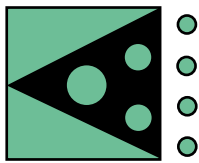




Produire des semences de céréales *en agriculture biologique*

- *Règlementation*
- *Techniques de production*



FNAMS

Fédération
Nationale
des Agriculteurs
Multiplicateurs
de Semences

FNAMS
74 rue Jean-Jacques Rousseau
75001 PARIS
Tél : 01 44 82 73 33 - www.fnams.fr

Centre Technique
Impasse du Verger - Brain-sur-l'Authion
49800 LOIRE-AUTHION
Tél : 02 41 80 91 00

Document réalisé dans le cadre des actions techniques
de la section Céréales à paille et protéagineux de SEMAE.



Imprimé par Setig Abélia - 6 rue de la Claie - BP 20053 - 49071 Beaucouzé cedex
Dépôt légal : Juin 2021 - Achevé d'imprimer : Juin 2021 - ISBN : 978-2-9572801-5-5
Prix : 15 € TTC

Edito



Chers collègues multiplicateurs de semences de céréales bio,

C'est avec satisfaction que nous vous proposons ce guide de multiplication de semences de céréales biologiques.

L'agriculture biologique est en plein essor et dans son sillage, la production de semences bio l'est également. Dans la grande famille des céréales à pailles, quelques espèces sont sous le régime « hors dérogation », ce qui implique d'utiliser obligatoