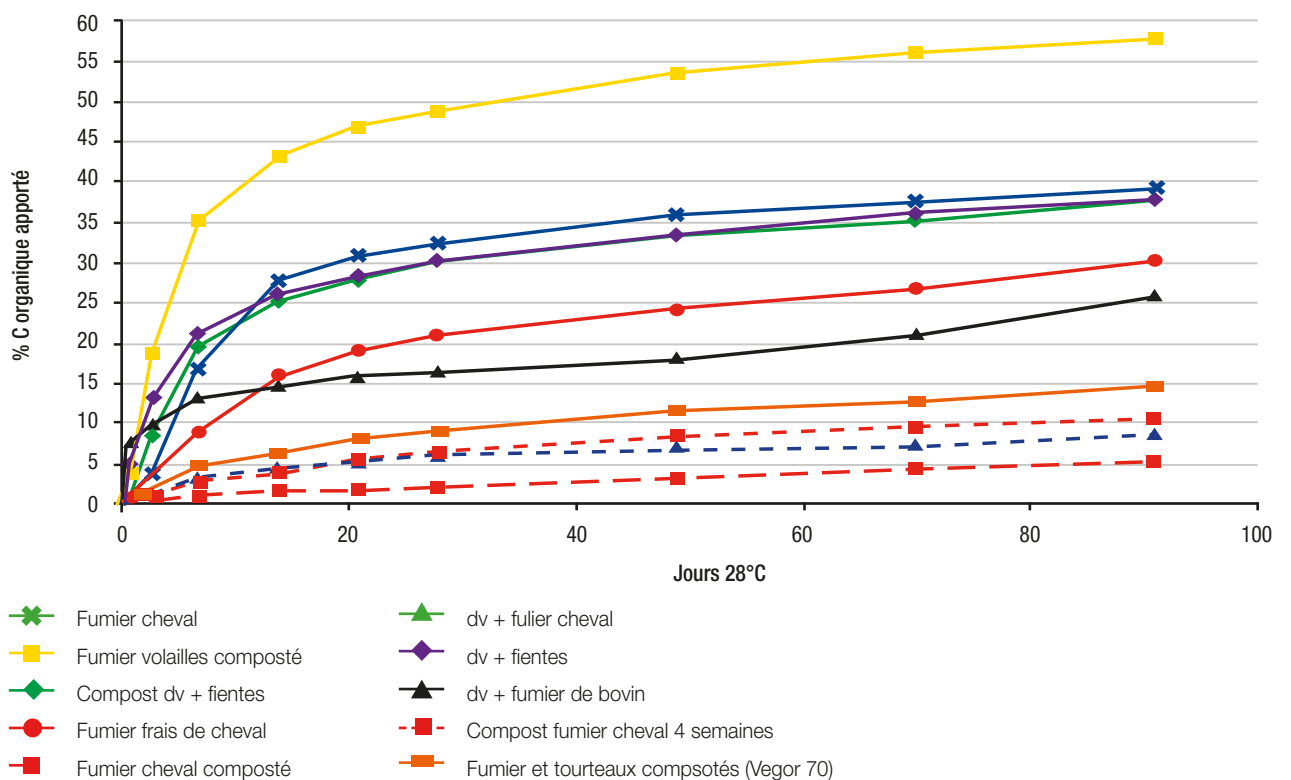
(ITAB, CIAB, et INRA 2007)



Carbone minéralisé (en % C organique du produit) pour les engrais organiques.



Carbone minéralisé (en % C organique du produit) pour les amendements organiques



(ITAB, CIAB, et INRA 2007)



LA GESTION DE L'AZOTE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

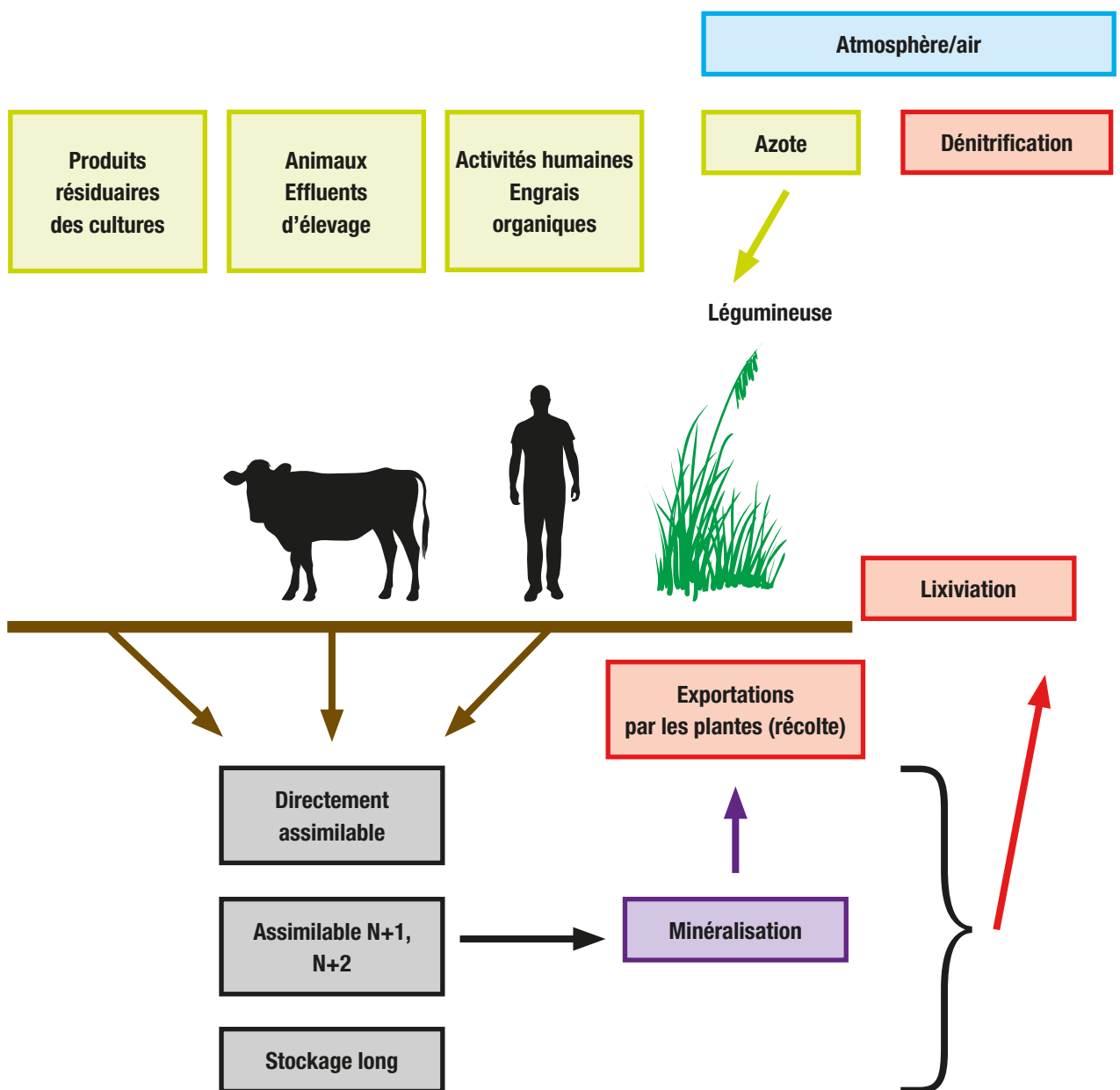
LE CYCLE DE L'AZOTE : SOURCES ET PERTES

Sources d'azote

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

Pertes d'azote minéral

- Pertes gazeuses : volatilisation et dénitrification
- Lixiviation⁽²⁾



(2) Lixiviation : percolation lente de l'eau à travers le sol permettant la dissolution des matières solides qui y sont contenues. Source : dictionnaire environnement.

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).

Le tableau suivant présente les besoins totaux en azote pour différentes cultures à des niveaux de rendements moyens en AB et leur période de besoins maximaux.

CULTURE	BESOINS TOTAUX EN AZOTE	PÉRIODE DE BESOINS MAX
Blé, triticale, à 40 q/ha	120 kgN/ha	Épi 1 cm floraison (mars à mai)
Orge H, escourgeon à 40 q/ha	100kgN/ha	
Orge P, Seigle, avoine à 40 q/ha	90kgN/ha	
Maïs à 60q/ha	130 kgN/ha	50 jours autour floraison (mi-juin/fin-juillet)
Tournesol à 20 q/ha	90 kgN/ha	6 feuilles fin floraison Prélèvement dans les couches profondes du sol (enracinement)
Colza à 20 q/ha	130kgN/ha	suivant absorption automnale

(Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne 2016)

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.

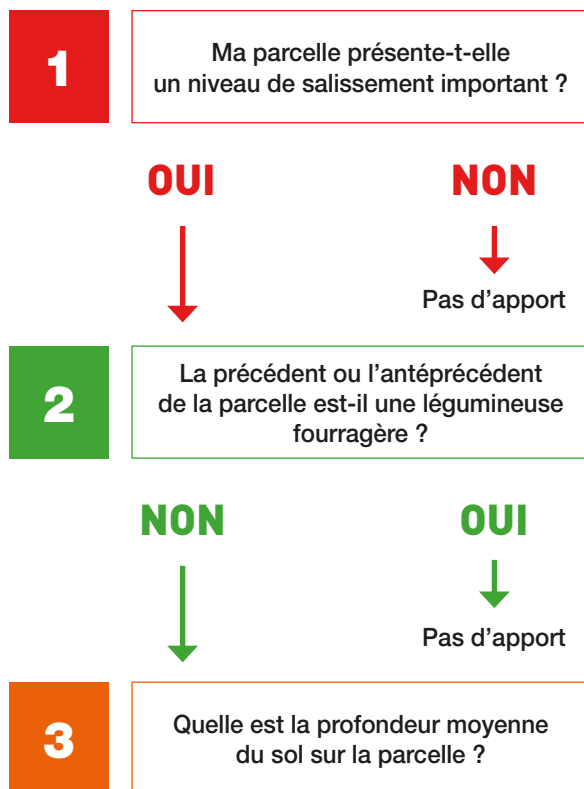
En agriculture biologique, les apports n'étant pas réalisés sous forme minérale, il faut tenir compte des facteurs qui peuvent limiter la minéralisation des engrais organiques (climat et type de sol, état de la structure du sol,...) et également des facteurs qui peuvent limiter les quantités d'azote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

NB : la Directive Nitrates et le cahier des charges de l'AB limitent la quantité d'azote organique que l'on peut épandre à 170 kg N/ha SAU.

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

- Prendre soin de son sol (entretien, passage des outils au bon moment, 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*	50 à 70 uN	60 à 100 uN	60 à 100 uN
Gain de rendement espérable	5 à 7 q/ha	6 à 10 q/ha	6 à 10 q/ha

* 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 et les plus accessibles. Elles sont plus efficaces et 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 également 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 de rendement significative et a de plus, une influence négative sur la capacité des légumineuses à fixer l'azote.

FORMES DE PHOSPHORE UTILISABLE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE	MODALITÉ D'UTILISATION	ORIGINE
Les formes organiques du phosphore	Forme de phosphore la plus efficace et la plus adaptée à l'agriculture biologique. Les formes organiques sont utilisables sur tous types de sol.	Il s'agit du phosphore contenu dans les effluents d'élevage ou les produits végétaux.
Les phosphates naturels	Très peu solubles. À réserver aux sols très acides (pH < 5) et privilégier des moutures fines. Déconseillé en sol neutre à basique.	Il s'agit du phosphate 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 semis 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)*. Déconseillé en sols acides.	Il s'agit du phosphate 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). Déconseillé en sols basiques ou à forte teneur en calcaire actif.	Il s'agit de phosphore contenu dans certains minerais de fer. Il est extrait du minéral à la chaux après avoir été oxydé. Cela donne des formes de phosphores solubles mais aussi 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 AGRICULTURE BIOLOGIQUE	MODALITÉ D'UTILISATION	ORIGINE
Les formes organiques de potasse potassium	Utilisables sur tous types de sols.	Il s'agit du potassium contenue dans les effluents d'élevage ou les produits végétaux.
Sels bruts contenant du potassium de type kainite (chlorure de potassium + sulfate de magnésium)	Utilisables sur tous types de sols.	Issus directement des 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 obtenu après 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 com-

portent 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

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

Les valeurs T1 et T2, vont dépendre du type de sol et de la région. Il faut donc se référer aux valeurs références de sa région.

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 ENTRETIEN	Apports < exportations
	La fertilisation des cultures les plus exigeantes est renforcée (x 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)

Pour aller plus loin : <http://www.comifer.asso.fr/images/publications/livres/tablesexportgrillescomifer2009.pdf>

LES BESOINS DES CULTURES EN PHOSPHORE ET POTASSIUM

Les exportations en Agriculture Biologique sont toujours plus faibles qu'en conventionnel du fait des rendements plus faibles.

NIVEAU D'EXIGENCE	P ₂ O ₅
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

Exigence des cultures d'après Comifer.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

NIVEAU D'EXIGENCE	K ₂ 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

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

NB : 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.



Idées reçues → les biostimulants

- **Activateurs de sol :**

amélioration de la structure du sol et/ou de sa capacité de rétention d'eau. Il peut s'agir de l'introduction de micro-organismes, d'une stimulation de ceux déjà présents, d'amendements minéraux ou de complexes rétenteurs d'eau.

- **Stimulateurs de la vitalité des plantes :**

amélioration de la vigueur générale des plantes ; Amélioration du rendement et/ou de la qualité.

- **Stimulateur des défenses naturelles (SDN) :**

entraîne de façon directe une résistance des plantes aux bioagresseurs (ex : intégration de silice dans la cuticule).

- **Éliciteur :**

déclenche un mécanisme physiologique.

Des essais ont été réalisés par les Chambres d'agriculteurs 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)



Le 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.

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)

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...

(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

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). Les différents rôles joués par le labour en font un outil fréquemment employé en agriculture biologique.

TRAVAIL DU SOL

LES PRINCIPES DE TRAVAIL DU SOL

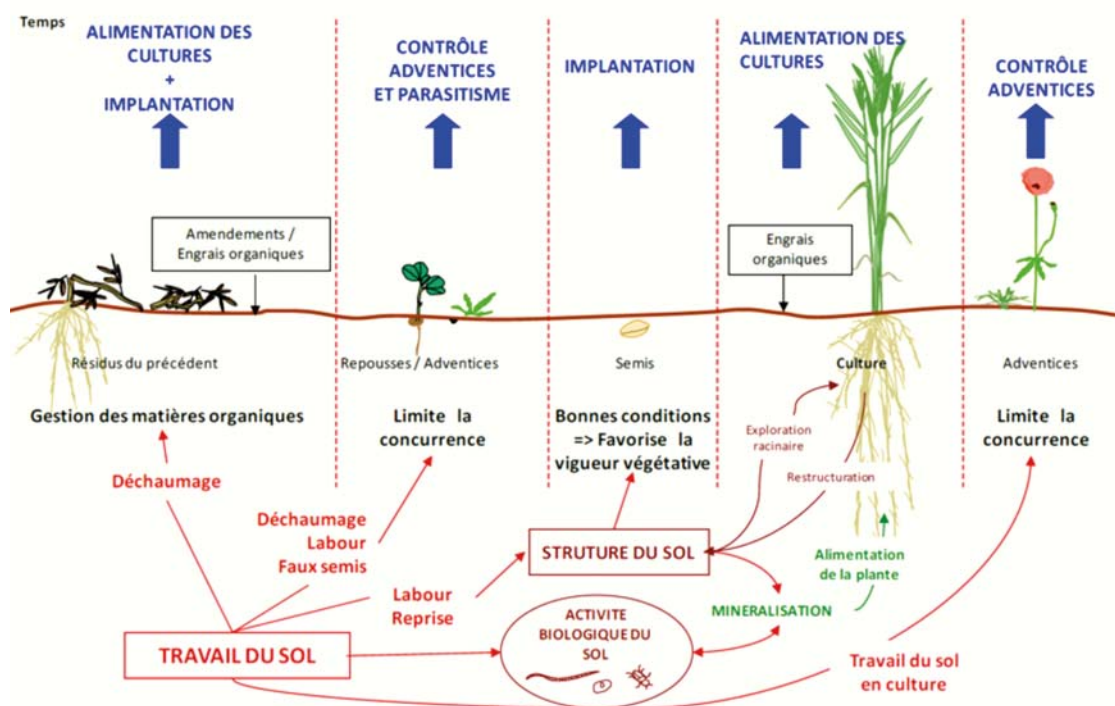
Gérer son sol, consiste à favoriser son activité biologique, mais c'est aussi maintenir une bonne porosité.

Entretenir son sol passe par la rotation, les engrais verts, les amendements.

Tout cela se fait grâce au travail du sol, qui doit respecter quelques principes fondamentaux en agriculture biologique :

- ameublir le sol sans le retourner, cependant, se passer du labour est délicat,
- éviter le labour profond,
- ne jamais enfouir de matière organique fraîches, ni au fond du labour,
- limiter le nombre de passages de matériel lourds,
- travailler quand la structure du sol le permet,
- le travail du sol participe au contrôle des adventices, voire des ravageurs et des maladies.

(Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne 2015)



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 de 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.
- **Peu profond** : il doit rester peu profond (max 20 à 25 cm). La vitesse doit être adaptée au type de sol.
- **Période de labour**
- **Conséquences d'un labour "mal fait" en sols fragiles**



 Sol hydromorphe à GLEY de zones humides
Crédit : Sanchez A./Chambre d'Agriculture de la Creuse

Exemple de situation à risque : 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. Le résultat est la formation d'un GLEY, c'est-à-dire d'une zone hydromorphe, qui va devenir une zone infranchissable pour les racines et donc une diminution de la zone explorée par les racines et une augmentation de la sensibilité au sec.

MATÉRIELS ET RÉGLAGES

Pour favoriser les labours dressés, il faut que sa profondeur corresponde à 2/3 à 3/4 de l'espace entre socs. Selon votre charrue, il faut donc respecter une profondeur minimum de labour : 14 Pouce > 24-25 cm de profondeur.

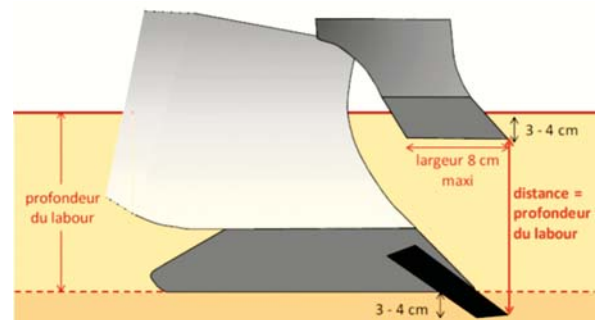
Les charrues de 16 et 18 Pouce sont à proscrire en agriculture biologique du fait de la limitation du labour en profondeur.

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 brassent trop de terre qui risque d'être envoyée en fond de raie,
- reculer la rasette me plus possible (sans que ça bourre) pour éviter de projeter les matières organiques dans le fond,
- plus ma vitesse d'avancement est élevée, plus il faut reculer la position de la rasette.



(Chambre d'Agriculture d'Île-de-France 2013)

La profondeur de labour

Le labour profond a un effet déterminant sur la teneur en carbone organique de la couche de sol concernée par l'analyse de terre. 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.

(Chambre d'Agriculture de Picardie et Agro-Transfert Ressources et Territoires 2007)

LABOUR OU NON-LABOUR ?

Le travail du sol, pour la plupart des agriculteurs, a pour rôle d'améliorer les qualités biologiques, structurales et chimiques des sols ou encore d'implanter et de réussir ses cultures. Depuis quelques années, la question se pose également d'économiser les coûts et le travail du sol, mais aussi de maîtriser son impact sur la fertilité du sol.

NON-LABOUR OU TECHNIQUES CULTURALES SIMPLIFIÉES

Quelles sont les pratiques du non-labour ?

• Le semis direct 2 à 5 cm

Cette technique correspond à 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 limiter au maximum les perturbations verticales du sol et d'augmenter au maximum 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.

• 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, il permet de laisser plus de résidus en surface pour limiter l'érosion,
- le travail superficiel à 10-15 cm, ameublissant davantage le sol et contribue à mieux incorporer les résidus.

La limite de 10 cm est assez arbitraire, mais 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, des 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, l'agriculteur réalise au moins un passage d'outils à dents à plus de 15 cm pour fissurer le sol.

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

- le pseudo-labour qui brasse et mélange la couche travaillée et qui est réalisé 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 qui est réalisé avec des décompacteurs à dents droites ou obliques.

(Chambre d'Agriculture de Midi-Pyrénées 2006)

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2014)

Quelques définitions...

Sous-solage : opération dont le but est de régénérer la structure des horizons de sol situés sous le fond de labour. Réalisé avec un outil à dents droites (sous-soleuse) cette opération 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 (cultivateur lourd) ou à disques (charrue à disque) 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, 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.

Par exemple, pour des faux-semis il est conseillé de ne pas réaliser de faux-semis trop profonds, supérieur à 7-8 cm, car cela risque de faire remonter des graines d'adventices qui n'auraient pas germé à cette profondeur.

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

Les déchaumeurs sont soit à dents soit à disques ou les deux. Le choix dépend des objectifs agronomiques ainsi que du type et la structure du sol.

Par exemple, pour des faux-semis il est conseillé de 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.

En cas d'adventices développées, le déchaumage profond est plus efficace

Le déchaumage profond se justifie quand il s'agit de détruire des adventices déjà développées. 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.

(Jean Pauget. Arvalis Institut du végétal 2015)

(Bonin, Gautellier Vizios, et Metais. Arvalis Institut du Végétal. 2016)

LE FAUX SEMIS

Un faux-semis est un travail superficiel du sol (moins de 5 cm de profondeur) qui a 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.

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.

CONSÉQUENCES DES DIFFÉRENTES PRATIQUES DE TRAVAIL DU SOL

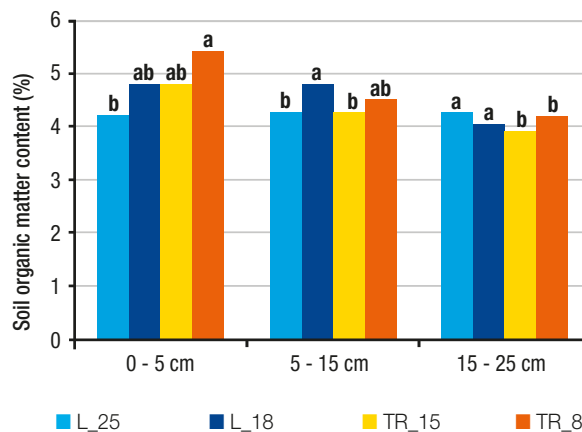
COMPOSANTE BIOLOGIQUE DES SOLS ET MATIÈRE ORGANIQUE

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.

Essai en agriculture biologique

Résultats après 10 années d'expérimentation



Pérès, 2014-Projet SUSTAIN (Snowman Network)

(Joséphine Peigné et Heddadj 2016)

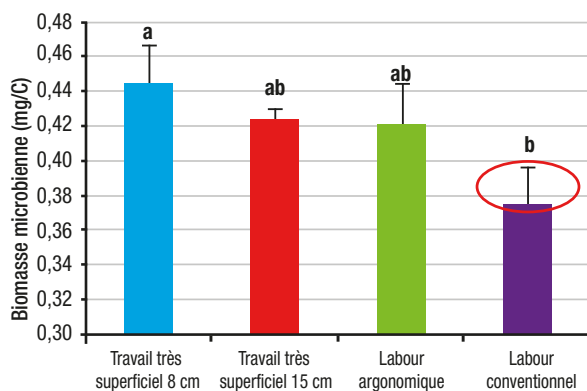
On observe sur le graphique une augmentation significative du stockage du carbone dans les premiers horizons du sol (0-5 cm) en ce qui concerne les pratiques de non-labour. En revanche, sur l'ensemble du profil, que ce soit en labour ou non-labour, le travail du sol ne semble pas avoir un impact significatif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

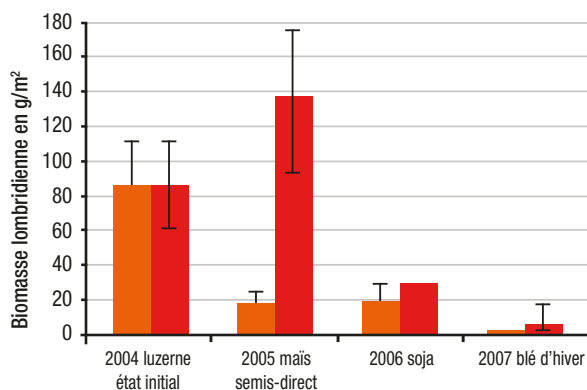
Résultats après 10 années d'expérimentation



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.



■ Labour traditionnel ■ Travail très superficiel

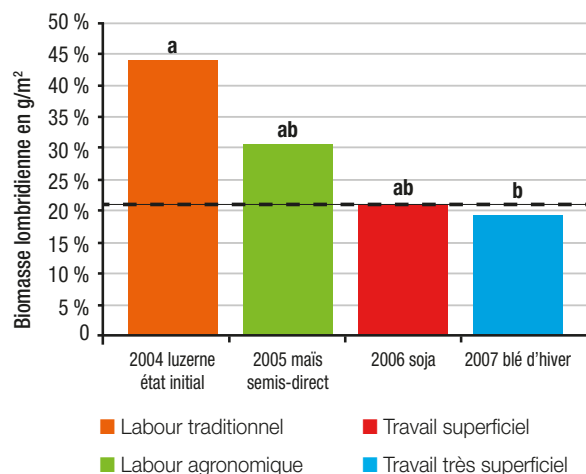
(J. Peigné et al. 2009)

Cependant, cette évolution de la population des lombriciens semble être plus corrélée à la rotation et au couvert végétal qu'à la pratique du 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.

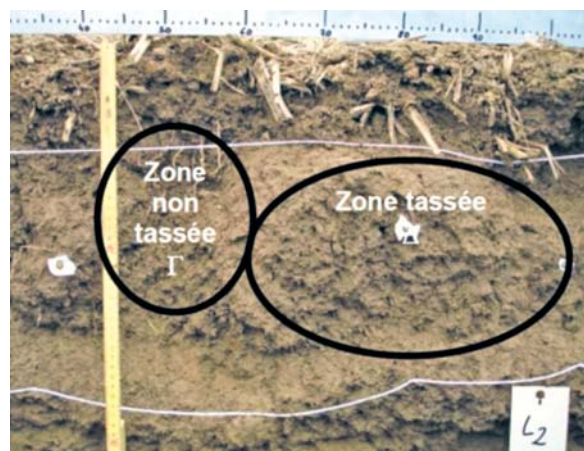
STRUCTURE PHYSIQUE DU SOL

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.



■ Labour traditionnel ■ Travail superficiel
■ Labour argonomique ■ Travail très superficiel

(J. Peigné et al. 2009)



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

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

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

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).

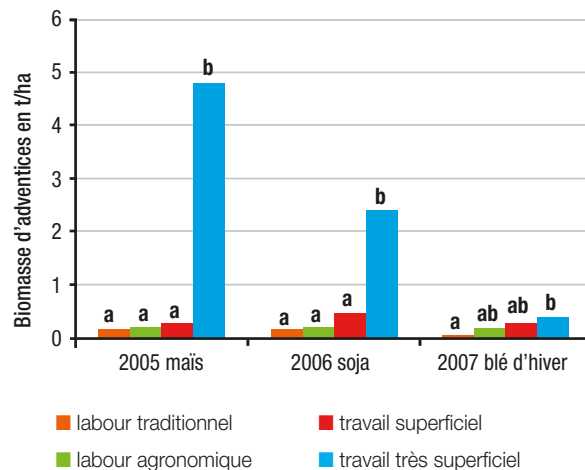
GESTION DES ADVENTICES

Les adventices sont l'un des soucis majeurs en agriculture biologique. Le labour, par l'enfouissement, est l'un des leviers majeurs de la gestion des adventices, notamment des vivaces. Se pose alors la question de la gestion des adventices en non-labour...

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

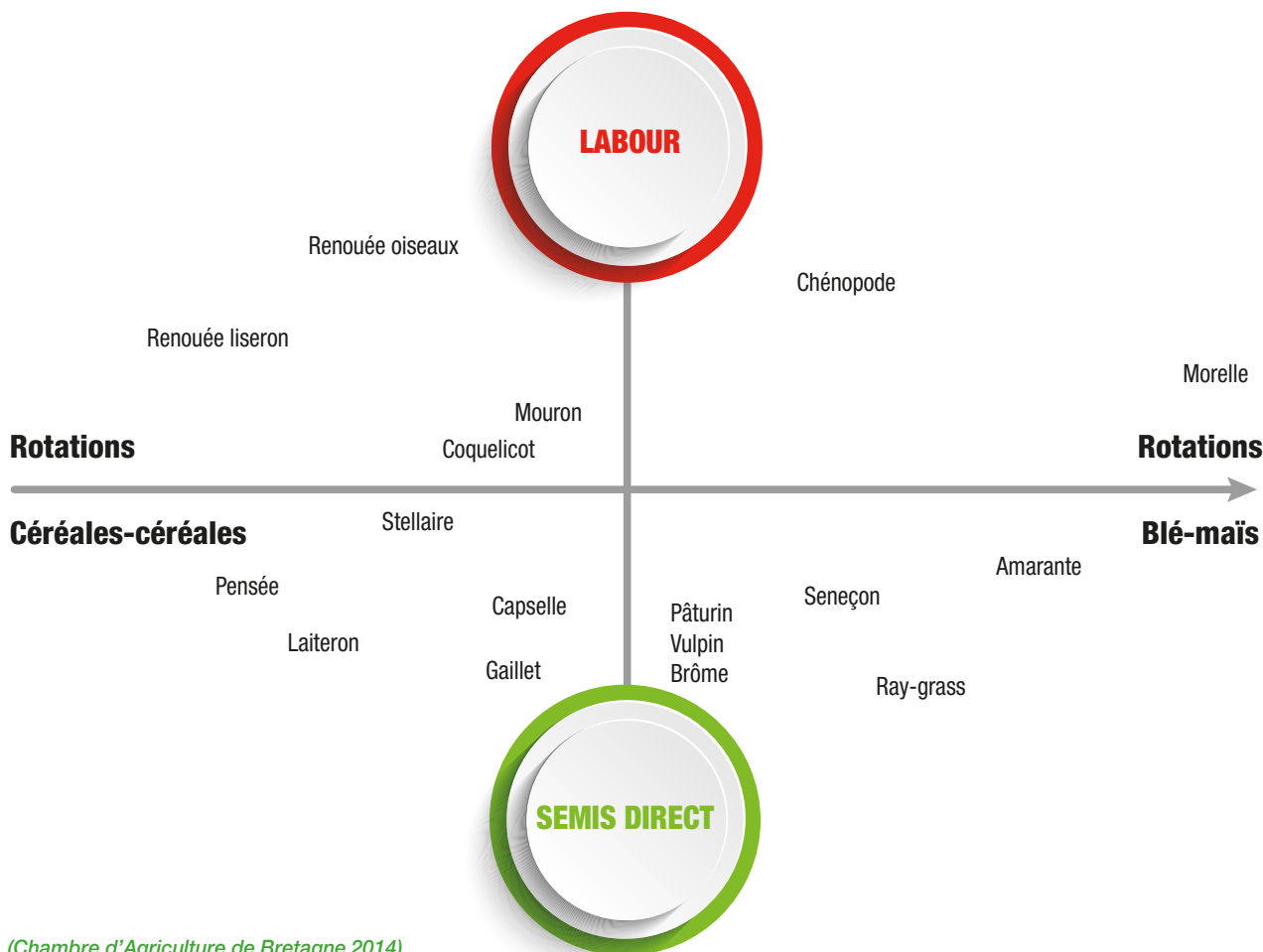
Cependant, tant qu'aucun accident (climatique, ravageurs...) n'intervient, l'abondance d'adventices est au même niveau avec ou sans-labour.

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



(J. Peigné et al. 2009)

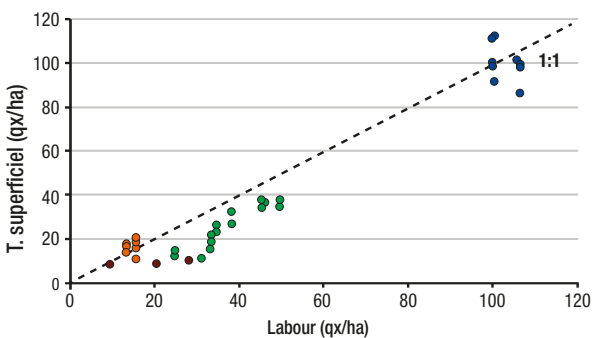
Le fait de ne plus labourer conduit à une évolution de la flore adventice. En passant du labour, au semis-direct, la flore sera composée de moins de dicotylédones et de plus de graminées.



(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2014)

RENDEMENT DES CULTURES

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



● Pois hiver ● Sarrasin ● Céréales ● Maïs
Cotinet, 2014 - Projet SUSTAIN (Snowman Network)

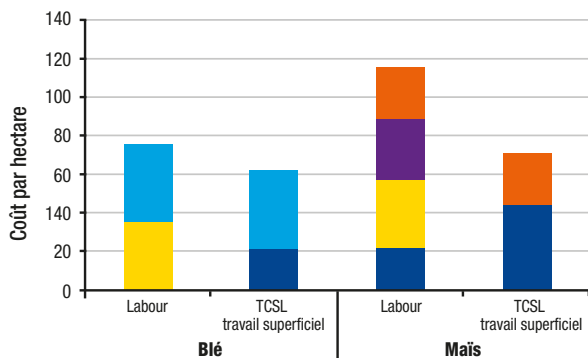
(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2014)

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)

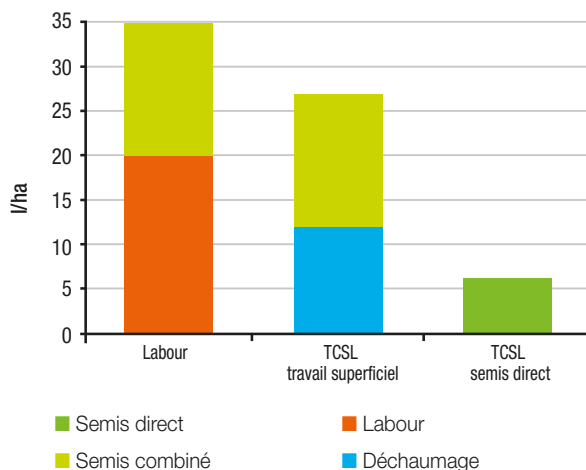


■ Semis ■ Labour ■ Prép. du sol semis
■ Prép. du sol ■ Déchaumage

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2014)

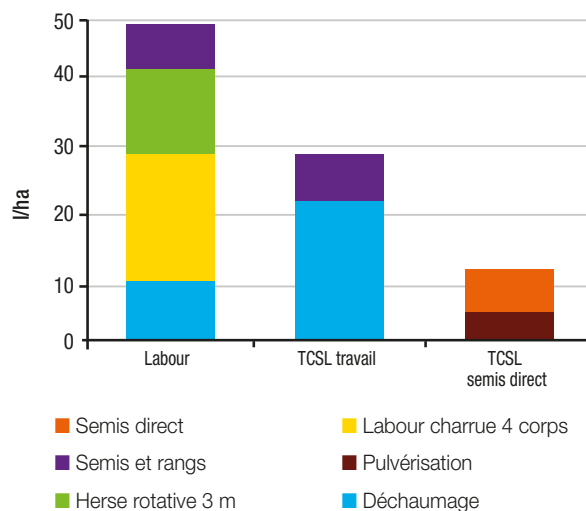
Des économies d'énergie

Consommation de carburant pour implanter un hectare de blé



■ Semis direct ■ Labour
■ Semis combiné ■ Déchaumage

Consommation de carburant pour implanter un hectare de maïs



■ Semis direct ■ Labour charrue 4 corps
■ Semis et rangs ■ Pulvérisation
■ Herse rotative 3 m ■ Déchaumage

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2014)

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.

Quelques recommandations pour réussir un passage au non-labour...

- Éviter les sols qui se ressuient 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. Les limaces prolifèrent à cause des résidus de culture et peuvent causer des dégâts importants à la levée.

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2014)

LES 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.

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.



Champs de Phacélie
Crédit : Hanquez B./Chambre d'Agriculture de Vendée

LES INTÉRÊTS DES COUVERTS VÉGÉTAUX

Comme vu précédemment, les effets d'une interculture vont dépendre de l'objectif visé (effet variable selon les couverts), cependant, les principaux intérêts à l'implantation d'une interculture sont :

- l'entretien et l'équilibre du stock de matière organique du sol,
- l'apport d'azote et d'autres minéraux,
- l'amélioration de la disponibilité du phosphore,
- l'entretenir de la fissuration du sol occasionnée par un décompactage ou par les effets du climat ainsi que de limiter l'érosion du sol,
- la limitation des pertes en azote pendant la période d'interculture,
- l'entretien de la biodiversité,

- la limitation du développement des adventices,
- la production de la biomasse (ex : pour l'alimentation en élevage, pour la production énergie).

(Guesquière et al. 2012)
(Labreuche Jérôme ARVALIS. Institut du Végétal 2009)

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)

LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES D'UN COUVERT D'INTERCULTURE

EN MÉLANGE OU EN MONOESPÈCES

Les mélanges d'espèces ne sont pas toujours indispensables, mais si mélange il y a, il vaut mieux privilégier les mélanges simples et peu coûteux (évitez les plantes exotiques).

Intérêts des mélanges :

- une meilleure assurance de couverture : limite les risques liés au climat et l'action des ravageurs et des adventices,
- une production de biomasse supérieure. La biomasse est d'autant plus importante que le mélange inclut des légumineuses,
- l'exploration de tout le potentiel nutritif du sol.

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.
- **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.

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)

EXEMPLES D'INTERCULTURE

TYPE	DOSE SEMIS PUR	TYPE INTERCULTURES
Avoine hiver ou printemps	80 à 100 kg/ha	Longue
Féveroles de printemps	50 à 60 gr/m ²	Longue
Gesse	40 à 50 kg/ha	Longue
Moutarde blanche	8 à 10 kg/ha	Longue
Phacélie	8 à 10 kg/ha	Longue
Pois de printemps	80 à 100 gr/m ²	Longue
Ray-grass d'Italie	15 à 20 kg/ha	Longue
Seigle	100 à 120 kg/ha	Longue
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)

LES CLEFS DE DÉCISION POUR GUIDER LA MISE EN PLACE DU COUVERT D'INTERCULTURE

(Guesquière et al. 2012) (Chambre d'Agriculture de Rhône-Alpes 2013)

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. Peut 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. Bon développement végétatif.	Implantation lente	Bon développement si semis de début d'été	Levée parfois difficile. Croissance rapide si bonne levée	Bon développement si implantation précoce
Pouvoir concurrentiel sur les adventices	Bon	Bon	Moyen	Bon	Moyen	Bon

IMPLANTATION

Technique de semis

Semis à la volée

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

Semoir en ligne classique

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

Semis direct

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

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

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

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

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.

(Chambre d'Agriculture de Rhône-Alpes 2013)

Comment ?

Labour

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

Broyage

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

Travail du sol/déchaumage

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

Gel

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

Roulage + gel

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

RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATIONS

ENGRAIS VERT AVANT MAÏS ESSAIS DE 2001 À 2005

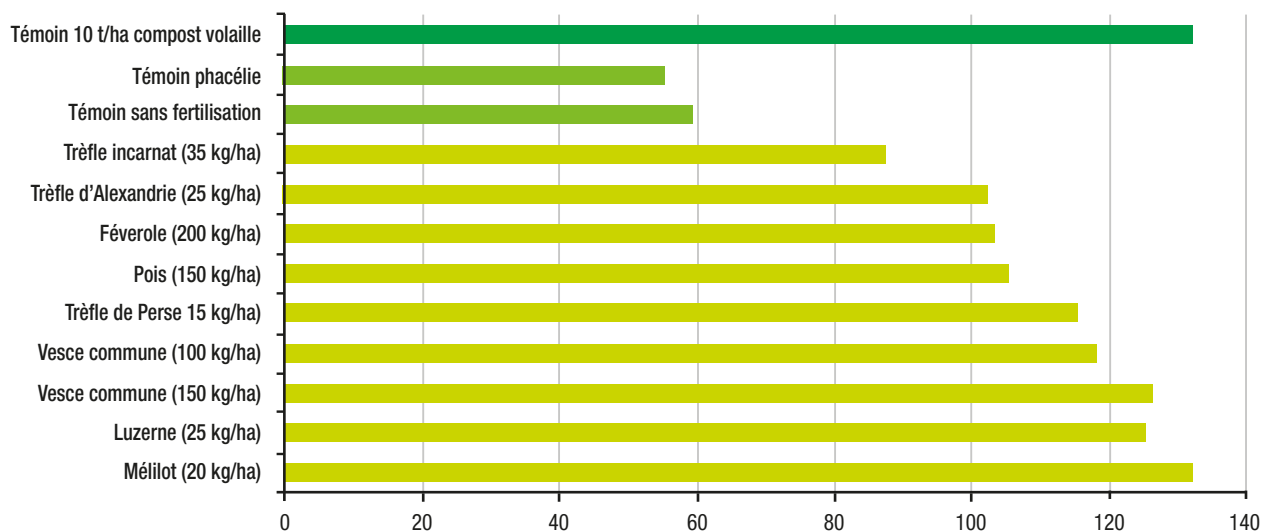
3 témoins :

- sol nu non fertilisé,
- sol nu fertilisé,
- CIPAN non fertilisé.

Périodes de semis retenues :

- Semis sous couvert de printemps
 - espèces à croissance lente,
 - système racinaire 2 à 4 fois plus dense.
- Semis de fin d'été
 - espèces à croissance rapide,
 - recommandé pour les parcelles sales.

Rendement du maïs



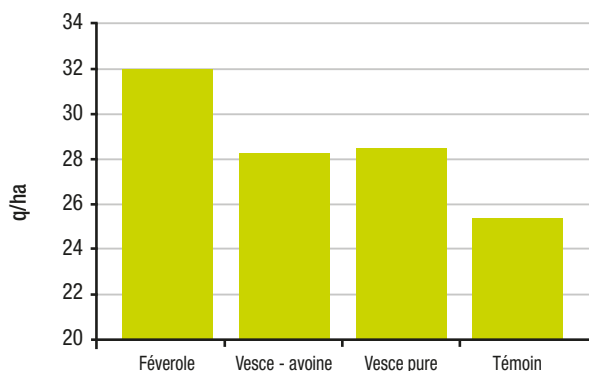
(Chambre d'Agriculture de Rhône-Alpes 2013)

ENGRAIS VERTS AVANT TOURNESOL

Engrais verts semés le 4 septembre 2013 avec les densités suivantes :

- Vesce pure : 45 kg/ha,
- Féverole pure : 150 kg/ha,
- Mélange vesce : 25 kg/ha + avoine 25 kg/ha.

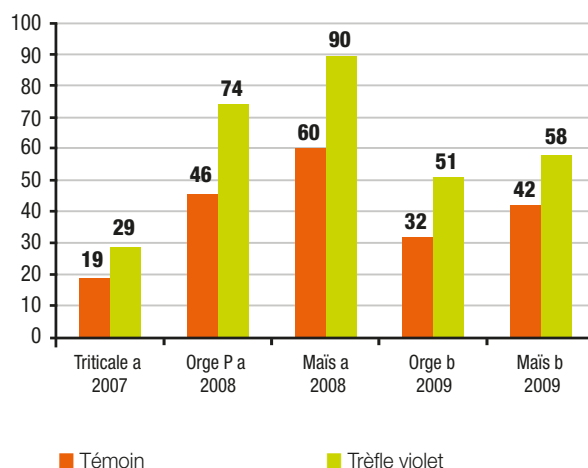
Rendement du tournesol



(Chambre d'Agriculture Rhône Alpes et Terres Inovia 2013)

RENDEMENTS DES CULTURES APRÈS TRÈFLE VIOLET

Rendement après trèfle violet semé sous couvert de la céréale précédente (essai Chambre d'Agriculture de Picardie 2007, 2008, 2009)

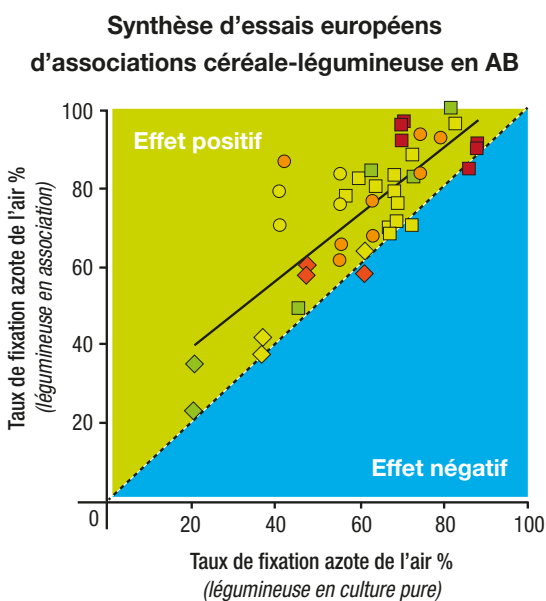


ASSOCIATIONS DE CULTURES

COMMENT FONCTIONNENT LES ASSOCIATIONS ?

Définition : Une association est une culture simultanée de deux espèces ou plus, sur la même surface, pendant une période significative de leur cycle de croissance (Willey, 1979).

FAVORISER LA COMPLÉMENTARITÉ EN ASSOCIATION : L'EXEMPLE DE L'AZOTE



Résultats similaires observés en parcelles d'agriculteurs.



Céréale seule
> légumineuse seule

- Précocité de croissance racinaire
- Capacité de prélèvement

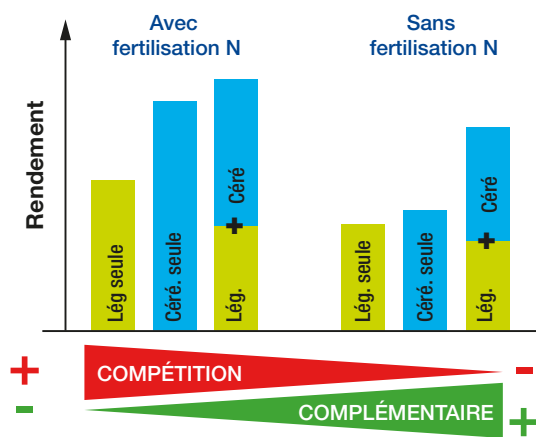
légumineuse seule

- Capacité à fixer avec l'azote de l'air

légumineuse + céréale

- Augmentation de la fixation d'azote de l'air pour la légumineuse
- Augmentation de l'azote du sol disponible pour la céréale

MAÎTRISER LA COMPÉTITION



(Bedoussac et al. 2015)

(Agro-Transfert ressources et Territoires)

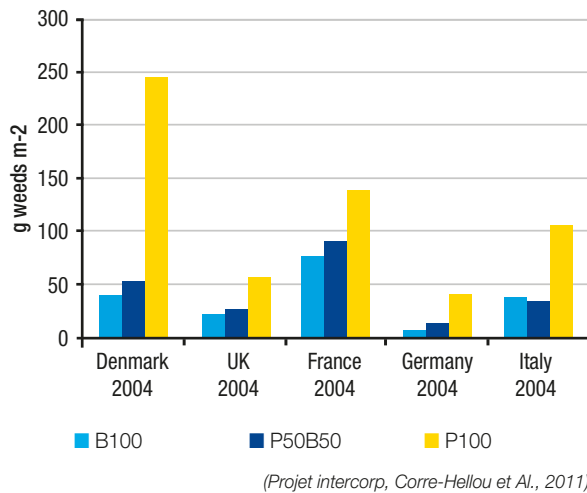
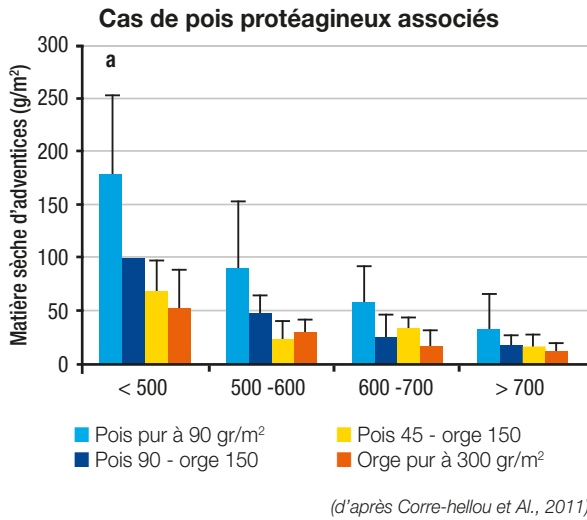
Différentes expérimentations ont confirmé que l'effet de l'association sur le rendement est d'autant plus positif que la disponibilité en N dans le sol faible.



INTÉRÊTS

MAÎTRISE DES ADVENTICES

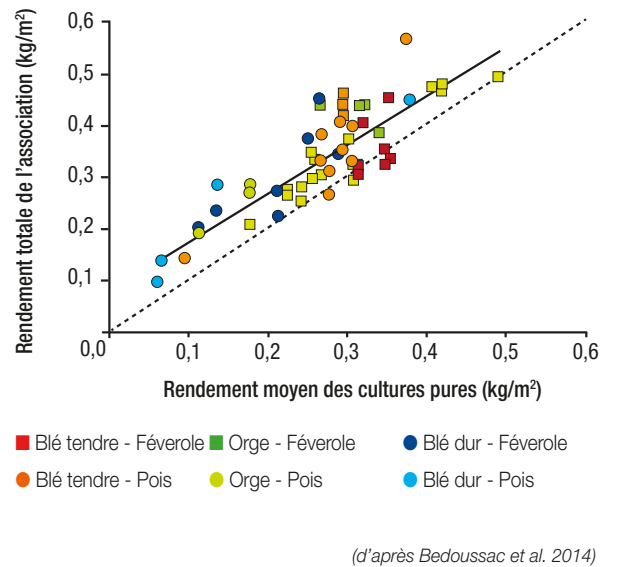
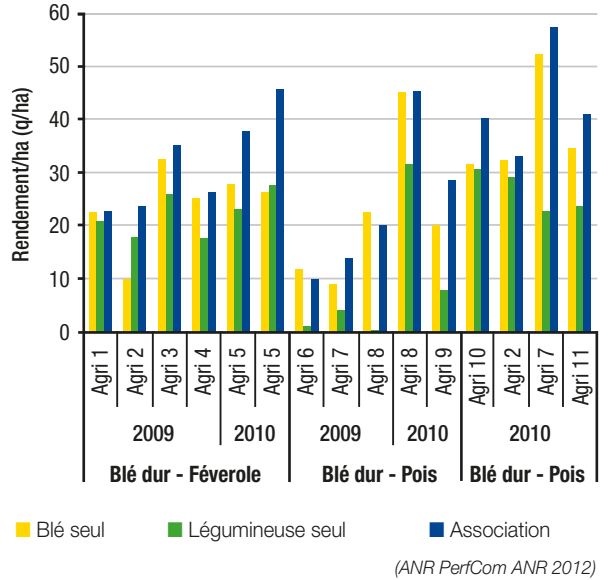
L'association permet une meilleure couverture du sol et donc une diminution de la pression des adventices.



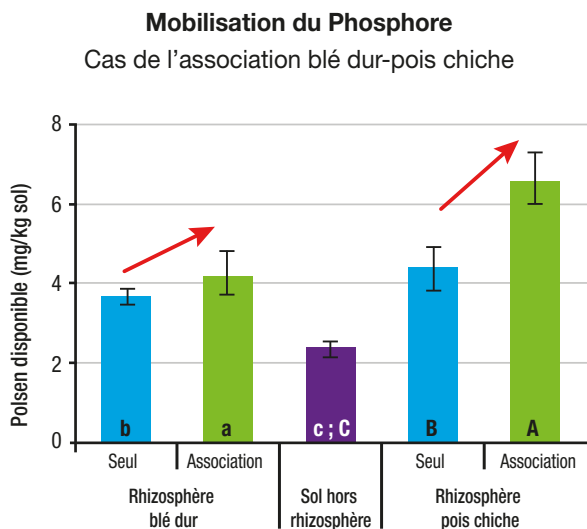
L'expérience montre ici que la biomasse d'adventices est beaucoup plus élevée en pois pur qu'en pois associé. Plus la biomasse de la culture est importante, plus la biomasse d'adventices diminue.

GAIN DE RENDEMENT

Les rendements des associations sont systématiquement supérieurs ou égaux aux rendements moyens des cultures "pures". Il y a donc une meilleure efficacité des mélanges plurispécifiques pour l'utilisation des ressources du milieu comme l'eau, la lumière et les nutriments.



Cultures associées : sarrasin, tournesol et soja, 4 mois après le semis. Crédit : Chambre d'Agriculture du Tarn/Ferrie Y.

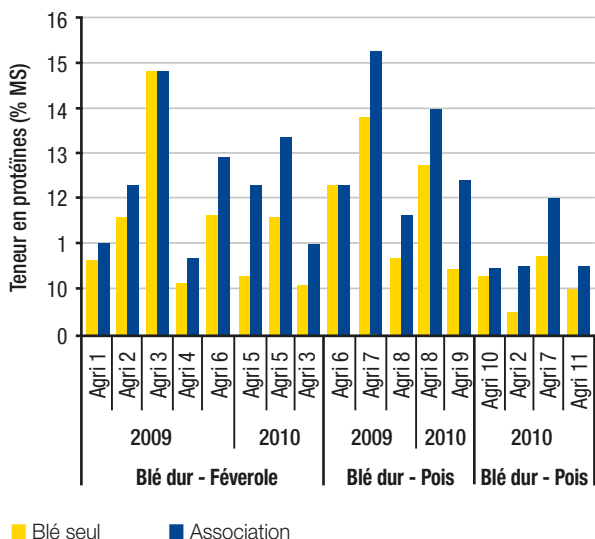


(d'après Betencourt et al. 2012)

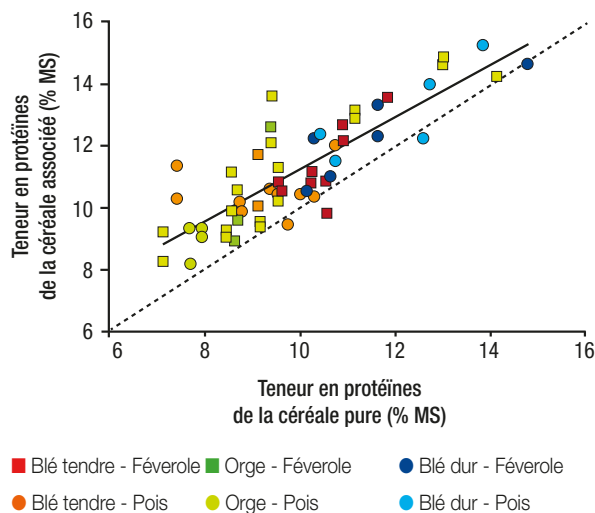
La performance des associations tend à diminuer avec la disponibilité en azote, ce qui confirme que les mélanges blé-légumineuses à graines sont plus adaptés aux systèmes à bas niveaux d'azote.

AUGMENTATION DES TAUX DE PROTÉINES DU BLÉ

Différentes associations ont été testées et ont montré qu'elles ont permis d'améliorer la teneur en protéines de la céréale, comparativement aux cultures pures ayant reçu le même niveau de fertilisation. Cette augmentation de la teneur en protéines du blé en association est d'autant plus forte que sa teneur en protéines en culture pure est faible. Ceci conforme l'intérêt des associations dans les systèmes à bas intrants azotés.



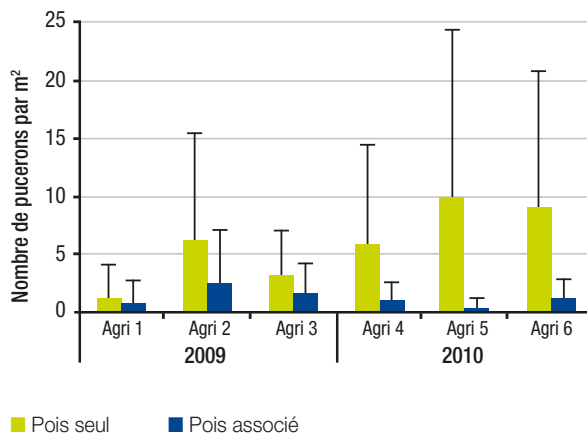
(PerfCom ANR 2012)



(Bedoussac et al. 2014)

MOINS DE MALADIES ET RAVAGEURS

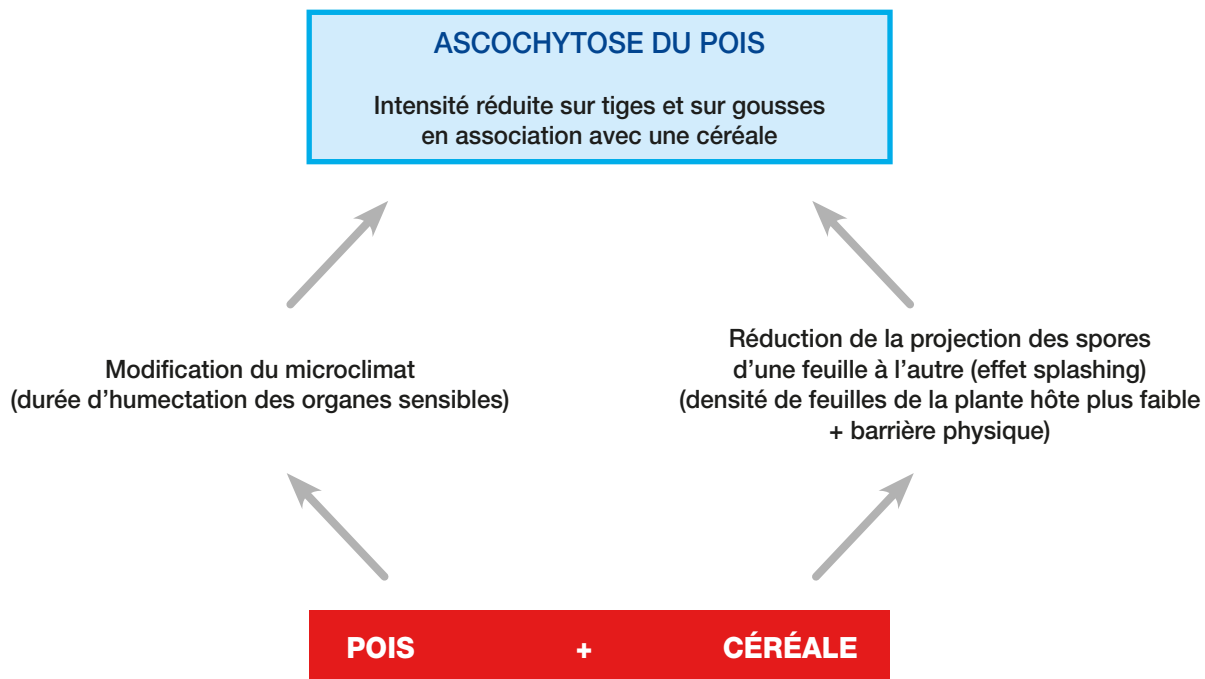
Les associations peuvent être à l'origine d'une diminution de la pression des ravageurs pour deux raisons. La première est que l'introduction de plusieurs espèces constitue une barrière mécanique. Il y a une modification de l'environnement au niveau de l'architecture, du microclimat, de la couleur ou encore du profil olfactif, qui rendent les plantes hôtes plus difficiles à trouver pour les insectes ravageurs. La seconde raison, c'est la diversité des habitats, qui est favorable aux insectes auxiliaires.



(PerfCom ANR 2012)

Cet intérêt des associations contre les ravageurs ne peut cependant se généraliser pour tous, du fait des particularités et des mécanismes propres à chaque ravageur. Les associations représentent également un intérêt dans la "lutte" contre les maladies, elles diminuent la densité des tissus sensibles de l'hôte, elles constituent une barrière à la dispersion des spores et crée une inhibition directe du pathogène associé.

Cas de l'Ascochytose du pois (anthracnose)



(Corre-Hellou 2014)

AUTRES AVANTAGES

- Un effet positif sur la structure du sol due à une amélioration de la masse racinaire importante et variée.
- Une limitation de la verse des pois.
- La meilleure stabilité face aux aléas.
- La réduction de la lixiviation des nitrates par rapport à une légumineuse pure.

CONTRAINTES

- Commercialisation difficile.
- Récolte souvent versée avec le pois. Il est en effet difficile de trouver les bonnes doses entre céréales et légumineuses car dans le cas où la légumineuse est trop présente, le risque de verse augmente.
- Rupture incomplète de la rotation.
- Il est parfois difficile d'associer techniques de semis et dates de récolte entre les espèces associées.
- Les interventions mécaniques pour le désherbage ou la récolte sont souvent plus difficiles à réaliser.

BILAN

	OUI	PAS TOUJOURS	NON
Plus de rendement ?	✓		
Une récolte de meilleure qualité ?	✓		
Moins d'adventices ?	✓		
Moins de ravageurs ?		!	
Moins de maladies ?		!	
Des cultures plus faciles à conduire ?		!	

(Boissinot, Lecat, et Salitot 2016)

ITINÉRAIRE TECHNIQUE DES ASSOCIATIONS DE CULTURE

CHOIX ESPÈCES/VARIÉTÉS

1°) 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 ?

2°) 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. Ex : 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 fourragers.

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"> • Lupin avec triticale • Féverole avec triticale/avoine/seigle • Pois protéagineux avec orge/blé précoce 	<ul style="list-style-type: none"> • Lupin avec orge/blé/avoine • Féverole avec triticale/blé/avoine • Pois protéagineux avec orge/blé 	<ul style="list-style-type: none"> • Privilégier le triticale à associer avec féverole/pois fourrager • Blé ou orge à associer avec pois protéagineux • Épeautre à associer avec féverole/pois fourrager 	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.

(Boissinot, Lecat, et Salitot 2016)

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne, 2016)

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"> • Précédents à privilégier : céréales à paille, maïs • Précédents à éviter : protéagineux, prairies temporaires, interculture de légumineuses 		<ul style="list-style-type: none"> • Positionnement assez souple dans la rotation 	<ul style="list-style-type: none"> • Si absence de fertilisation, privilégier les précédents protéagineux et anté-précédent légumineuse • Précédents à éviter : céréales à paille, maïs, tournesol

(Boissinot, Lecat, et Salitot 2016)

TRAVAIL DU SOL

Préparation du semis 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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

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.

(Chambre d'Agriculture du Limousin 2014)

NB : 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 (cf fiches cultures).

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 %	80 à 100 %

(Boissinot, Lecat, et Salitot 2016)

DÉSHERBAGE

- 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.
- 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.

NB : une impasse peut être envisagée sur les mélanges car la couverture du sol et la densité de matière végétale engendrent une forte concurrence pour les adventices.



Association triticale/pois fourrager
Crédit : Hanquez B./Chambre d'Agriculture de la Vendée

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 ont été réalisées sur l'association blé/pois, où il a été montré que l'augmentation de la fertilisation avait peu d'effet sur le rendement mais modifiait la proportion finale du mélange, avec moins de pois. Un apport tardif réduit l'impact négatif de la fertilisation sur le pois.

- Avoine
- Association triticales/pois fourrager
- Blé tendre d'hiver
- Blé tendre de printemps
- Chanvre
- Colza
- Féverole d'hiver et de printemps
- Grand épeautre
- Lupin
- Luzerne
- Maïs
- Orge de printemps
- Pois protéagineux d'hiver et de printemps
- Sarrasin
- Soja
- Tournesol
- Triticale



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. Il existe plusieurs types d'avoines, toutes caractérisées par des besoins différents : noire, blanche, hiver, printemps. Dotée de pouvoirs allélopathiques et d'un système racinaire puissant, cette céréale rustique ne possède que des marchés étroits.

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.

*(Groupe Technique AB 2012)
(Chambre d'Agriculture de Bourgogne
et Bio Bourgogne 2016)*

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. Placée en fin de rotation, elle permet d'accueillir un semis sous couvert de prairie. En culture de printemps, elle vient souvent après une culture dérobée ou un engrais vert.

*(Chambre d'Agriculture région Nord Pas de Calais 2013)
(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne
2016)*

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 (cf photo à droite).



 *Avoine Une de Mai*
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne



 *Blé Oxébo*
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne



SEMIS

Date de semis : du 1^{er} 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 grains/m², la moyenne est de 300-320 grains/m².

L'avoine est en effet une culture assez "dense", qui ne nécessite pas des densités de semis trop élevées.

Profondeur de semis : 2-3 cm.

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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

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

NB : 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.



Quelques exemples de variétés utilisées

- **Semis d'hiver :** Evora, Fervente, Gerald, Grafton (nue), Bastion, Dalguise, Une de Mai (noire), Péniart.
- **Semis de printemps :** Tattran (nue), Duffy, Albatros, Izak (nue), Jag de Bellouet, Lennon (nue), Ardente.



Association d'avoine "féverole de printemps"
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

CULTURE 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 ou à ensiler. Les doses de semis de l'avoine dans ces associations dépendront des objectifs recherchés (couverture de sol, production de volume...).

Souvent, l'avoine est 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 par exemple.



FERTILISATION

Besoins de la culture en NPK

- N : 2,2 uN/q
- P₂O₅ : 2,0 kg/q
- K₂O : 2,5kg/q

L'avoine a une réputation de plante peu exigeante, ce qui est 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 apportées à l'automne. En système polyculture, un engrais vert à base de légumineuses est généralement utilisé comme fertilisation pour les semis de printemps.

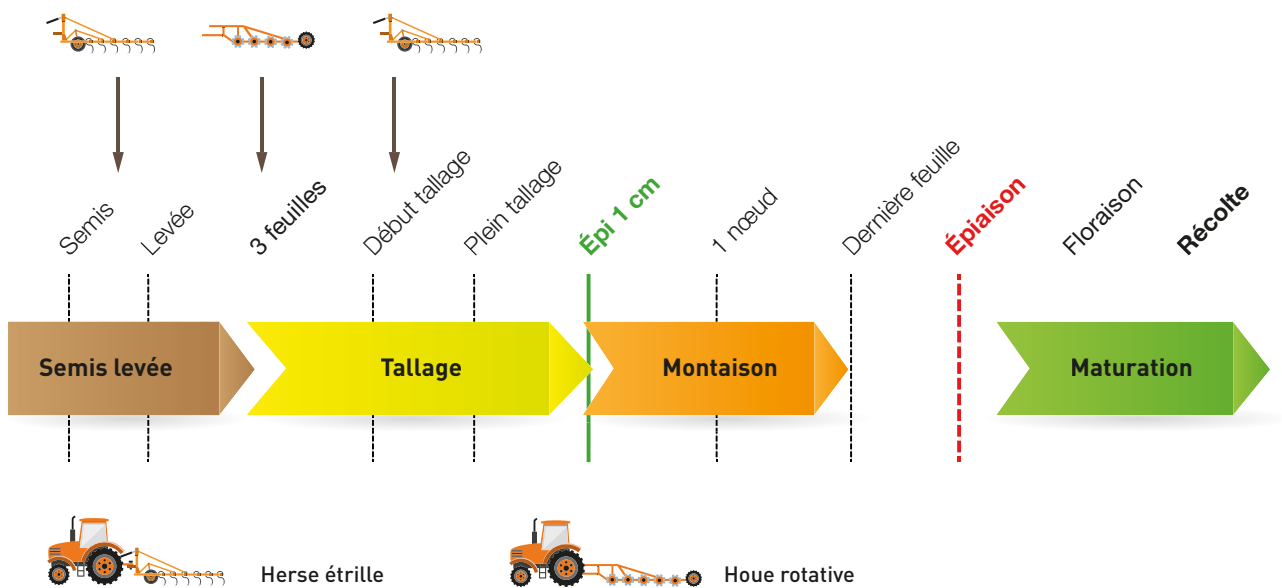
DÉSHERBAGE/MAÎTRISE DES ADVENTICES

Les interventions mécaniques les plus pratiquées sont 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 : herse étrille.

(Chambre d'Agriculture région Nord Pas de Calais 2013)





MALADIES ET RAVAGEURS

Les principales maladies rencontrées sont la rouille couronnée, l'oïdium, le charbon et la septoriose. L'avoine est par contre peu ou pas sensible aux maladies du pied comme le piétin verse. Il n'existe, à l'heure actuelle, peu ou pas de moyens de lutte. La résistance variétale est donc à privilégier.

(Chambre d'Agriculture région Nord Pas de Calais 2013)

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

AVOINE NOIRE	Alimentation animale (équins, etc)
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).



ATOUTS ET CONTRAINTES




ATOUTS

- Rusticité (adventices, climat, 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



CONTRAINTES

- 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

 Avoine evergreen
Crédit : Hanquez B./APCA

ASSOCIATION TRITICALE/ POIS FOURRAGER

À l'inverse des pois protéagineux, les pois fourragers sont monotiges et mesurent souvent plus de deux mètres de long. Ils nécessitent donc impérativement un tuteur pour leur culture. (ITAB 2003)

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.

ASSOCIATION TRITICALE POIS FOURRAGER



Crédit : Guibert E./Chambre d'Agriculture de la Vendée

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^{ème} 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).

(ITAB 2003)

PLACE DANS LA ROTATION

Profondeur de semis : 3 à 4 cm

Densité de semis :

- Triticale : 300 à 380 gr/m²
- Pois fourrager : 12 à 15 gr/m²

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

Date de semis : mi-octobre à mi-novembre

(Chambre d'Agriculture région Nord Pas-de-Calais 2013)

VARIÉTÉS

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

- de leur caractère précoce ou tardif,
- du type de sol,
- des résistances aux maladies,
- de la résistance à la verse des céréales,
- de leur capacité à couvrir le sol.

(ITAB 2003)

(1) On parle du nombre de graines.



Crédit : Chambre d'Agriculture de la Seine-et-Marne

Triticale : Orval, Vuka, Benetto, Kortégo, Rotégo, Kéréon, Tribéka, Jokari et Elixir.

Pois fourrager : Assas*, Picar*, Arkta*, Ascension (fleurs blanches).

Il est à noter que la variété Ascension se différencie beaucoup moins des pois protéagineux que les autres variétés de pois fourragers. C'est en effet une variété à fleurs blanche, avec moins de tanins et une meilleure tenue qu'une variété de pois fourrager classique.

* Les préférer dans les zones à hiver rigoureux.

Choisir des variétés de triticale résistantes à la verse, mais aussi rustiques.

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)



Pois fourrager vs pois protéagineux d'hiver !

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

Certains sont importants du point de vue de la conduite des cultures.

Les variétés actuelles de pois fourragers sont généralement à fleurs colorées (graines riches en tanins) et sont à la fois hautes, feuillues, réactives

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'impatte 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 uN).

(ITAB 2011)

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

DÉSHERBAGE

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.

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



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

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.

(ITAB 2011)

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 % MS peut poser des problèmes de conservation.

(ITAB 2011)

(Chambre d'Agriculture région Nord Pas-de-Calais 2013)

Pour toutes les associations de culture, 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.

ATOUTS ET CONTRAINTES

TRITICALE



ATOUTS

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



CONTRAINTES

- 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



ATOUTS

- 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 qui "passe" dans les situations les plus difficiles en hiver



CONTRAINTES

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

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)

BLÉ TENDRE D'HIVER

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



Blé tendre d'hiver
Crédit : Roman C./Chambre d'Agriculture de Gironde

Il est important de ne pas trop affiner le lit de semence pour éviter les croutes de battance ou 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.

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.

PRÉPARATION DU SOL

Le blé s'accommode assez bien de différentes structures et notamment d'un lit de semences assez grossier.

	FOURNITURE AZOTÉE	PROPRETÉ DE LA PARCELLE	RISQUE DE MALADIES DU PIED	RISQUE DE MALADIES DU FEUILLAGE
Tournesol, maïs, sorgho,	Peu favorable	Très favorable à la culture suivante	Indifférent	Très défavorable
Blé, triticale, orge	Peu favorable	Favorable à la culture suivante	Très défavorable	Très favorable à la culture suivante
Protéagineux (pois, féverole, soja) ou avoine	Favorable à la culture suivante	sur culture d'été notamment	Peu favorable	Peu favorable
Légumineuses fourragères (luzerne, trèfle violet) ou prairies riches en légumineuses	Favorable à la culture suivante	Très défavorable	Peu favorable	Peu favorable

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

(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

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.

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).

Densité de semis en période optimale de semis

TYPE DE SOL	OBJECTIF DE PEUPEMENT (PLANTES/M ²)	DENSITÉ DE SEMIS MINI ⁽²⁾ (GRAINS/M ²)	DENSITÉ DE SEMIS MAXI ⁽²⁾ (GRAINS/M ²)	QUANTITÉ DE SEMENCES ⁽³⁾ MINI (KG/HA)	QUANTITÉ DE SEMENCES MAXI (KG/HA)
Favorable : limon sain, arglo-calcaire profond	250	280	310	115	130
Séchant : gravier, arglo-calcaire superficiel, solognes...	300	330	370	140	155
Humide : limon humide, argile...	350	380	430	160	180

(1) en semis tardif, ces valeurs devront être augmentées de 15 %.

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

(3) pour un PMG moyen de 42 g.

(Arvalis Institut du Végétal et ITAB 2016)

VARIÉTÉS

- Précocité par rapport au type de sol et à la date de semis
- Résistance aux maladies (rouille jaune et brune, septoriose, oïdium, et fusariose épis)/rusticité
- Pouvoir couvrant/compétitivité vis-à-vis des adventices
- Objectif visé :
 - meunerie : PS, teneur en protéines et note de panification,
 - élevage : rendement et production de paille.
- 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, etc. 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.



Quelques exemples de variétés utilisées :

Zone Ouest

- **Variété améliorante** : Molinera, Wiwa, Togano, Pirénéo, Blasius
- **Variété compromis** : Aerobic, Ghayta, Energo
- **Variété productive** : Atlass, Rubisko, Flamenco, Arezzo, Acoustic

Zone Nord/Nord-est

- **Variété améliorante** : Wiwa, Molinera, Renan
- **Variété compromis** : Ubus, Lukullus, Energo
- **Variété productive** : Chevalier, Rubisko, Atlass, Oxebo

Zone centre/bassin parisien

- **Variété améliorante** : Molinera, Togano, Saturnus
- **Variété compromis** : Ubus, Energo, Ghayta
- **Variété productive** : Atlass, Rubisko, Oxebo

Zone Sud

- **Variété améliorante** : Molinera, Saturnus, Togano, Ataro, Pirénéo, Rebeld
- **Variété compromis** : Renan, Nogal, Adesso
- **Variété productive** : Rubisko, Atlass Arezzo, Solehio, Flamenko, Acoustic

<http://www.itab.asso.fr/downloads/fiches-ble/ft-ble-brochure-2016.pdf>

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

Attention cependant aux aspects règlementaires qui concernent la transmission de ces semences.

CULTURES EN ASSOCIATION

Il est tout à fait possible de réaliser 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, tandis que 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 du blé plus élevé, il faut privilégier une association avec de la féverole.

Cf. : Fiche "Principes techniques pour conduire une association céréales -protéagineux, pour une récolte en grains".

DÉSHERBAGE/MAÎTRISE 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...)
- 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 peu profonds peu recommandés (salissement, maladies, limaces)
- déchaumages successifs dès la récolte du précédent
- destruction du faux semis quelques jours avant le semis de la céréale (évitte développement du vulpin)
- retarder le semis⁽¹⁾

(Chambre d'Agriculture de Normandie)

⁽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.



Renan (à gauche) est plus couvrante à montaison qu'Atlass (à droite)
 Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

CURATIF : INTERVENTIONS MÉCANIQUES ET MANUELLES				
STADE DES CÉRÉALES	PRÉ LEVÉE	POINTANT- 1 FEUILLE	2-3 FEUILLES	TALLAGE ET +
Bineuse	Red		Orange	Green
Houe rotative	Green	Orange	Red	Green
Herse étrille	Green	Orange	Red	Green

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 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.

FERTILISATION

Les besoins de la plante en NPK

- N : 3
- P : 1,2
- K : 1,8

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 (voir référentiels GREN Île-de-France)

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

(Charlotte Glachant Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne 2016)

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)	De la sortie d'hiver à fin mars
Elevée 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)
Faible à très faible		Compost de fumier ou de déchets verts Bois raméal fragmenté Broyats de branchage	Automne (sur le couvert ou sur sol nu)

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)

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, 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.

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...

- 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...). Attention : certains collecteurs n'acceptent pas les mélanges de variétés en parcelle vérifier auprès de votre collecteur avant le semis !

Curatif

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



Rouille jaune
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

RÉCOLTE ET VALORISATION

Le taux d'humidité souhaitée à la récolte est de 15 %, et dans l'idéal le blé est récolté sans impuretés. Un séchage peut être effectué si le blé est trop humide et s'il est stocké à la ferme.

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

- P.S : 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)

(Agrobio Poitou-Charentes et Chambre d'Agriculture de Poitou-Charentes)

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

NB : ces exigences de qualité correspondent aux filières longues. Les filières courtes sont souvent moins exigeantes au niveau des critères de qualité du blé.

Rendements

<http://www.itab.asso.fr/downloads/fiches-ble/ft-ble-brochure-2016.pdf>

<http://www.franceagrimer.fr/content/download/43834/417782/file/ENQ-CER-repvarBT-A16.pdf>

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- 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 forte valeur ajoutée



CONTRAINTES

- 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

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.

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.

(Delanote, Vuylsteke, et Rapol 2006)

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

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.

SEMIS

Date de semis : du 1^{er} janvier au 25 février (sud-ouest), 1^{er} février au 15 mars (Bourgogne), mi-février à début mars (Bretagne).

Densité de semis : au moins 450 grains/m², viser 450 à 480 pieds levés pour contrôler les adventices, les passages de herse étrille post-levée n'étant pas réalisable 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 m².

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.



Blé tendre de printemps
Crédit : Roman C./Chambre d'Agriculture de Gironde

VARIÉTÉS

Critères de choix des variétés

- **Tolérance aux maladies⁽¹⁾** : 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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

Variétés par région

<http://www.itab.asso.fr/downloads/fiches-ble/ft-ble-brochure-2016.pdf>

(1) Associer avec la précocité.

FERTILISATION

Le blé tendre de printemps valorise bien les engrais verts à base de légumineuse (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.

DÉSHERBAGE/MAÎTRISE DES ADVENTICES

L'avantage des céréales de printemps est de couper dans la rotation 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.

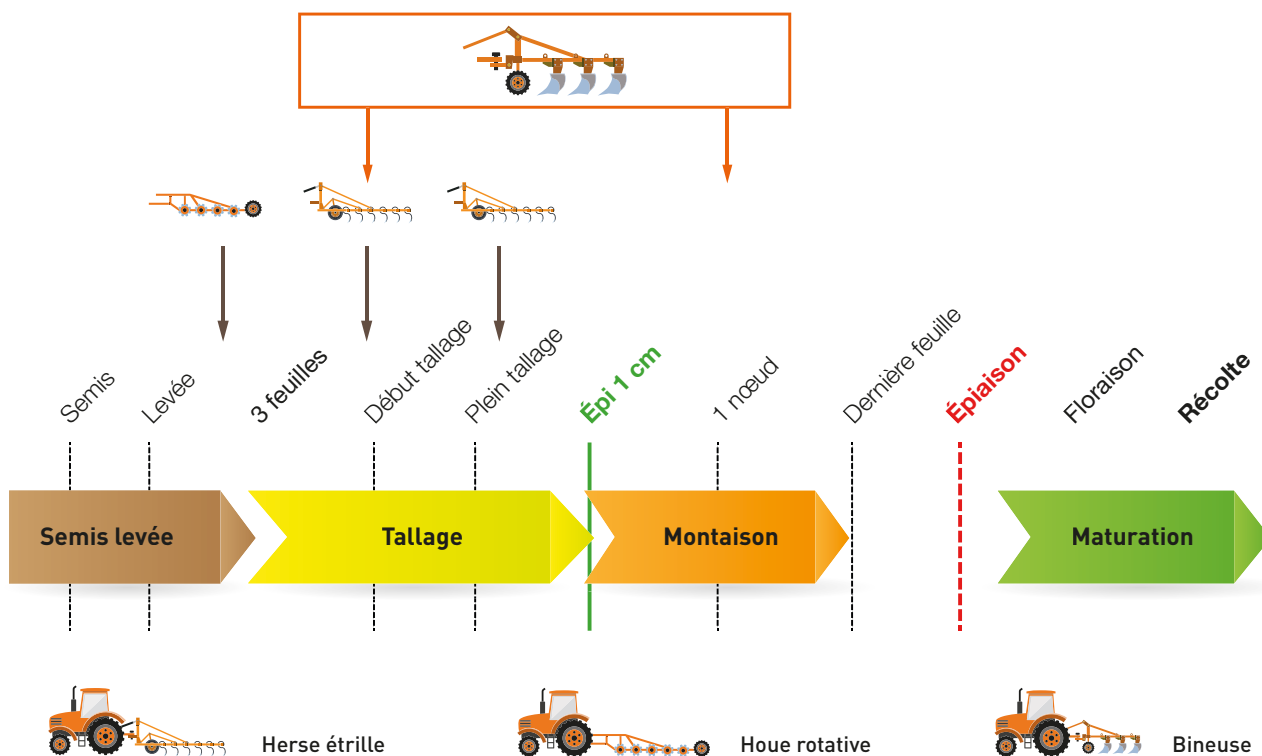
Méthodes préventives

- **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^{er} passage au stade deux 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).



MALADIES ET RAVAGEURS

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 : la période peut s'étendre de 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 ont une variabilité plus grande.

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

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- 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



CONTRAINTES

- 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

CHANVRE

Cette culture peut être cultivée à la fois pour sa graine (chènevis) ou pour sa fibre, destinée à l'industrie. À éviter sur les sols trop acides. Sa racine pivotante profonde du chanvre lui procure une certaine tolérance au sec.

CHANVRE

PRÉPARATION DU SOL

Il faut privilégier les sols bien aérés. Le chanvre, notamment à l'implantation, souffre de situations hydromorphes. Un labour agronomique (20 cm), puis une reprise permettant un lit de semence assez fin semble la stratégie la plus couramment utilisée.

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.

NB : en sol très bien pourvu, cette culture peut atteindre 3 m de haut.



 Chanvre
Crédit : Rousseau S.
Chambre d'Agriculture des Pyrénées-Atlantiques

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/m².

(Terres Inovia 2017)

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 faut mieux 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.

(Terres Inovia 2017)

VARIÉTÉS	TYPE	PRÉCOCITÉ (FLORAISON ET RÉCOLTE)	DATE DE PLEINE FLORAISON	% THC	PMG(G)	RENDEMENT PAILLE (T/HA)*	TENEUR EN FIBRE (%)*	RENDEMENTS GRAINS (Q/HA)*
USO 31	Monoïque	Très précoce	20 juillet	0,005	17,16	+	36,4	++
FERIMON	Monoïque	Précoce	31 juillet	0,05	15,72	++	32,1	+++
FEDORA 17	Monoïque	Précoce	1 ^{er} août	0,03	18,68	++	29,4	+++
FELINA 32	Monoïque	Moyenne	4 août	0,06	15,99	++	31	+++
SANTHICA 27	Monoïque	Moyenne	6 août	< 0,001	16,55	++	36,8	++
EPSILON 68	Monoïque	Tardive	9 août	0,04	19,6	++	30,6	+++
SANTHICA 70	Monoïque	Tardive	11 août	< 0,001	16	+++	36,8	++
FUTURA 75	Monoïque	Tardive	15 août	0,06	17,06	+++	31,2	++
FIBROR 79**	Monoïque (variété à tige jaune)	Tardive	+5j/FUTURA 75***	0,049	-	++	39,02	-

* Valeurs issues des essais agronomiques réalisés par l'Institut techniques du chanvre (ITC) entre 2007 et 2009.

(Terres Inovia 2017)

** Données obtenues dans le cadre de l'expérimentation du CTPS. Source CTPS/GAVES.

*** Données issues du réseau d'expérimentation de la FNPC.

FERTILISATION

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

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

DÉSHÉBAGE/MAÎTRISE 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, faible en début de végétation, devient 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.

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne 2016)

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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

RÉCOLTE ET VALORISATION

La récolte se déroule 4 à 6 semaines après la date de pleine floraison, c'est-à-dire courant septembre. La période de récolte est cependant très étalée ; elle 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.

(Terres Inovia 2017)

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

(Chambre d'Agriculture de Champagne-Ardenne, région Champagne-Ardenne, et le club i3A)

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- 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



CONTRAINTES

- 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

COLZA

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, d'un fond de vallée ou à proximité d'un bois.

PRÉPARATION DU SOL

Dans la mesure du possible, il est important d'exporter les pailles de la céréale précédente ce qui permet d'éviter les attaques de limace et les problèmes de faim d'azote.

Le labour n'est pas indispensable, mais il est fortement conseillé 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 compte tenu 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 et rechercher un lit de semences fin pour une levée homogène.

PLACE DANS LA ROTATION

En agriculture biologique, le colza ne peut 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.



 Colza
Crédit : Grand V.
Chambre d'Agriculture de Meurthe-et-Moselle

SITUATION	PRÉCÉDENTS
Exploitation céréalière	Suite 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.

SEMIS

Les graines sont semées à une profondeur de 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.

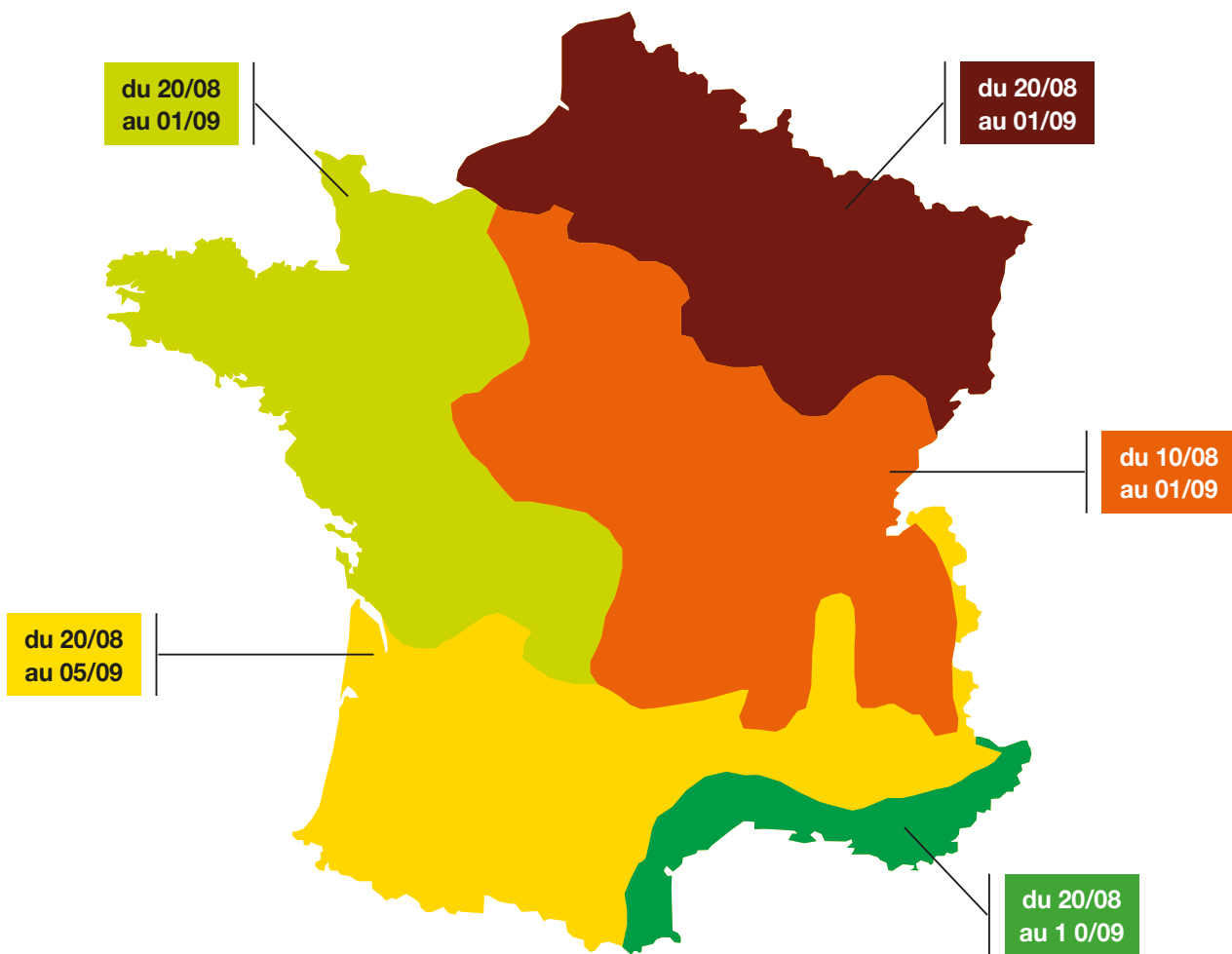
L'objectif est d'obtenir à l'entrée de l'hiver des colzas bien développés pour qu'ils puissent concurrencer les mauvaises herbes et résister aux insectes.

(Terres Inovia 2017)



COLZA

Période de semis conseillées selon les régions



(d'après Terres Inovia 2017)

Recommandations pour les semis (d'après FIBL, corrigé contexte Français)

CONDITIONS	SEMOIR MONO GRAINE	SEMOIR À CÉRÉALES
Semis précoces, bon lit de semences, peu de limaces	50 à 65* grains/m ² 2 à 3,2 kg/ha**	70 à 85* grains/m ² 2,8 à 4.2 kg/ha**
Semis normal, lit de semence moyen	55 à 70* grains/m ² 2,2 à 3,5 kg/ha**	85 à 100* grains/m ² 3,4 à 5 kg/ha**
Semis tardif, lit de semence défavorable	65 à 100* grains/m ² 2,6 à 5 kg/ha**	100 à 120 grains/m ² 4 à 6 kg/ha**

* 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.

(Chambre d'Agriculture de Franche-Comté et Groupe Technique AB Franche-Comté 2012)

VARIÉTÉS

Critères de choix des variétés :

- la résistance aux maladies,
- 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 rapidité de la levée et la vigueur au départ, pour concurrencer les adventices et mieux supporter les attaques de ravageurs,
- la durée de l'intervalle boutons-accolés-floraison, elle doit être la plus courte possible pour limiter la durée de sensibilité aux méligèthes.

FERTILISATION

Le colza est une culture exigeante en azote (6,5 kg/q produit) et en phosphore (1,5 unité/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. Des apports doivent donc être réalisés avant le semis et enfouis pour être valorisés.

Si aucun apport n'a pu être réalisé au semis, une fertilisation de printemps est conseillée pour lever une éventuelle carence (tests).

VARIÉTÉS	TYPE	PRÉCOCITÉ À MATURITÉ	BIOMASSE (KG/M ²)	COUVERTURE DU SOL
Adriana	lignée	mi-précoce	2,12	+++
Ovation	lignée	tardive	2,12	++
Bellevue	lignée	mi-tardive	2,08	+++
Robust	lignée	mi-tardive	2,00	+++
Canti CS	lignée	tardive	1,96	++
Beluga	lignée	mi-précoce	1,95	+++
Loreley	lignée	mi-tardive	1,89	++
Pollen(*)	lignée	mi-tardive	1,83	++
Empire	Hybride restauré	mi-précoce	1,75	+++
Kalif	lignée	mi-tardive	1,67	+++
Grizzly	lignée	tardive	1,66	++
Cosi CS	lignée	mi-tardive	1,36	+

(Pôle agronomie productions végétales des Chambre d'Agriculture de Bretagne 2008)

DÉSHERBAGE/MAÎTRISE 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, d'avancer la date de semis d'environ deux semaines, pour être en avance sur les adventices tout en semant avec un écartement faible pour limiter leur accès aux ressources.

Il faut pour cela une densité minimum de 30 à 40 pieds au m², ainsi qu'un sol riche en azote accessible au moment de la levée.

Le désherbage mécanique vient en complément.

(ITAB 2007)
(Terres Inovia 2017)

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)	■	■

* 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.

■ Passage adapté au stade du colza

■ Passage déconseillé

■ Passage à proscrire

MALADIES ET RAVAGEURS

Limaces

- Dégâts par temps humide.
- Après le stade 3 feuilles du colza, les risques sont réduits.

Il faut :

- supprimer les résidus de culture,
- doubler la densité de semis en bordure de champs.

Altises

Le semis précoce est efficace pour lutter contre l'altise d'hiver.

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 (6 à 10 %) et tardives dans la mêmes parcelle.

Maladies

Afin de limiter les risques de Phoma, Sclérotinia et Thermie des crucifères, veiller à :

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

Pour que la culture soit capable de résister aux ravageurs défoliateurs (grosses altises, limaces, etc) :

- décaler la période de sensibilité du colza et la période d'activité des ravageurs. Pour cela, un semis précoce est préconisé,
- assurer une croissance rapide du colza afin qu'il y ait suffisamment de matière verte pour que la plante supporte une perte.

Contre les maladies et ravageurs favorisés par le développement d'une végétation exubérante (petites altises, mouche du chou).

- Le mélange variétal : ajouter à la variété de colza choisie 10 % d'une autre variété de colza à floraison plus précoce
- Semer une bande, en bordure de parcelle, de la largeur du semoir, avec une variété plus précoce ou de la navette.

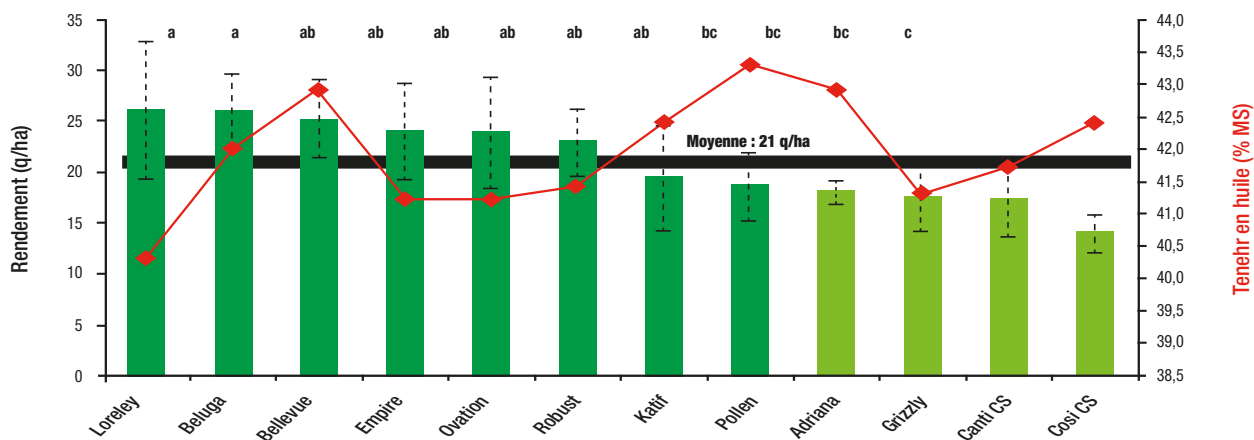
(ITAB 2007)

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, ce qui est difficile à obtenir sans séchoir.

Rendement aux normes des variétés de colza étudiées (Kergrist, 2008)



(Pôle agronomie productions végétales des Chambre d'Agriculture de Bretagne 2008)

Rendements

On peut espérer des rendements compris entre 20 et 25 quintaux, cependant, ces rendements sont sujets à de fortes variations selon la maîtrise des différents points critiques et peuvent descendre entre 5 et 15 quintaux/ha.

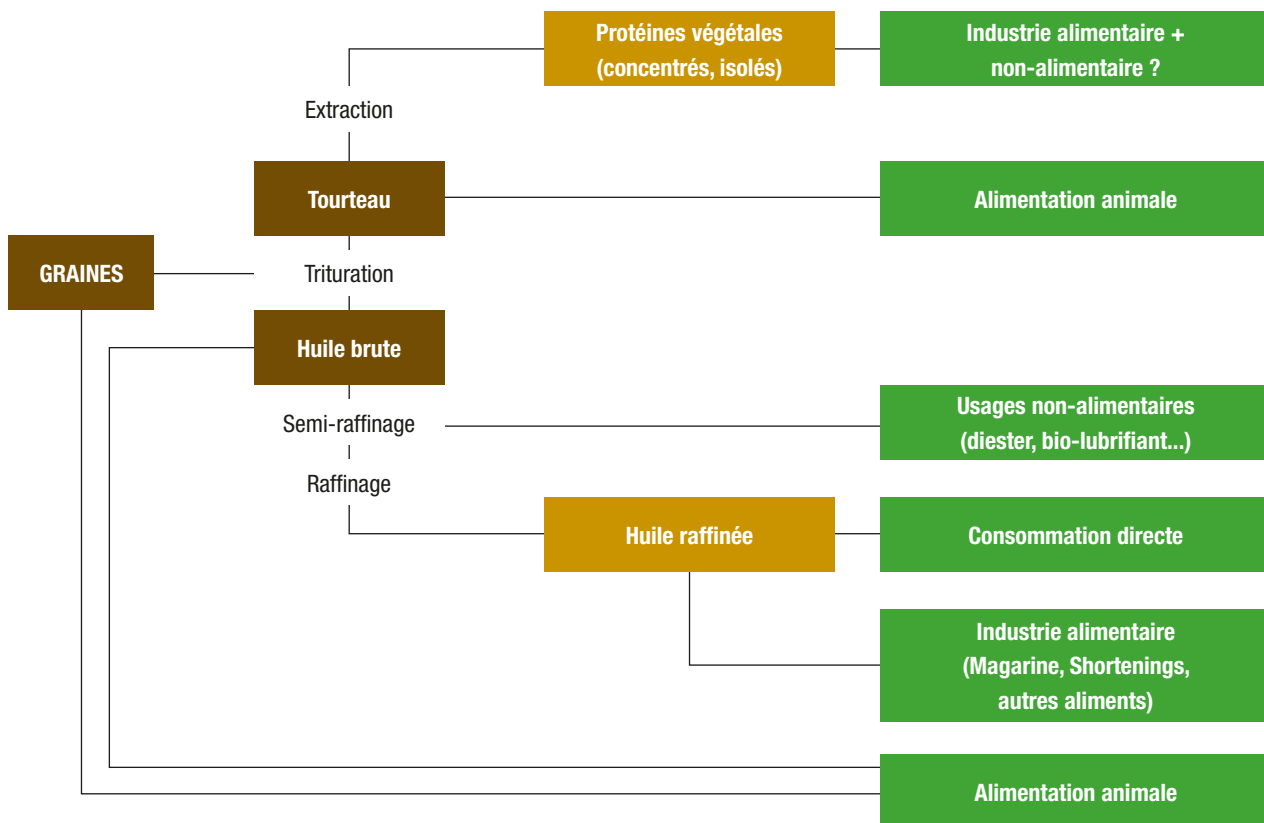
Normes de commercialisation

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

(OPABA)

Valorisation

Devenir des graines oléagineuses



(Terres Inovia 2017)

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- 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



CONTRAINTES

- Exigence en azote sur les phases de démarrage et reprise de végétation
- Sensibilité aux insectes ravageurs
- Besoin d'un hiver marqué
- Sols superficiels, sols tourbeux et sols très légers défavorables
- Pas d'hydromorphie
- Difficile dans les zones à forte concentration de cultures de colza conventionnelles

(ITAB 2007)

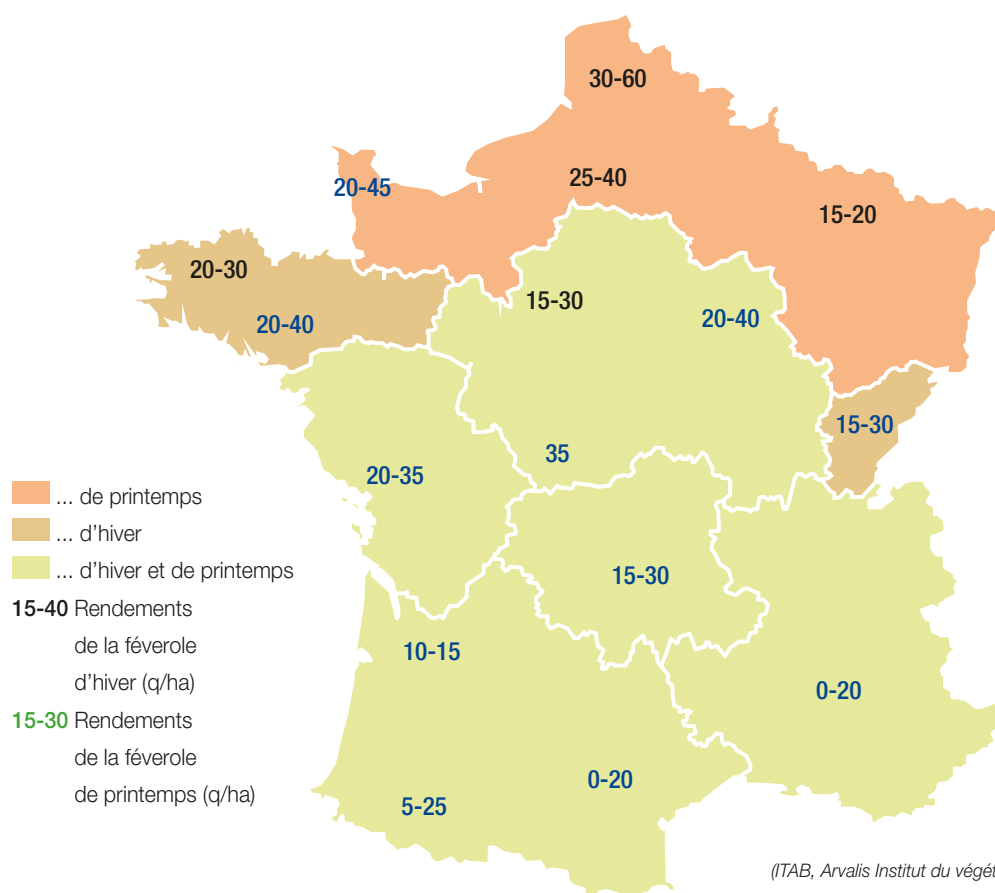
FÉVEROLE D'HIVER ET DE PRINTEMPS

Culture possible sur sols argileux ou caillouteux, mais 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.

FÉVEROLE D'HIVER ET DE PRINTEMPS

FÉVEROLE D'HIVER		FÉVEROLE DE PRINTEMPS	
+	-	+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Floraison précoce • Rendement supérieur à la féverole de printemps • Forte teneur en MAT (30 %) • Bonne couverture en début de cycle 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible aux maladies du feuillage • Débouché animal : ruminants uniquement • Culture salissante en fin de cycle 	<ul style="list-style-type: none"> • Cycle rapide • Meilleure tolérance aux maladies • Débouché animal : ruminants et monogastriques 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendement inférieur à la féverole d'hiver • Culture salissante en fin de cycle

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



NB : 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.

PRÉPARATION DU SOL

La féverole préfère un sol aéré bien drainant pendant l'hiver. L'important est de semer plus profond pour éviter le gel hivernal.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2011)

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, ne développerait pas ses nodosités, et par conséquent ne restituerait que très peu d'azote à la culture suivante.

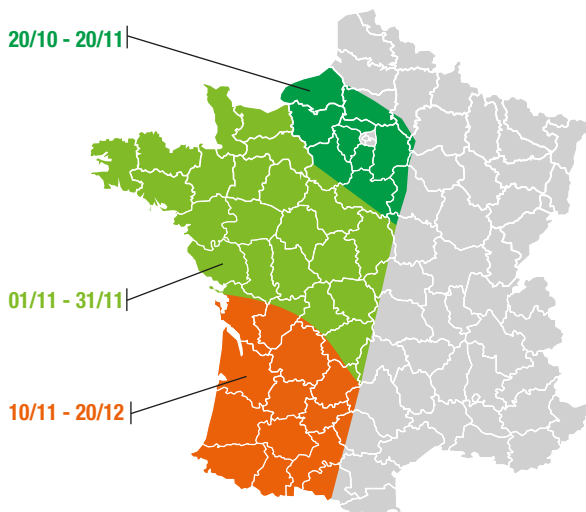
La féverole est un excellent précédent pour les céréales, notamment le blé dont les besoins azotés sont importants. Des expériences ont notamment été réalisées dans le sud-ouest et ont montré qu'une féverole pouvait laisser jusqu'à 80 kg/ha d'azote disponible.

Le délai de retour est d'au moins 4 ans entre deux féveroles.

SEMIS

Date : hiver

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 printemps trop secs.

(ARVALIS - Institut du végétal/Terre Inovia)

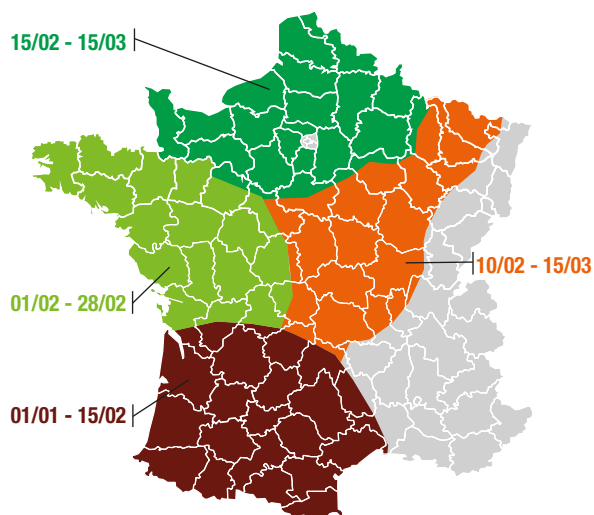


Champ de féverole en juin

Crédit : Grand V./Chambre d'Agriculture de Meurthe-et-Moselle

Date : printemps

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/Terre Inovia)

Profondeur : au moins 6-7⁽¹⁾ cm en hiver et 4-5 cm au printemps

Écartement : 11 à 17 cm ou 30 à 35 cm si binage

Densité féverole d'hiver :

Bourgogne : 55 grains /m²

Quart nord-ouest : 20 à 35 grains/m²

Franche-Comté : 20 à 30 grains/m² selon les types de sols

Limousin : 45 grains/m²

Nord Pas de Calais : 45 à 65 grains/m² si semoir céréales ; 35 à 55 grains/m² si semoir monograine

(1) Il est en pratique très difficile de réaliser un semis à cette profondeur.

Densité féverole de printemps :

Bourgogne : 60 grains/m²

Quart nord : 45-50 grains/m² si semoir céréales ;
35-40 grains/m² si semoir mono-graine

Franche-Comté : 25 à 55 grains/m² selon le type de sol

Alsace : 60 grains/m²

VARIÉTÉS

Critères à prendre en compte :

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

Variétés d'hiver

Diva est la variété la plus résistante au froid (jusqu'à -12°C). Elle peut être cultivée dans toute la moitié nord.

Axel et Iréna résistent jusqu'à -7°C. Elles sont plus adaptées aux régions du sud et de l'ouest.

Olan est intermédiaire pour la résistance au froid.

(ITAB, Arvalis Institut du végétal, et UNIP 2014)

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

Variétés de printemps

Il existe 3 types de féverole de printemps :

- fleurs colorées → débouchés : ruminants,
- fleurs blanches → débouchés : monogastriques et ruminants,
- fleurs avec une faible teneur en vicine-convicine → débouchés principalement pour les poules pondeuses.

Exemples de quelques variétés utilisées : Gladice, Diva, Irena ou encore Ogandi (problème de sensibilité aux maladies).

(Chambre d'Agriculture du Nord Pas-de-Calais 2013)

CULTURE EN ASSOCIATION

La féverole est très souvent cultivée en association, notamment pour faire face à l'enherbement.

La féverole est de préférence associée avec de l'avoine (printemps ou hiver), car c'est une culture très couvrante.



Quand la féverole est très volubile et quelle est semée trop dense, elle peut étouffer la plante compagne (ici du blé)

Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

Elle peut cependant poser problème au niveau des débouchés. Le second choix d'association idéal est celui des céréales telles que le triticale ou le blé.

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 P₂O₅ et de 1,5 kg de K₂O par quintal.



Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

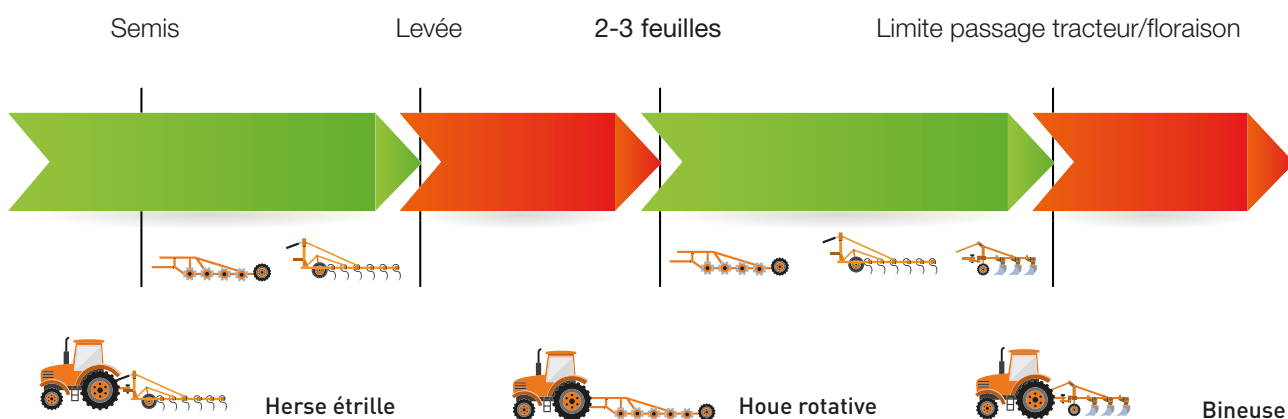
DÉSHÉRBAGE/MAÎTRISE DES ADVENTICES

Mesures préventives

- Rotations longues et diversifiées, couverts végétaux, variétés, faux-semis.

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 4-8 feuilles en prenant garde aux fleurs.



(Chambre d'Agriculture des Midi-Pyrénées)

MALADIES ET RAVAGEURS

- Éviter les semis trop denses et les rangs trop étroits.
- Tenir compte des différences de comportement variétal.

Maladies

La rouille, l'antracnose 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'antracnose 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 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 possibles. 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.

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.

(Chambre d'Agriculture de Midi-Pyrénées)

RÉCOLTE ET VALORISATION

Période : de mi-août à fin août, 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 : 25-40 q/ha en féverole d'hiver/15-35 q/ha en printemps.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

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 pouceuses (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)

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- Très bon relais 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... ce qui 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



CONTRAINTES

- Rendement aléatoire et plutôt faible en sol superficiel : très sensible au stress hydrique pendant la période de floraison et de remplissage des grains dès la mi-juin
- Sensible au gel hivernal dès -12°C, à réserver aux zones peu gélives
- Sensible aux maladies et aux insectes
- Favorise les chardons, salissement important en fin de cycle si non associée
- La féverole est agressive : elle peut étouffer la céréale associée si elle est trop dense

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne)

GRAND ÉPEAUTRE

L'épeautre s'accommode relativement bien à tous les types de sol, même en faible potentiel. À noter que des mortalités importantes ont été observées certains hivers dans des zones humides du Sud de la France.

Il accepte donc les sols lourds mais n'accepte pas les sols engorgés et humides.

GRAND ÉPEAUTRE



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.

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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)



Crédit : Guibert E./Chambre d'Agriculture de Vendée

PRÉPARATION DU SOL

Préparation du sol similaire au blé. Le labour n'est pas indispensable, mais peut être nécessaire dans certaines conditions, notamment pour pouvoir réaliser des faux semis. Avant tout, il faut veiller à préparer un lit de semences fin et nivelé pour faciliter une levée rapide, un bon enracinement mais aussi le passage de la herse étrille.

PLACE DANS LA ROTATION

Le point faible de l'épeautre est sa sensibilité aux maladies de pieds. En rotation "céréalière", il est donc conseillé de le placer en 1^{ère} paille à la place d'un blé. En rotation "élevage", il peut être placé en seconde paille derrière un blé.

SEMIS

Date de semis

Moitié sud : du 20 octobre au 25 novembre

Bourgogne : du 10 octobre au 1^{er} 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 donc souvent des épillets et non des graines décortiquées, ce qui correspond à des densités de 180 à 220 kg/ha.



En grains/m², cette densité est en général proche de 300.

En effet, si le précédent est favorable (légumineuse), il faut limiter la densité de semis à 280 grains/m² (180 kg/ha). En conditions difficiles, en revanche, la densité conseillée est de 320 grains/m² (200 kg/ha).

(Groupe technique AB en Franche Comté 2012)

NB : Si les graines ne sont pas décortiquées au moment du semis, préférer un semoir pneumatique pour éviter les bourrages. Avec un semoir mécanique, 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 tubulaires du semoir ne se bouchent pas. Les épillettes ont des pointes qui ont en effet tendance à s'accrocher dans tout ce qui est rugueux.

VARIÉTÉS

Meunerie : Oberkumer, Ostro, Alkor, Ressac et Divimar.
Fourragères : Poème, Cosmos, Zollernspelz.



Épeautre Zollernspelz en mars
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

CULTURE 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.



Association épeautre - féverole
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

FERTILISATION

L'épeautre est une céréale qui valorise bien l'azote du sol, il sera donc 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 à 2,6 uN par quintal.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

DÉSHÉBAGE

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.

(Groupe technique AB en Franche-Comté 2012)

MALADIES ET RAVAGEURS

Les principales maladies sont les mêmes que pour le blé, la fusariose pour les maladies d'épis, la septoriose, la rouille jaune et brune pour les maladies des feuilles.

La barrière physique que représentent les enveloppes fait que l'épeautre est peu sensible aux maladies des grains tels que la carie.

Le principal moyen de lutte est la sélection de variétés résistantes ou tolérantes.



Épeautre Alkor touché par la rouille jaune
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

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 du fait qu'il est dans sa balle. Cette balle le rend cependant moins sensible aux maladies de l'épi et il peut donc attendre un peu plus longtemps que le blé pour être récolté.

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 quintaux

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.

(Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme 2015)

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- 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



CONTRAINTES

- Risque de verse, s'associe mal avec le pois fourrager qui tend à augmenter ce risque de verse
- Semis et récolte en épillets
- Faible PS
- Faible teneur en UF
- Marché fluctuant selon les années
- Valorisation difficile sans équipement spécifique (décorticage)

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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

LUPIN

PRÉPARATION DU SOL

L'état de surface ne doit pas être trop fin afin de limiter les risques 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.

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.



Crédit : Hérisset R./Chambre d'Agriculture de Bretagne

SEMIS

Il est conseillé de semer dense pour compenser les pertes, à une profondeur de 3 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.

(Arvalis Institut du Végétal, UNIP, et Fnams 2012)

Densité de semis

	HIVER	PRINTEMPS BLANC	PRINTEMPS BLEU
Grains/m ² à semer	40	60	130
PMG	300-350	300-350	120
Kg/ha	120-140	180-210	160
Objectif de plante/m ² après les pertes	20	40	90

*Kg/ha = gr/m² x PMG/100
(Métiver et al. 2013)*

NB : pour le lupin d'hiver, en Occitanie, il est indispensable de prévoir un faux semis pour lutter contre la mouche de semis.

VARIÉTÉS

LUPIN D'HIVER	LUPIN DE PRINTEMPS
<ul style="list-style-type: none"> • Son cycle de 11 mois l'expose longtemps aux ravageurs et à l'enherbement • Plus précoce à maturité que le type printemps 	<ul style="list-style-type: none"> • Cycle de 6 à 7 mois • Nécessite des parcelles accessibles pour des semis en février

Lupin de printemps

LUPIN BLANC (FLEUR BLANCHE OU BLEUE)	LUPIN BLEU (FEUILLES ÉTROITES, FLEUR BLANCHE, BLEUE OU ROSE)
<ul style="list-style-type: none"> • Moins sensible au calcaire actif • Plus productif • Risque accru de verse : sa hauteur peut atteindre 1 m 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus précoce à maturité • Moins sensible à l'anthracnose • Plante moins concurrentielle des adventices par sa moindre hauteur

(Métiver et al. 2013)

NB : il existe aussi le lupin jaune de printemps.

Variétés

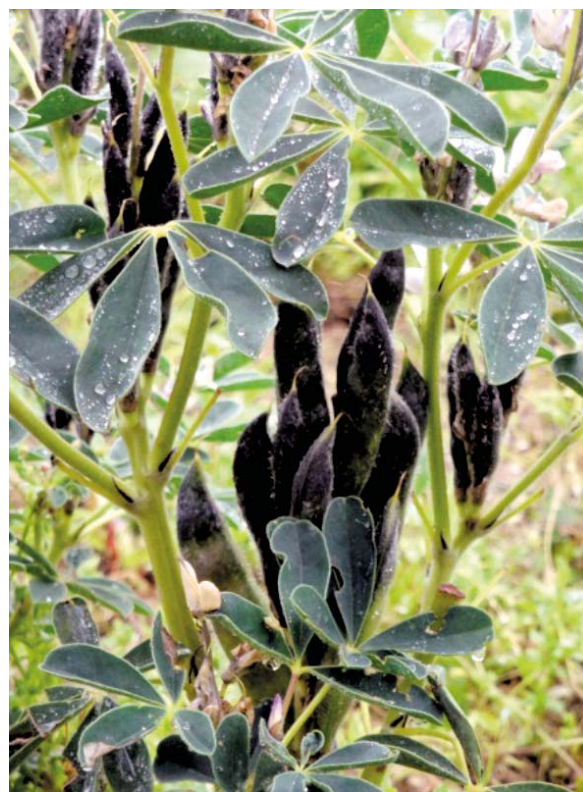
Lupin blanc de printemps : Amiga, Feodora
 Lupin blanc d'hiver : Kadryl, Lumen, Clovis
 Lupin bleu de printemps : Azuro, Boregine, Boruta, Dalbor, Kadryl, Probor, Regent, Tango, Arabella, Probor
 Lupin jaune de printemps : Mister



▲ Lupin jaune de printemps
 Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne



▲ Lupin bleu de printemps
 Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne



▲ Lupin blanc d'hiver : les gousses possèdent un aiguillon à leur extrémité
 Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

CULTURE 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.



Association lupin bleu et orge de printemps
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

DÉSHERBAGE

Prévention

- Viser impérativement des parcelles propres ou pratiquer le labour, car la culture est peu concurrentielle des adventices, surtout le lupin d'hiver.
- Pratiquer le faux-semis pour les semis en septembre.
- Rechercher les variétés peu sensibles à l'antracnose, qui garderont leurs feuilles longtemps.

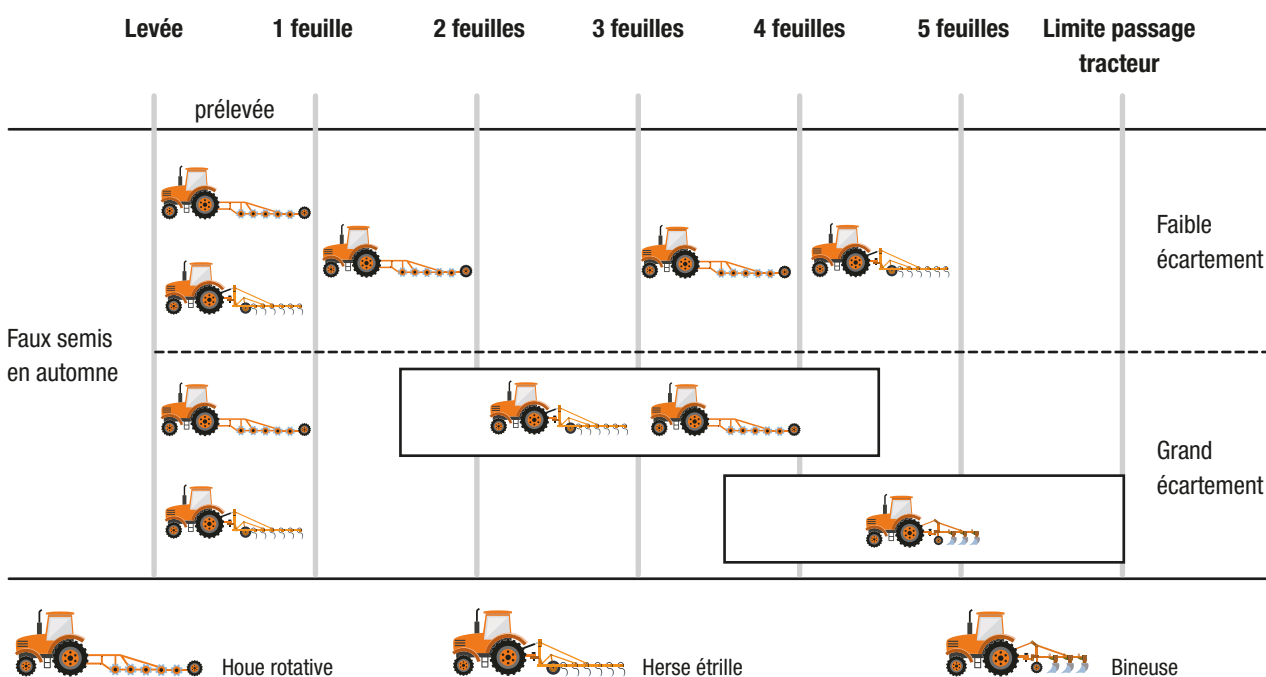
Faible écartement : seule la herse étrille et la houe rotative sont envisageables

- 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 45 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 relais, tant que le couvert végétal passe sous le bâti sans dégâts.

(Chambre d'Agriculture d'Auvergne-Rhône-Alpes 2016)



MALADIES ET RAVAGEURS

Anthracnose

Les plantes se nécrosent et meurent. 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.

Limaces

À surveiller assidûment car la destruction des cotylédons est fatale, éviter les lits de semences trop motteux.



Dégât de limaces sur lupin de printemps
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

Sitones

Morsures de feuilles plus spectaculaires que dange-reuses.

Le retour fréquent de légumineuses les parcelles favorise les populations de sitones.

(Métiver et al. 2013)

RÉCOLTE ET VALORISATION

La récolte est possible dès 16,5 % d'humidité, si les graines sont très sèches (inférieur à 10-12 %), il faut plu-tôt battre le matin afin d'éviter l'éclatement des gousses au contact des rabatteurs.

Normes de récolte : 15 % d'humidité, 3 % d'impuretés.

Rendements : assez aléatoires, de 15 à 30 q/ha, dépend de la réussite de l'implantation et de la gestion du salis-sement.

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 ali-mentaire 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 micronisé, qui est utilisée comme ingrédient dans les industries de bou-langerie-pâtisserie, mais les débouchés sont faibles et les variétés doivent être sélectionnées en amont.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- 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)...



CONTRAINTES

- Sensible au stress hydrique pendant le remplissage des gousses
- Très sensible à l'enherbement
- Rendements aléatoires : 5 à 40 quintaux/ha



LUZERNE

Culture qui n'aime pas trop les sols acides et /ou hydromorphes.

L'idéal est d'implanter la luzerne sur un sol sain, profond, bien structuré, avec un pH neutre à basique (> 6,8), et pourvu en eau.

Elle peut être implantée 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.

NB : 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".



Crédit : Mareux C.
Chambre d'Agriculture des Pyrénées-Atlantiques

PRÉPARATION DU SOL

Le travail du sol doit être réalisé dans de bonnes conditions et le semis réalisé en sol ressuyé ce qui est primordial pour la réussite de l'implantation.

Un lit de semence le plus fin possible ainsi qu'un rappuyage au rouleau derrière le semis permet d'assurer le bon contact terre-graine.

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 en effet un bon précédent pour les cultures exigeantes en azote (blé, maïs, betterave).

En revanche, il faut être prudent dans les rotations avec des légumineuses qui peuvent engendrer des problèmes liés aux champignons du sol (sclérotinia, 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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

SEMIS

Une fois implantée, la luzerne a tout pour supporter les aléas climatiques, 80 % de la réussite passe donc 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 12 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 préconisées 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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

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

(Groupe technique AB Franche-Comté 2012)

SEMIS SOUS COUVERT DE PRINTEMPS

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.



*Luzerne semée sous orge de printemps au stade 3 feuilles.
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne*

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.

(Implantation des luzernières : le semis de printemps sous couvert, une alternative à redécouvrir 2012)

	SEMIS SOUS COUVERT AU PRINTEMPS	SEMIS D'ÉTÉ
Avantage	Pleine production l'année suivante	Implantation rapide de la luzerne si sol suffisamment humide
Limites	<ul style="list-style-type: none"> • Implantation lente si réchauffement du sol insuffisant, risque de période de sécheresse • Concurrence potentielle des céréales 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise implantation due à la sécheresse et risque hivernale si faible développement avant l'hiver • Technique de désherbage pointue liée à la gestion des repousses du précédent si semis simplifié

(Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne 2017)

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 mais sensible au froid (destruction en dessous de -10°C). Variétés à dormance faible. Intéressant en région méditerranéenne et côte Atlantique.

La teneur en MAT

La résistance aux maladies (verse, sclérotinia, verticilliose, nématodes).

La finesse des tiges. Les Luzernes à tiges fines sont plus faciles à couper, sécher et à consommer par les animaux.

(Groupe technique AB Franche-Comté 2012)

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.

NB : on note des effets bénéfiques de la kiésérite (S et Mg).

(Métiver et al. 2013)

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

ENTRETIEN ET PÉRÉNNITÉ

- 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.

(Métiver et al. 2013)

DÉSHERBAGE / MAÎTRISE 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'altitude, 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 plantule.

PÉRIODE	STADE LUZERNE	MATÉRIEL	OBSERVATIONS
En début et fin d'hiver (En 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"> • Travail > 5 cm, puissant et agressif sur sol gelé bien ressuyé • au besoin retirer 1 dent sur 2 pour diminuer l'agressivité et éviter les bourrages • à compléter avec des passages de Herse étrille pour dessécher les adventices arrachées + roulage nécessaire pour enfouir les cailloux
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)


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.

(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

RÉCOLTE ET VALORISATION



 *Fanage de Luzerne, premier retournement à la toupie soleil (vue arrière).*

Crédit : Mareux M.C

Chambre d'Agriculture des Pyrénées-Atlantiques

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 préfannage pour arriver à une teneur entre 30 et 40 % de matière sèche est également conseillé.

Enrubannage : il faut viser 50 à 60 % de matière sèche. À 60 % de matière sèche, 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.

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 là 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%.

(Métiver et al. 2013)

(Groupe technique AB Franche-Comté 2012)

Production grainière : il faut être particulièrement vigilant par rapport à la propreté des parcelles. La première coupe doit être réalisée à la mi-mai⁽¹⁾ (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.

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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

(1) Dans certaines zones du sud de la France, en sols séchant, les premières coupes peuvent s'effectuer dès la mi-avril.

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.

(Métiver et al. 2013)

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- La luzerne est une légumineuse et fixe donc 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



CONTRAINTES

- 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

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.

MAÏS



Crédit : Osswald P./Chambre d'Agriculture d'Alsace

PRÉPARATION DU SOL

En sol argileux, effectuer si possible un labour d'hiver pour restructurer le sol et faciliter son réchauffement. Il est également conseillé de ne travailler uniquement qu'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.

PLACE DANS LA ROTATION

- Ses forts besoins en azote déterminent sa place dans la rotation, il est de préférence implanté

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

⊖ Effet non assuré

(Chambre d'agriculture des Pays de la Loire 2003)

après une légumineuse, mais il peut aussi venir en deuxième paille (risque de fusariose).

- Le maïs s'implante souvent après une prairie temporaire, 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 cependant qu'il induit un risque de parasitisme du sol (taupin). Ce problème peut être maîtrisé par un retournement précoce de la prairie en fin d'été, ce qui fait mourir une bonne partie des larves. 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).
- 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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

(Chambre d'Agriculture région Nord Pas de Calais 2013)

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2011)

Précédents à éviter

Mais grain, maïs fourrage, betteraves, tournesol, choux et colza.

Ces précédents sont défavorables au niveau de la propreté de la parcelle et de la fourniture en azote.

(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

SEMIS



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

Date de semis : semer en sol bien réchauffé (>10°C) et ceci pour faciliter le désherbage, faire en sorte que le maïs se développe avant les adventices et 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 grains/ha.
- **Sud-Ouest :** 90 à 95 000 grains/ha.
- **Bretagne :** 100 000 pieds/ha, voire 105/110 000 pieds si on envisage un itinéraire de désherbage "agressif".
- **Normandie :** 115 à 120 000 grains/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.

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*
Très précoces	Cornés	100 000 - 110 000
Précoces	Cornés	95 000 - 105 000
	Dentés	85 000 - 100 000
½ précoces C1	Dentés	85 000 - 95 000
½ précoces C2	Dentés	80 000 - 90 000
½ tardives D	Dentés	75 000 - 85 000
Tardives E1	Dentés	72 000 - 85 000
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)



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

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.

NB : pour le maïs, pas de dérogation possible au niveau du GNIS, les agriculteurs sont obligés de prendre les variétés disponibles même si elles ne sont pas adaptées.

DÉSHERBAGE/MAÎTRISE DES ADVENTICES

Comme il a été dit précédemment, 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		Éviter tout passage : plante fragile	A 3-4 km/h, faible agressivité (maïs fragile)						
Herse étrille	En pré-levée, à l'aveugle	Éviter tout passage : plante fragile							
Bineuse							1 ^{er} binage	2 ^{ème} binage/buttage	
Désherbage thermique	Sur le rang jusqu'au stade "cigare"							À partir de 6 feuilles	

(À partir de Groupe technique AB Franche-Comté 2012)
(À partir de Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)



MALADIES ET RAVAGEURS

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 permanence des vers durant l'hiver.

Il faut être vigilant et éviter de faire de maïs sur maïs, ainsi que de cultiver deux parcelles adjacentes afin de gérer les risques de chrysome.

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 comprendre, 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, etc.

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 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.

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.

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

- 120 à 130 uN/pour 65 q/ha de grains secs ou 2 à 2,2 kg d'azote par quintal
- 0,6 kg de P_2O_5 /q de grains
- 0,5 kg de K_2O /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/ha en fonction de l'espèce, de la biomasse produite et des conditions climatiques.

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 -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 50 et 60 % et celle de la plante entière entre 32 % et 35 % pour un bon compromis entre digestibilité, qualité de conservation et bon taux d'amidon.

Valorisation : essentiellement pour l'alimentation animale.

- **Ensilage plante entière** : ruminants.
- **Ensilage grain humide** : monogastriques, ruminants.
- **Grain sec** : monogastriques, ruminants, volailles.

(Groupe technique AB Franche-Comté 2012)

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- 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 : soit grain ou soit ensilage
- Bonne marge possible si prix et rendements élevés



CONTRAINTES

- 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)

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

ORGE DE PRINTEMPS

ORGE DE PRINTEMPS

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.



Crédit : Grand V.
Chambre d'Agriculture de Meurthe-et-Moselle

Le sol doit également être bien ressuyé sur les 10-15 premiers centimètres car cette culture est très sensible à l'excès d'eau.

PLACE DANS LA ROTATION

Moins sensible au piétin verse et au piétin échaudage que le blé, l'orge est généralement introduit 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 souvent de rattraper des situations délicates. En effet, en Occitanie, lorsque l'on est en présence de folle avoine d'hiver, il est conseillé d'implanter de l'orge de printemps.

PRÉPARATION DU SOL

Le lit de semences devra être assez fin pour permettre la levée la plus homogène possible 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.

PRÉCÉDENT	SOUHAITABLE	POSSIBLE	À ÉVITER SI DÉBOUCHÉ BRASSICOLE
Choux ou betteraves		X	
Céréale	X		
Association céréales + protéagineux	X		
Maïs		X	
Tournesol	X		
Prairie	X		X
Luzerne	X		X
Protéagineux	X		X

(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

SEMIS

Semer tôt et en bonnes conditions assure une plus longue période végétative, et permet donc 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 grains/m² avec une population visée de 300 individus /m².

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.

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

Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne



Orge de printemps + pois protéagineux
Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne



Lupin bleu + orge de printemps + prairie semée sous couvert de l'association

Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Orne

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, s'il y a trop de densité, il n'y a pas de lumière non plus.

Azote : l'orge a besoin de 2,5 kg par quintal de grain produit.

Phosphore : l'orge de printemps exporte 0,8 kg P_2O_5 /q dans le cas des pailles enfouies. Elle exporte 1,1 kg P_2O_5 /q dans le cas de pailles enlevées.

Potassium : l'orge de printemps exporte 0,7 kg K_2O /q dans le cas des pailles enlevées.

DÉSHERBAGE/MAÎTRISE DES ADVENTICES

Méthodes préventives

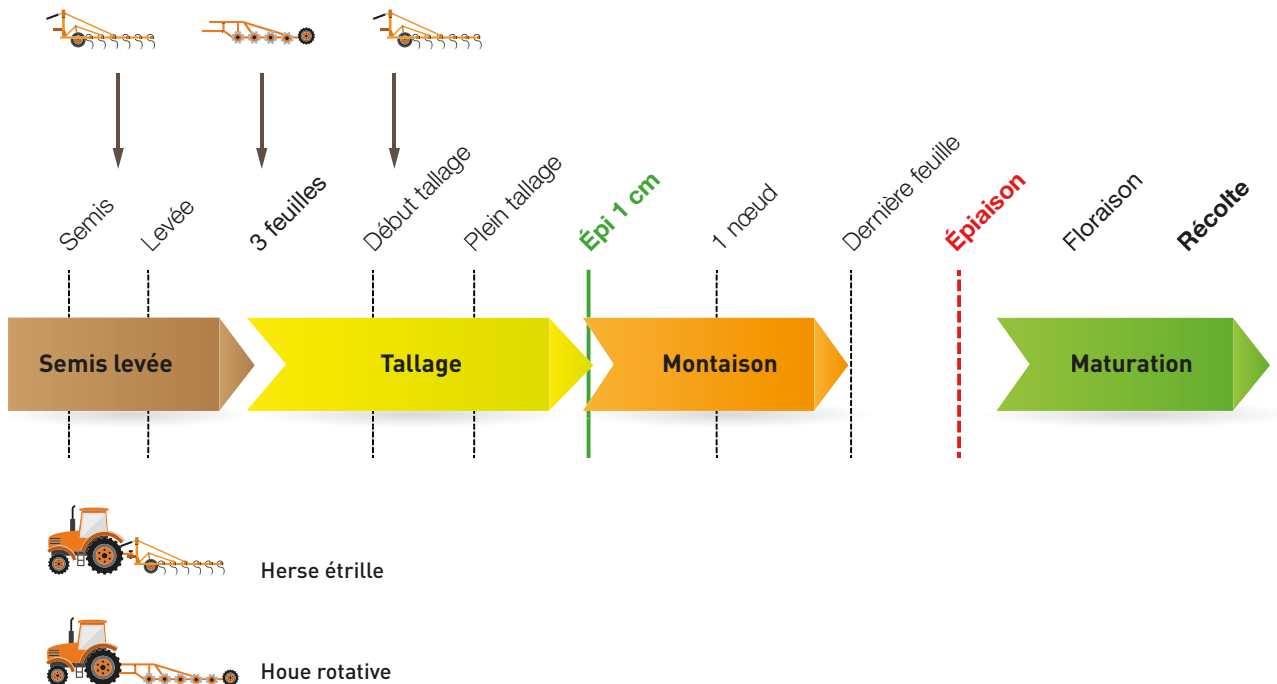
Rotations longues, labour occasionnel, déchaumage et faux-semis, choix des variétés et gestion des intercultures.

Méthodes curatives (herse étrille ou houe rotative)

- Un passage de herse étrille en pré-levée, très superficiel.
- Un passage de houe rotative au stade 2-3 feuilles de la céréale.
- Un passage de herse étrille au stade 3-4 feuilles.

NB : 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.



(1) Attention aux réglementations (Directive Nitrates) pour les apports organiques avant culture de printemps.

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 et 11,5 %
- Calibrage tamis : $\geq 2,5$ mm pour plus de 90 % des graines
- Humidité : < 15 %
- Pureté variétale : > 93 %
- Faculté germinative des grains : > 95 % en 5 jours

(Groupe Technique AB Franche-Comté 2012)

(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

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.

(Groupe Technique AB Franche-Comté 2012)

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- 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
- Possibilité d'associer facilement à des pois protéagineux de printemps



CONTRAINTES

- Sensible au stress hydrique
- Faible rendement si manque d'azote
- Les marchés brassicoles varient en fonction des régions

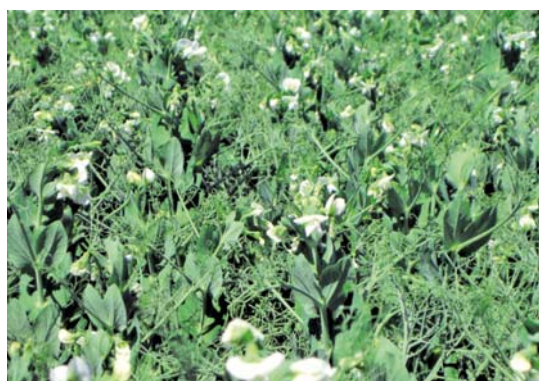
(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

POIS PROTÉAGINEUX D'HIVER ET DE PRINTEMPS

En sols asphyxiant et/ou hydromorphes, il est sensible à l'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), mais il a aussi des difficultés à se développer sur des sols trop acides (pH < 6) du fait d'une mauvaise nodulation.

Il est sensible au salissement, il est recommandé de le réserver à des parcelles propres. Les sols caillouteux peuvent également entraver la récolte.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)



 *Crédit : Grand V.
Chambre d'Agriculture de Meurthe-et-Moselle*

PRÉPARATION DU SOL

La graine est grosse, ainsi, 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). Un sol bien nivelé et sans cailloux est nécessaire pour la récolte car la végétation est souvent couchée.

(Chambre d'Agriculture de Bretagne)

PLACE DANS LA ROTATION

La fréquence de retour du pois sur la même parcelle est de 7 ans, on dit qu'il faut un pois, une féverole ou une lentille par rotation, pour limiter les risques d'aphanomyces.

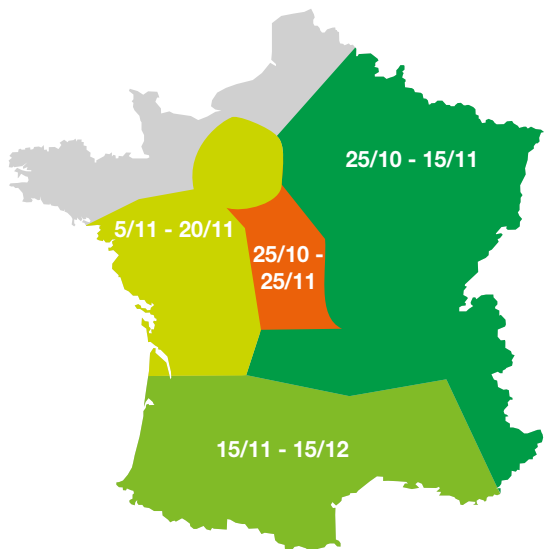
Le pois fournit, grâce à ses nodosités, de l'ordre de 20 à 30 uN/ha à la culture suivante, ce qui en fait un bon précédent pour les cultures consommatrices en azote, le blé notamment.

Il faut cependant se rappeler que c'est une culture salissante vis-à-vis des adventices.

SEMIS

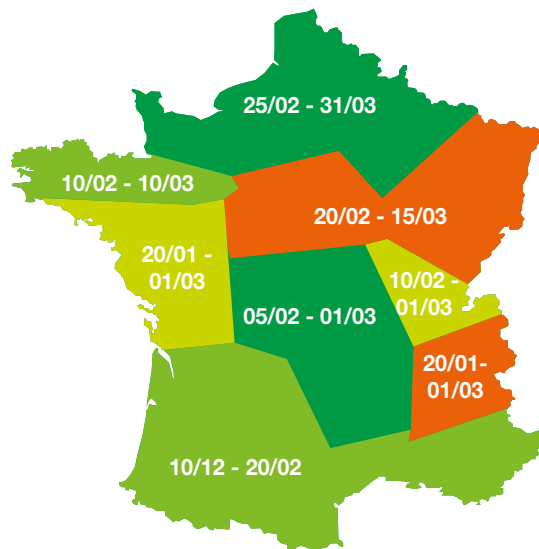
Date de semis

Semis du pois d'hiver : périodes optimales



Terres Inovia 2017

Semis du pois de printemps : périodes optimales



Terres Inovia 2017

NB : date de semis (pois hiver) pour les Hauts-de-France : du 5 au 25 novembre.

Densités et dose de semis en pois d'hiver

	DENSITÉ DE SEMIS		
	SOL LIMONEUX	SOL CAILLOUTEUX	SOL DE CRAIE
	70 À 80 GRAINES/M ²	80 À 90 GRAINES/M ²	115 GRAINES/M ²
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
	70 À 80 GRAINES/M ²	80 À 90 GRAINES/M ²	155 GRAINES/M ²
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)



Profondeur du semis : 3 à 5 cm.

Écartement du semis : 10 à 17, 5 cm sauf si il y a pratique du binage, dans ce cas, l'écartement sera supérieur à 20 cm. Il existe des nouveaux semoirs à 10 cm.

VARIÉTÉS

Critères de choix des variétés :

- Capacité de recouvrement (lutte contre les adventices)
- Tenue de la tige (limiter la verse)
- 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

(ITAB 2014)

CULTURE 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, avec laquelle la maturité coïncide bien.

Le pois de printemps est quant à lui très souvent semé avec du blé, de l'orge ou de l'avoine de printemps.

DÉSHERBAGE/MAÎTRISE 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.

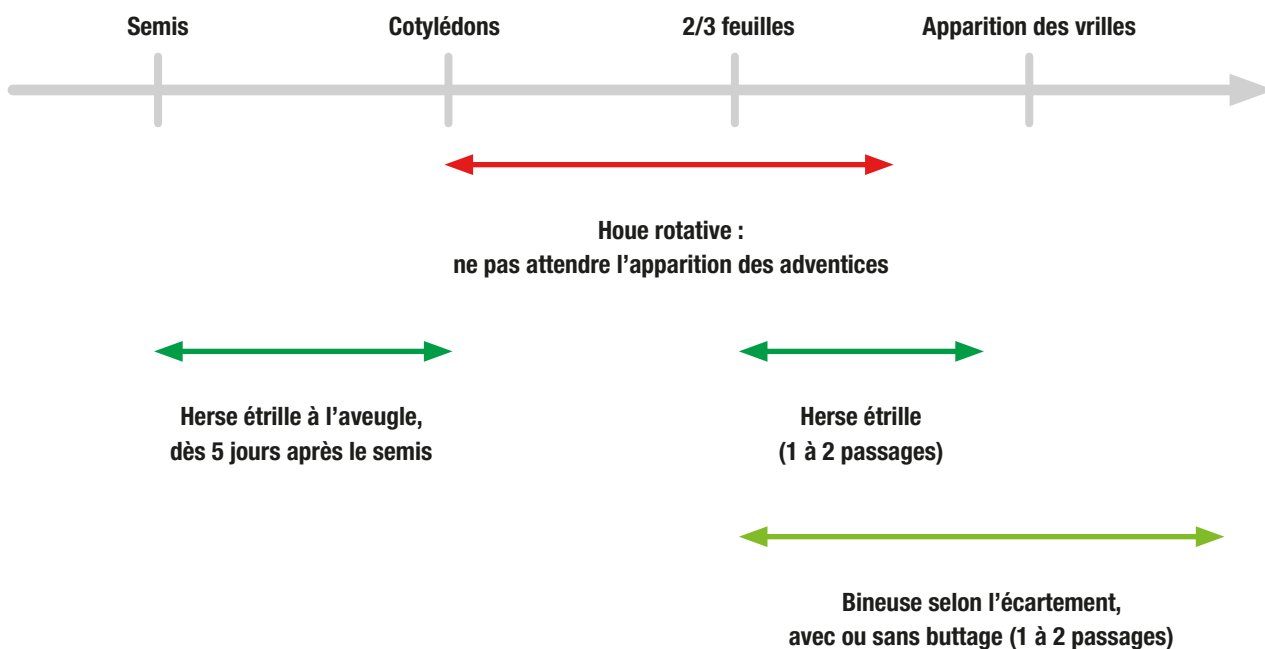
Les méthodes préventives sont donc à privilégier :

- Rotation de cultures variées
- Utiliser des semences propres
- Réaliser des faux semis
- Choix variétal

(ITAB 2014)

Il y a possibilité d'intervenir en post-semis et pré-levée avec une herse étrille ou une houe rotative. La vitesse d'avancement doit être élevée et la profondeur ne doit pas dépasser les 2 cm. La herse étrille et la houe rotative peuvent ensuite être utilisées au stade deux feuilles, au stade sortie des vrilles avec une vitesse d'avancement faible. Avec une bineuse, il est possible de retarder le dernier passage au stade 8-10 feuilles.

(Agro bio Poitou Charentes et Chambre d'Agriculture de Poitou-Charentes)



(Chambre d'Agriculture de Midi-Pyrénées)

FERTILISATION

Le pois est une légumineuse qui fixe l'azote de l'air grâce à ces 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 ₂ O ₅	UNITÉ K ₂ O
Pois	1 kg/qx	1,6 kg/qx

MALADIES ET RAVAGEURS

Maladies

L'**aphanomyces** est une maladie qui entraîne des pertes de rendements très élevées. Elle est due à un champignon présent dans le sol. Pour limiter les risques, il faut respecter un délai de 5 ans entre deux cultures de pois. Un test de contamination du sol peut être réalisé avant l'implantation du pois.

L'**antracnose** 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.

(Chambre d'Agriculture de Bretagne)

Cette maladie peut détruire toute la culture, d'où l'importance de semer le plus tôt possible.

Les autres maladies notoires sont le mildiou, le botrytis et le sclérotinia. La bactériose est plus rare mais elle peut occasionner des dégâts considérables lorsque les conditions sont favorables au développement.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)



Gros plan sur des vrilles de pois protéagineux atteints par le mildiou

Crédit : Chambre d'Agriculture de l'Yonne

Ravageurs

Les ravageurs les plus fréquents sont les sitones, ceux-ci sont d'autant plus agressifs que la culture est en état de stress. Les autres ravageurs que l'on peut rencontrer sont : les pucerons verts, les bruches et les tordeuses.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

Que ce soit pour les maladies ou les ravageurs, sur le pois, il n'existe pas de méthodes de luttés curatives. Il faut s'axer sur des méthodes préventives via l'optimisation agronomique des cultures, l'association avec les céréales à paille, l'utilisation de semences saines, la diversification de la rotation, une densité de semence adaptée ou encore éviter les parcelles mal aérées.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

RÉCOLTE ET VALORISATION

Dates de récolte

- Pois d'hiver : du 1^{er} 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 15 et 20 quintaux en association avec de l'orge (Occitanie).

Valorisation

- Alimentation animale = débouché principal.
- Alimentation humaine (grains peu bruchés).

ATOUS ET CONTRAINTES**ATOUS**

- 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

**CONTRAINTES**

- Qualité de mise en marché difficile à atteindre (grains bruchés) pour l'alimentation humaine
- 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 en juin
- Culture favorable aux vivaces
- Risque aphanomyces, anthracnose
- Risque hydrique
- Coût et doses de semences élevées
- Appétence pour les oiseaux au semis et à la récolte

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2011)

SARRASIN

Cette culture appartient à la famille des polygonacées, famille des renouées, remarquables par leur 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.

SARRASIN



Crédit : Chapoulie J./APCA

PRÉPARATION DU SOL

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, malgré sa réputation de "pouvoir nettoyant".

Le travail du sol doit aboutir à une terre bien émietée et ameublie et ceci en un minimum de passages pour éviter les tassements.

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 planter ni culture d'été, ni culture de printemps pour éviter les repousses (de sarrasin) dans ces cultures.

NB : *il faut éviter les situations à forts reliquats azotés (précédents prairies et protéagineux), propices à la verse et rendant la récolte difficile.*

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

(Chambre d'agriculture de Bretagne 2012)

SEMIS



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

Date : semer en sol réchauffé (10°C), après les dernières gelées

- fin avril à mi-juin dans le sud-ouest
- mi à fin mai en Bourgogne
- entre le 5-10 mai et le 15 juin pour la récolte des graines en Pays de la Loire
- fin mai à début juin en Bretagne et en Champagne-Ardenne
- mi-mai à début juin en Île-de-France et en Limousin

Profondeur : 2 à 4 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 grains/m², soit 30 à 40 ou 50 kg de semences/ha suivant le PMG.

VARIÉTÉS

Petit grain

- **Harpe** : diploïde de printemps, demi-précoce, grains argentés. Pour les contrats “Blé Noir Tradition Bretagne”, l’achat de semences certifiées de la variété “La Harpe” est obligatoire.
- **Petit gris**
- **Petit Prussien**

Gros grain décorticable

- **Variétés** : Billy, Kora, ZEITA, Lileja, Panda, Sarrasin, Spaciuska

CULTURE EN ASSOCIATION

Le sarrasin est une espèce qui s’adapte très mal 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 P₂O₅ et K₂O sont de l’ordre de 50 u/ha.

Les apports en azote sont faibles : de 0 à 50 u/ha suivant le précédent. Un excès d’azote peut provoquer l’avortement des fleurs et des problèmes de verse.

(Chambre d’Agriculture de Seine-et-Marne 2015)

POLLINISATION

La pollinisation joue un rôle majeur dans la réussite du sarrasin, car jusqu’à la fécondation des fleurs, on ne peut définir le rendement.



Crédit : Chambre d’Agriculture de Seine-et-Marne

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.

(Chambre d’Agriculture d’Île-de-France 2004)

DÉSHERBAGE/MAÎTRISE 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’écroulage. 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 sur trois semaines après la culture.

(Chambre d’Agriculture de Bretagne 2012)

MALADIES ET RAVAGEURS

Actuellement, il y a peu de maladies et de ravageurs présents sur le sarrasin.

Par contre, il est sensible au gel et est très prisé par le gibier.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

RÉCOLTE ET VALORISATION

Date de récolte : septembre à fin-octobre et jusqu'à fin décembre dans le sud de la France. 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.

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)



ATOUTS

- Plante peu exigeante en temps de travail,
- Plante étouffante, qu'il est rarement nécessaire de désherber
- Peu de ravageurs et de maladies
- Peu exigeant en azote
- Culture des rattrapages par excellence



CONTRAINTES

- 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

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2012)

SOJA

Le soja est une culture d'été qui a des besoins en eau et en température relativement importants. Il est donc à éviter sur les parcelles "froides", superficielles ainsi que sur les sols hydromorphes ou à pH trop extrêmes qui ne lui conviennent pas.

SOJA



Crédit : Osswald P./Chambre d'Agriculture d'Alsace

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). Des petites mottes en surface facilitent par la suite le désherbage mécanique. Ceci pourra être obtenu par un labour ou un travail d'outils à dents profond (décompacteur...) puis une reprise en conditions ressuyées.

Il faut également privilégier les parcelles avec une bonne réserve en eau et se réchauffant rapidement au printemps.

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 premiers mois.

Nature des précédents

	PROPRETÉ DE LA PARCELLE	PRESSION DES MALADIES ET RAVAGEURS
Cultures de printemps	-	=/-
Maïs	---	---
Légumineuses ou colza	++	+
Soja	+	-- (sclérotinia)
Prairie	-	-- (sclérotinia)
Tournesol	+++	=
Très tardives	---	---

SEMIS

Le soja fixe l'azote de l'air grâce à des bactéries symbiotiques contenues dans les nodosités sur les racines. 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 10°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 cm en semis précoce, terre froide ou battante.
- À 3 ou 4 cm, en semis plus tardif, terre chaude, ou sèche et motteuse. Cela impose 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	Début mai
Champagne-Ardenne	000	Début à mi-mai
Auvergne, Bourgogne, Franche-Comté, nord Rhône-Alpes, vallées alpines	000	Début à fin mai
	00	Début à mi-mai
Centre Val-de-Loire, Alsace	000 et 00	Début mai à début juin
Pays de la Loire	000 et 00	Début à mi-mai
Poitou-Charentes	000	Début mai à début juin
	00	Début à fin-mai
	0	Début à mi-mai
Région lyonnaise	00	Début à fin mai
	0	Début à mi-mai
Moyenne vallée du Rhône	I	Début à fin mai
	II	Début à mi-mai
Bordure pyrénéenne, sud et ouest de l'Aquitaine	0 et 00	Début à fin juin, en semis très retardé
	I	Mi-avril à mi-mai
Midi-Pyrénées et ouest audois (sauf bordure pyrénéenne)	0	Début à fin juin, en semis très retardé
	I	Mi-avril à fin mai
	II	Mi-avril à mi-mai
Sud méditerranéen	I	Mi-avril à mi-juin
	II	Mi-avril à fin mai

* TTP : variétés très très précoces, significativement plus précoces que les autres du groupe

(Terres Inovia 2014)

Adaptez la densité de semis aux conditions de culture

GROUPE DE PRÉCOCITÉ	CONDUITE EN SEC			CONDUITE IRRIGUÉE		
	OBJECTIF DE PEUPEMENT (PIEDS/HA)	DENSITÉ DE SEMIS (GRAINES/HA) SELON % PERTES À LA LEVÉE		OBJECTIF DE PEUPEMENT (PIEDS/HA)	DENSITÉ DE SEMIS (GRAINES/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

(Terres Inovia 2014)

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.

VARIÉTÉS



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

Il y a 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 sclérotinia,
- la teneur en protéines,
- la sensibilité au sclérotinia.

(Terres Inovia 2017)

FERTILISATION

La fertilisation azotée n'est pas nécessaire. Les apports d'engrais de ferme sont même déconseillés, car ils limitent le développement des nodosités et favorisent la verse.

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 7 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...).

(Chambre d'Agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne 2016)

OBJECTIF DE RENDEMENT	APPORT DE P ₂ O ₅			APPORT DE K ₂ O		
	SOL PAUVRE	SOL BIEN POURVU	SOL TRÈS BIEN POURVU	SOL PAUVRE	SOL BIEN POURVU	SOL TRÈS BIEN POURVU
15 q/ha	30 u	20 u	0 u	50 u	30 u	0 u
25 q/ha	40 u	30 u	0 u	80 u	50 u	0 u
35 q/ha	60 u	40 u	0 u	100 u	70 u	0 u

Ces conseils sont issus de références obtenues en agriculture conventionnelle (Terre Inovia 2017)

IRRIGATION

Il est possible de faire du soja sans irrigation, elle permet cependant de réguler le rendement. La valorisation de l'irrigation du soja est de 7 à 13 q/ha par an dans le sud-ouest.

DÉSHERBAGE

Le soja est une plante peu couvrante en début de cycle et donc très sujette au salissement.

Méthodes curatives

Pour maintenir une parcelle propre, plusieurs passages de bineuse sont souvent nécessaires.

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.

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2012)

	POST-SEMIS/ PRÉ-LEVÉE	POST-SEMIS GERMÉ	CROSSE	COTYLÉDONS	1 ^{ÈRES} FEUILLES UNIFOLIÉES	1 ^{ÈRE} FEUILLE TRIFOLIÉE	HAUTEUR 10 À 25 CM	HAUTEUR 25 À 50 CM
Herse étrille	8 à 12 km/h ••••	8 à 12 km/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		sur culture d'été notamment			3 km/h si protège plant	5 km/h	6 km/h	7-8 km/h

(Terres Inovia 2017)

- 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

MALADIES ET RAVAGEURS

Sclérotinia

- 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 inter-ligne assez large (50 à 60 cm), il faut cependant être vigilant au salissement avec écartements trop larges
- Espacer autant que possible les irrigations et augmenter les quantités apportées par tour d'eau
- Utilisation de traitement autorisé en agriculture biologique (ex : Constans (R) WG) en préventif et en curatif pour diminuer le taux de sclérotines 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 (heliostis).

(Terres Inovia 2017)

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.

(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

Normes de commercialisation

Débouchés alimentation animale

- Humidité : 14 %⁽¹⁾
- Taux d'impuretés : < 2 %

(1) On peut cependant rencontrer des contrats à 12,5 %



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

Débouchés alimentation humaine

- Humidité : 13 %
- Teneur en protéines : > 40 % sur matière sèche (voir contrat)
- Présence limitée de grains verts, noirs, tachés ou cassés
- Absence d'OGM

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.

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. Le choix de la variété doit aussi prendre en compte le débouché envisagé.

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2012)

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- Faibles besoins en intrants azotés
- Bonne valorisation en alimentation humaine
- Qualité des acides aminés pour les ruminants
- Résultat économique intéressant



CONTRAINTES

- Besoins en somme de températures difficile à atteindre dans les régions plus froides
- Sensibilité au déficit hydrique à partir de la floraison
- Sensibilité au sclérotinia
- Sensibilité au salissement en début de cycle
- Exigeante en temps passé. C'est l'une des productions qui demande le plus de temps à l'hectare dans le sud-ouest

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 néanmoins très bien des irrigations limitées.

(Chambre d'Agriculture du Rhône-Alpes 2013)

PRÉPARATION DU SOL

Pour réduire les tassements du sol, il convient d'utiliser des roues jumelées et de respecter un parfait ressuyage du sol.



Crédit : Azama C./Chambre d'Agriculture du Roussillon

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	Satisfaisant	Satisfaisant	Satisfaisant	Insuffisant
Qualité d'enracinement	Globalement satisfaisant	Globalement satisfaisant	Intermédiaire à suffisant	Insuffisant
Evaluation par la technique par rapport au tournesol	Satisfaisant	Satisfaisant	Intermédiaire à suffisant	Insuffisant

(Terres Inovia 2016)

PLACE DANS LA ROTATION

- Éviter les précédents ou les couverts d'interculture favorables aux limaces (ex : seigle, avoine, vesce, prairies), plus particulièrement en l'absence de labour.
- Respectez 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 (1), luzerne, maïs
À éviter	Prairie, jachère, sarrasin, résidus du précédent laissés en surface après récolte	Blé (2), maïs (2), soja (3)

(Terres Inovia 2016)

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.

Période de semis

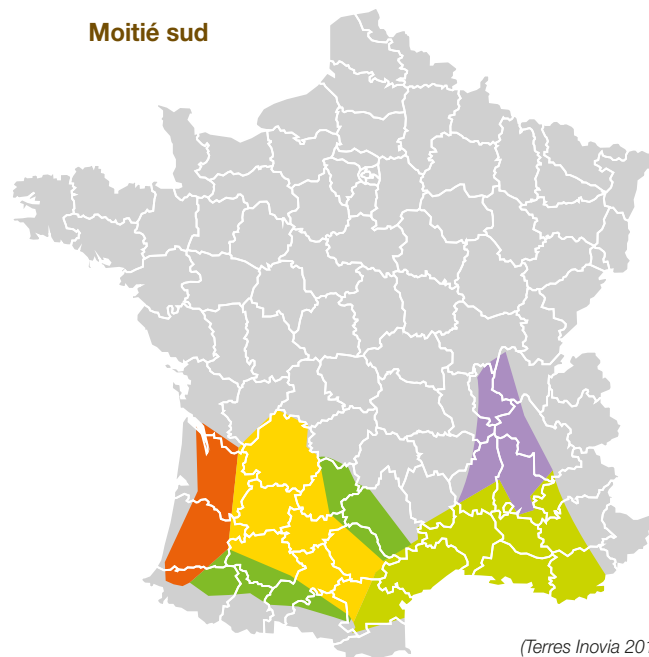
- recommandée
- possible
- possible mais non conseillée
- déconseillée

Précocité variétale

- T : tardive
- MT : mi-tardive
- MP : mi-précoce
- P : précoce
- TP : très précoce

Adaptez la précocité à votre région

Moitié sud



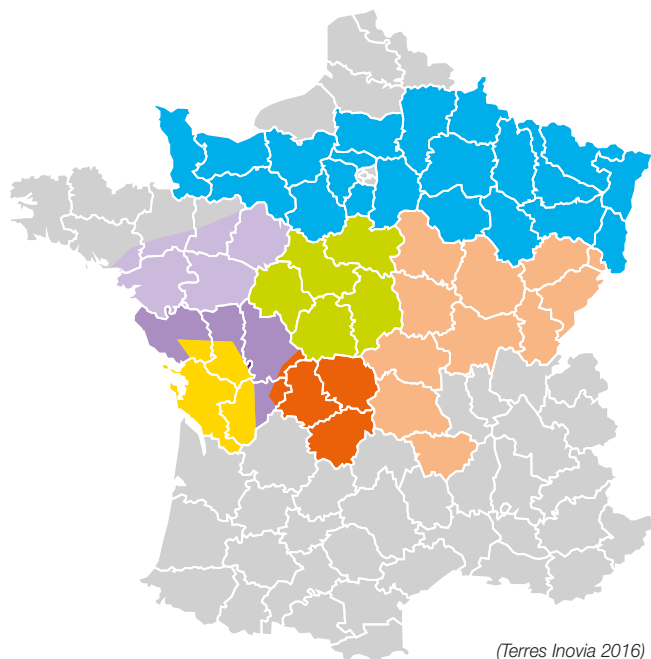
(Terres Inovia 2016)

		1 ^{ER} AU 15 AVRIL	16 AU 30 AVRIL	1 ^{ER} AU 15 MAI	15 MAI À 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 sol	Période de semis	•••	•••	••	•
Limons froids		-	••	•••	••
Précocité		P, MP, MT, T	P, MP, MT, T	P, MP	P
Tous types de sols*	Période de semis	•••	•••	••	•
Limons froids		•	••	•••	•
Précocité		P, MP	P, MP	P, MP	TP, P
Sols séchants	Période de semis	•••	••	••	•
	Précocité	P, MP	P, MPP, MP	TP, P	
Sols profonds	Période de semis	•••	•••	••	•
	Précocité	P, MP, MT, T	P, MP, MT, T	P, MP, MT	P, MP

* Sauf limons froids.

(Terres Inovia 2016)

Moitié nord



(Terres Inovia 2016)

- Semez entre 65 000 à 75 000 graines/ha selon la situation de la parcelle,
- Avec un semoir monograine classique, semez à 5 km/h maximum pour un positionnement régulier de la graine en profondeur.

Période de semis

- recommandée
- possible
- possible mais non conseillée
- déconseillée

Précocité variétale

- T : tardive
- MT : mi-tardive
- MP : mi-précoce
- P : précoce
- TP : très précoce

	21 AU 31 MARS	1 AU 20 AVRIL	21 AU 30 AVRIL	APRÈS LE 1 ^{ER} 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

(Terres Inovia 2016)

VARIÉTÉS



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

La majorité des variétés sont des hybrides, il existe très peu de variétés populations. Il y a deux types de tournesol, 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 résistance aux maladies : Mildiou, Phomopsis, Sclérotinia, Verticillium, Orobranche Cumona,
- la teneur en huile,
- le rendement,
- la vigueur au démarrage.

(Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire 2003)

FERTILISATION

Les besoins du tournesol en azote 4 unités d'azote par quintal toutefois, sa racine en pivot lui donne une forte capacité à extraire l'azote du sol en profondeur. Cependant, les carences azotées peuvent être un facteur limitant majeur du rendement. Il vaut mieux privilégier les produits à minéralisation rapide et localisés sur le rang.

Gestion de la fumure azotée

Conseil issus de références obtenues en agriculture conventionnelle

		OBJECTIF DE RENDEMENT	
		15 Q/HA (SOLS SUPERFICIELS)	25 Q/HA (SOLS PROFONDS)
Reliquat d'azote dans le sol au moment du semis	Faible (30 u)	30 u	60 u
	Moyen (60 u)	0 u	30 u
	Elevé (> 90 u)	0 u	0 u

Conseil de fumure de fond

(Terres Inovia 2016)

Conseils issus de références obtenues en agriculture conventionnelle

OBJECTIF DE RENDEMENT	P205			K20		
	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

(Terres Inovia 2016)

IRRIGATION

30 à 90 mm d'eau d'irrigation suffisent au tournesol pour atteindre son potentiel. L'irrigation en post-floraison peut apporter 2 à 3 points d'huile supplémentaire.

DÉSHERBAGE/MAÎTRISE DES ADVENTICES

Méthodes préventives

- Faux-semis

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.

(Terres Inovia 2016)

- Passage possible
- Passage possible avec précaution
- Passage à proscrire

Réglage de l'activité des dents de la herse :
inclinaison des dents faible à •••• forte

MALADIES ET RAVAGEURS

Limaces

- Privilégier le travail du sol en interculture pour détruire les adultes et leurs œufs, voir pratiquer des labours peu profonds (17-20 cm).

Mildiou

- Adapter les variétés (type RM9).

- 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

- 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.

Sclérotinia

- Enfourir 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 (ex : Constans (R) WG).

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 conséquentes.
- Levée rapide.
- Récolter tôt.
- Effaroucheurs.

(Terres Inovia 2016)

RÉCOLTE ET VALORISATION

La récolte se fait quand la majorité de la parcelle a atteint le stade optimale, 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, 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).

(Chambre d'Agriculture de Rhône-Alpes 2013)

(Terres Inovia 2016)

ATOUTS ET CONTRAINTES



ATOUTS

- 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



CONTRAINTES

- 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

TRITICALE

Le triticales s'adapte bien à tous les types de sols, notamment les sols acides et hydromorphes.

PRÉPARATION DU SOL

La préparation du sol est assez identique à celle du blé. Le triticales 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 triticales sur une parcelle propre.

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.

(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2012)



Crédit : Bonnard M./Chambre d'Agriculture de Vendée

SEMIS

Le semis se fait 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 triticales comme le seigle, a en effet 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, etc., et de limiter le risque de germination des grains.

SOL	SEMIS DU 10 AU 20/10	SEMIS DU 20 AU 31/10	SEMIS DU 1 ^{ER} AU 15 NOVEMBRE
Non caillouteux et sains	180 grains/m ²	220 grains/m ²	240 grains/m ²
Faiblement caillouteux ou battants	250 grains/m ²	300 grains/m ²	330 grains/m ²
Non caillouteux et hydromorphes	280 grains/m ²	300 grains /m ²	330 grains/m ²
Fortement caillouteux ou très humides	300 grains/m ²	350 grains/m ²	380 grains/m ²

(Arvalis Institut du végétal 2016)

VARIÉTÉS

Principaux critères de choix des variétés :

- la résistance aux maladies,
- la germination sur pied,
- la productivité,
- le poids spécifique,
- l'alternativité (période de semis).

Pour le choix des variétés, se référer aux références locales.

FERTILISATION

Besoin de la culture en unité/quintal :

- N : 3,
- P₂O₅ : 0,9,
- K₂O : 1,2.

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 U/ha) en sortie d'hiver.

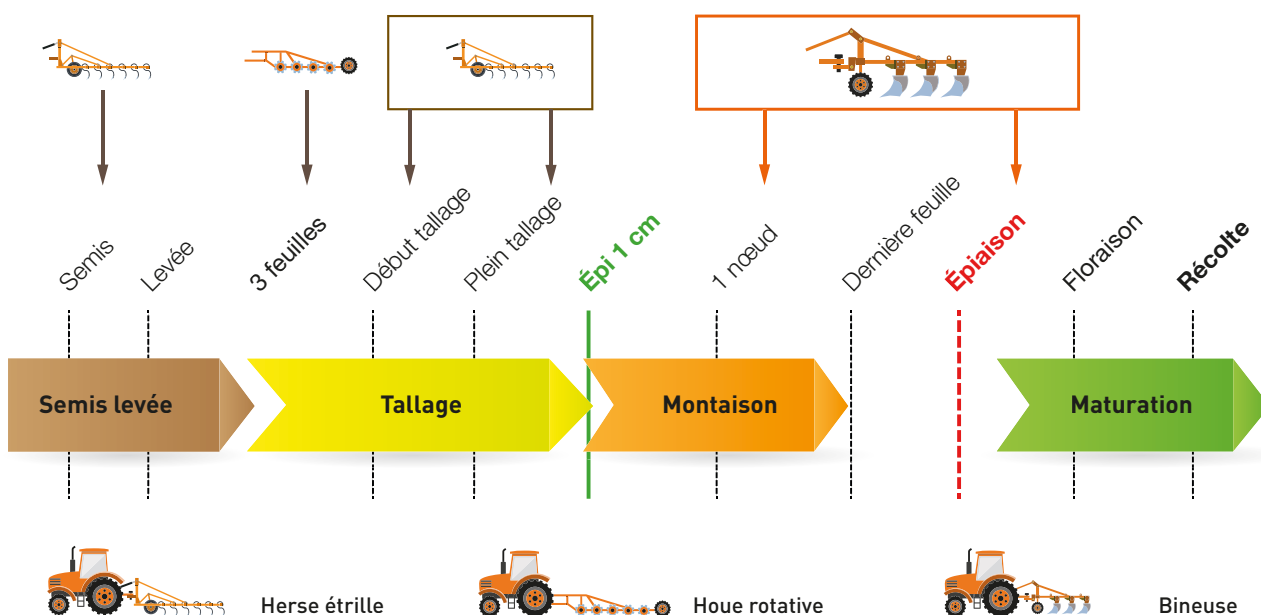
(Chambre d'Agriculture de Bretagne 2012)

DÉSHERBAGE/MAÎTRISE 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	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)



MALADIES ET RAVAGEURS

Le triticale est sensible à la carie, aux rouilles (rouille 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



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

La récolte s'effectue en 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, volailles), car le triticale 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 %.

- 2 % de grain cassé.
- 2 % de grain germé.
- PS : 70 à 71 %.

On utilise principalement le grain, mais il peut être ensilé immature, seul ou associé à un protéagineux.

(Chambre d'Agriculture région Nord Pas de Calais 2013)

Rendements : de 20 à 35 quintaux selon les potentiels de sols.

ATOUTS/CONTRAINTES



ATOUTS

- Rusticité
- Moindre sensibilité aux maladies
- Fort pouvoir étouffant
- Bonne productivité en grains et en paille



CONTRAINTES

- Risque de germination sur pied
- Sensibilité à la verse
- Appétence fourragère moindre que le blé mais moins acidogène
- Risque viscosité pour les volailles

BIBLIOGRAPHIE

- Le réseau des Chambres d'agriculture
- Instituts Techniques Agricoles
- Agro Transfert Ressources et Territoires
- Autres

Le réseau des Chambres d'agriculture

Chambres d'agriculture France/APCA

Chambres d'agriculture France. « Synthèse des essais sur les associations légumineuses et céréales mis en place en 2015 ». Sécuriser la culture des protéagineux en agriculture biologique. Réseau APCA Grandes Cultures.

AURA - Auvergne

Chambre d'agriculture Puy de Dôme. 2015. « Petit et grand épeautres ». Fiche technique AB.

AURA - Rhône Alpes

Chambre d'agriculture de la Drôme. 2005

Chambre d'agriculture de la Drôme. 2016. « La protection des cultures ».

Chambre d'agriculture de la Drôme. « Biologie des adventices ».

Chambre d'agriculture de la Drôme. « Les couverts végétaux en Grandes Cultures Bio ».

Chambres 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. 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 projets 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.

Chambres d'agriculture Rhône-Alpes. 2012d. « Mais Bio ». Agriculture biologique : fiches technico-économiques, 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. 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. 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 Rhône-Alpes 2013b. « Tournesol Biologique ». Agriculture biologique : fiches technico-économiques, Outils d'accompagnement des projets d'installation et de conversion.

Bourgogne-Franche Comté/Bourgogne

Chambre d'agriculture de Bourgogne et Bio Bourgogne. 2016. « Guide Grandes cultures biologiques en Bourgogne ».

Bourgogne-Franche Comté/ Franche Comté

Chambre d'agriculture Franche Comté, et Groupe Technique AB Franche Comté. 2012. « Le Colza en Franche Comté ». Les Fiches Techniques AB.

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.

Bretagne

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 triticale 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 Bretagne. « Pois protéagineux de printemps en agriculture biologique ». Céréales et oléoprotéagineux.

Centre-Val de Loire

Chambre d'agriculture Centre-Val de Loire. Octobre 2013. « Le faux semis ».
http://www.indre.chambagri.fr/fileadmin/cda36/documents/Publications/Fiches_Techniques/2013_Faux_semis-1.pdf.

Grand-Est/Champagne-Ardenne

Chambre d'agriculture de Champagne Ardenne. 2016. « Guide technique Grandes Cultures biologiques ».
Chambre d'agriculture de Champagne-Ardenne, région Champagne-Ardenne, et le club i3A. « Chanvre ».
<https://www.cr-champagne-ardenne.fr/Actions/AgricultureEtForet/DevelopperValeurAjouteeFilières/Documents/Panorama/Chanvre.pdf>

Grand-Est /Lorraine

Chambre d'agriculture Lorraine. 2014. « Les biostimulants. Synthèse de résultats d'essais réalisés par plusieurs Chambres d'agriculture. »

Haut de France/Nord-Pas de Calais

Chambre d'agriculture région Nord Pas de Calais. 2013b. « Blé ». Fiche technique agriculture biologique.
Chambre d'Agriculture de la région Nord Pas de Calais. 2013c. « Féverole ». 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.

Hauts de France/Picardie

Chambres d'agriculture Aisne-Oise-Somme. 2016. « Préconisations cultures et élevage en agriculture biologique ». Cahier Technique Bio.

Chambre d'agriculture de la Picardie, et Agro-Transfert Ressources et Territoires. 2007. « Sols et matières organiques. Mémento pour des notions utiles et contre les idées reçues ».

Chambre d'agriculture de Picardie, et Agro-Transfert Ressources et Territoires. 2007. « Sols et Matières Organiques. Mémento pour des notions utiles et contre les idées reçues ».

Chambre d'agriculture région Nord Pas de Calais. 2013a. « Avoine ». Fiche technique agriculture biologique.

Ile de France

Chambre interdépartementale d'agriculture. 2004a. « Blé tendre d'hiver biologique ».

Chambre interdépartementale d'agriculture d'Ile de France. 2004b. « Féverole biologique ».

Chambre interdépartementale d'agriculture d'Ile de France. 2004c. « Sarrasin biologique ».

Chambre interdépartementale d'agriculture d'Ile de France. 2006a. « association pois-céréale biologique ».

Chambre interdépartementale d'agriculture d'Ile de France. 2006b. « Colza biologique ».

Chambre interdépartementale d'agriculture d'Ile de France. 2006c. « Pois protéagineux de printemps biologique ».

Chambre interdépartementale d'agriculture d'Ile de France. 2007. « ENGRAIS VERT en agriculture biologique ».

Chambre interdépartementale d'agriculture d'Ile de France. 2013. « Labours d'hiver : objectifs et conditions de réalisation ». Bioplaine, no 30.

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).

Charlotte Glachant Chambre d'Agriculture de Seine et Marne. 2016. « Gestion de la fertilisation en grandes cultures biologiques ». Présenté à Résolia.

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).

Normandie

Chambre d'agriculture Normandie. « Bien concevoir sa rotation ».

Chambre d'agriculture Normandie. « La féverole, un concentré protéique et énergétique ».

Chambre d'agriculture Normandie. « Les associations céréales et protéagineux récoltées en grain ».

Chambre d'agriculture Normandie. « Les associations céréales protéagineux récoltées en fourrage ».

Chambre d'agriculture Normandie. « Produire du blé pour la meunerie ».

Chambre d'agriculture Normandie. « Réussir le maïs fourrage ».

Nouvelle Aquitaine/Limousin

Chambre d'agriculture du Limousin. 2014. « La culture des associations céréales et protéagineux en bio ».

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 ».

Nouvelle Aquitaine/ Poitou Charentes

Agrobio Poitou-Charentes, et Chambres d'agriculture Poitou Charentes. « Blé tendre bio. Fiche technique ». http://www.penser-bio.fr/IMG/pdf/Fiche_tech_bl_tendre.pdf.

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 ».

Occitanie /Midi Pyrénées

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 ». http://www.hautes-pyrenees.chambagri.fr/fileadmin/documents_ca65/Cultures/CulturesAgronomie/Bineuse/bineuseV2.pdf.

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 Midi-Pyrénées. « Le Pois protéagineux en agriculture biologique. Fiche technique ».

Chambre d'agriculture Midi Pyrénées. « La féverole en agriculture biologique. Fiche technique ».

Pays de la Loire

Chambre d'agriculture des Pays de la Loire. 2003. « Guide Pratique Grandes cultures et cultures fourragères en agriculture biologique ».

Boissinot F., Lecat A., et Salitot G. 2016. « Principes techniques pour conduire une association céréales-protéagineux, pour une récolte en GRAINS ». Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire.

Instituts Techniques Agricoles

ACTA

ACTA. « Eléments de biologie des mauvaises herbes. Les leviers de gestion de la flore adventice. »
RMT DévAB. « Cultiver sans labour en AB ». 2009, Axe 1 : Agronomie.

Arvalis Institut du Végétal

Decarrier A., Pelce L., Arvalis Institut du Végétal. 2017. « Le créneau idéal de semis se situe entre le 15 février et le 15 mars ». <https://www.arvalis-infos.fr/view-9412-arvarticle.html?region=&culture=52,67,87>.

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.

Arvalis Institut du Végétal, et ITAB. 2016. « "Référentiel Blé AB" 11 ans de résultats du réseau ITAB ». Memento et graphiques pluriannuels. http://www.itab.asso.fr/downloads/fiches-ble/11ans-resultats_2016.pdf.

Arvalis Institut du végétal, et ITAB. 2016. « "Référentiel blé AB" Les résultats du réseau ITAB ».

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.

Labreuche J., ARVALIS. Institut du Végétal. 2009. « Les Engrais verts : atouts et contraintes en grandes cultures biologiques ». présenté à : Journée Technique grandes cultures biologiques.

ITAB

Fourrié, L. (ITAB). 2012. « Gestion du sol en AB ». Alteragri, no 116 (novembre).

Guesquière J., Cadillon A., Fourrié L., et Fontaine L. 2012. « Choisir et réussir son couvert végétal pendant l'interculture en AB ». ITAB.

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.

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. « Vivaces Pluriannuelles ». http://www.itab.asso.fr/downloads/desherb-meca/dm-brochure-adventices_2_vivaces.pdf.

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.

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>.

TECHN'ITAB céréales. 2000. « La culture biologique du soja ».

TECHN'ITAB céréales. « La culture biologique du tournesol ».

Terres Inovia-CETIOM

CETIOM. 2015. « Chanvre industriel ».

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. <http://www.terresinovia.fr/colza/conduites-particulieres/colza-bio/conduites/>.

Terres Inovia. 2017. « Guide de culture bio soja 2017 ». http://www.terresinovia.fr/fileadmin/cetiom/kiosque/guide_soja_bio_2017/Guide_soja_bio2017_Terres-Inovia.pdf.

Terres Inovia. « Le semis du pois ». <http://www.terresinovia.fr/pois/cultiver-du-pois/implantation/semis/>.

Agro Transfert Ressources et Territoire

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. « Avantages des associations de culture » présenté à 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. « Leviers mobilisables pour les gestion de l'azote en agriculture biologique ». Projet Agri-Bio : de la connaissance à la performance, Cycle de l'azote.

Autres

- AgroParisTech. 2012. « Déchaumage ». 5 février. <https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/SIAFEEAGRONOMIE9cea/document/machinisme/techniques/tc-tsol-dechaum.htm#haut>.
- « Implantation des luzernières : le semis de printemps sous couvert, une alternative à redécouvrir ». 2012. In. Ferme de la Bergerie, Villarceaux (95).
- Association nationale de la meunerie française. 2011. « Cahier des charges cadre pour la farine de blé tendre destinée à la panification en boulangerie ». <http://www.anmf.com.fr/images/produits/58228bb5-4a05-481f-bbbe-5f81b50a5e13.pdf>.
- Delanote, L., Vuylsteke I., et Rapol J. 2006. « Le blé de printemps, un blé de qualité en culture biologique ». *Alteragri*, no 77 (mai): 6.
- Bedoussac L., Journet E-P., Hauggaard-Nielsen H., Naudin C., Corre-Hellou G., Jensen S.J., Prieur L., Justes E. 2015. « Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review ». *Agronomy for Sustainable Development*. Volume 35, Issue 3, pp 911–935
- Betencourt E. 2012. « Interactions entre céréale et légumineuse en association et acquisition de phosphore du sol : processus rhizosphériques sous-jacents ». Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques (Montpellier SupAgro). Manuscrit de thèse.
- Bonin L., Gautellier -Vizios L., et Metais P. 2016. « Pratiquer les faux-semis pour diminuer le stock semencier des parcelles ». <https://www.arvalis-infos.fr/view-11617-arvarticle.html>
- Fontaine L., Bonin L., Lieven J.3, Garnier J.-F., Zaganiacz V., Rodriguez A., Lemarié P.2013 Optimiser et promouvoir le désherbage mécanique en grandes cultures. *Innovations Agronomiques* 28, 113-125.
- Lefevre V. 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). Manuscrit de thèse.
- LPC Bio. 2013. « La herse étrille ».
- Métiver T., Milleville C., Guimas A., Fréville G., et Foulon F. 2013a. « La luzerne pour améliorer son autonomie fourragère ».
- Métiver T., Milleville C., Guimas A., Fréville G., et Foulon F. 2013b. « Le lupin, la graine très riche en protéines qui pousse en Normandie ».
- Mangin M. Arvalis Institut du végétal. 10 janvier2014. « Semer du blé tendre en agriculture biologique ». <https://www.arvalis-infos.fr/semers-du-ble-tendre-en-agriculture-biologique-@/view-14692-arvarticle.html>.
- Morel C., Le Clech B., et Pellerin S. 2006. « Gare à la baisse de la biodisponibilité du phosphore ». *Alteragri*, no 79 (octobre).
- Peigné, J., Védie H., Demeusy J., Gerber M., Vian J.F., Gautronneau Y., Cannavacciuolo M., Aveline A., Giteau J.L., et Berry D. 2009. « Techniques sans labour en agriculture biologique ». *Innovations Agronomiques* 4: 23-32.
- Peigné J., et Heddadj D. 2016. « Le non labour en agriculture biologique ». Présenté au Le Rendez-vous cultures et machinisme, Grand Ouest-Station de Kerguéhennec-BIGNAN 56. <https://www.slideshare.net/chambreagriculture/le-non-labour-en-agriculture-biologique>.
- 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*.
- 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
- Viaux P. 1999. *Une 3 ème voie en Grande Culture : environnement, qualité, rentabilité*. Paris.
-

Contacts

Chambres d'agriculture France (APCA)

Référent animateur national :

- Alain Lecat : alain.lecat@agriculture-npdc.fr
Tel : 03 20 88 67 54 - Mobile : 06 77 67 31 13

Chambre d'agriculture Auvergne-Rhône Alpes

Référent grandes cultures biologiques Auvergne-Rhône Alpes :

- Olwen Thibaud : olwen.thibaud@isere.chambagri.fr
Tel : 04 76 20 67 89 - Mobile : 06 07 80 88 43

Chambre d'agriculture Bourgogne-Franche-Comté

Référents grandes cultures biologiques :

- Patrice Côte : p.cote@yonne.chambagri.fr
Tel : 03 86 94 82 90

Chambre d'agriculture Bretagne

Référent grandes cultures biologiques :

- Jean-Luc Giteau : jean-luc.giteau@bretagne.chambagri.fr
- Aurélien Dupont : aurelien.dupont@bretagne.chambagri.fr
Tel : 02 96 79 21 66

Chambre d'agriculture Centre-Val de Loire

Référents grandes cultures biologiques :

- Vincent Moulin fdgeda-moulin@orange.fr
- Matthieu Le Bras m.lebras@eure-et-loir.chambagri.fr
- Marine Féret marine.feret@indre.chambagri.fr
- Patrice Ménétrier patrice.menetrier@cda37.fr
- Frédéric Cadoux frederic.cadoux@loir-et-cher.chambagri.fr
- Myriam Ouy ouym45d@loiret.chambagri.fr

Chambre d'agriculture Grand-Est

Référents grandes cultures biologiques :

- Benoît Gassmann : b.gassmann@alsace.chambagri.fr
Tel : 03 88 79 55 36
- Matthieu Zehr : matthieu.zehr@grandest.chambagri.fr
Tel : 03 83 96 35 02 - Mobile : 06 72 86 97 76

Chambre d'agriculture Hauts-de-France

Référents grandes cultures biologiques :

- Alain Lecat : alain.lecat@agriculture-npdc.fr
Tel : 03 20 88 67 54 - Mobile : 06 77 67 31 13
- Gilles Salitot : gilles.salitot@oise.chambagri.fr
Tel : 03 44 11 44 65

Chambre d'agriculture Ile de France

Référente grandes cultures biologiques :

- Charlotte Glachant : charlotte.glachant@seine-et-marne.chambagri.fr
Tel : 01 64 79 31 14 - Mobile : 06 07 18 19 07

Chambre d'agriculture Nouvelle Aquitaine

Référents grandes cultures biologiques :

- Oliver Guérin : olivier.guerin@charente-maritime.chambagri.fr
Tel : 05 46 50 45 00-Mobile : 06 69 70 08 10
- Noëllie Lebeau : noellie.lebeau@creuse.chambagri.fr
Tel : 05 55 61 50 31 - Mobile : 07 71 07 81 16
- Philippe Mouquot : philippe.mourot@gironde.chambagri.fr
Tel : 05 56 79 64 13 - Mobile : 06 73 99 96 35

Chambre d'agriculture Normandie

Référents grandes cultures biologiques :

- Fabien Le Ny : fabien.leny@normandie.chambagri.fr
- Amandine Guimas : amandine.guimas@orne.chambagri.fr
Tel : 02 33 31 49 92 - Mobile : 06 30 57 52 78
- Jacques Girard : j.girard@calvados.chambagri.fr
Tel : 02 31 53 55 07 - Mobile : 06 74 09 25 98

Chambre d'agriculture Occitanie

Référents grandes cultures biologiques :

- Jean Arino : j.arino@gers.chambagri.fr
Tel : 05 62 61 77 50-Mobile : 06 80 66 86 89
- Pierre-Yves LE NESTOUR : pierre-yves.lenestour@haute-garonne.chambagri.fr
Tel : 05 61 10 42 79 - Mobile : 06 75 51 79 36

Chambre d'agriculture Pays de la Loire

Référent grandes cultures biologiques :

- François Boissinot : francois.boissinot@pl.chambagri.fr
Tel : 02 41 18 60 34 - Mobile : 06 08 87 96 09

Chambre d'agriculture Provence-Alpes-Côte d'Azur

Référente grandes cultures biologiques :

- Caroline Barbot : cbarbot@ahp.chambagri.fr
Tel : 04 92 30 57 69

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

Avec la participation de

- Jean ARINO
- Caroline BARBOT
- Elodie BETENCOURT
- François BOISSINOT
- Jean CHAMPION
- Charlotte GLACHANT
- Aurélien DUPONT
- Anne GLANDIERES
- Amandine GUIMAS
- Jeanne Marie LABROSSE
- Noëllie LEBEAU
- Alain LECAT
- Lucien MARTINEZ
- Gilles SALITOT
- Olwen THIBAUD

Pour la réalisation/création

- Agence Bulles de Couleurs

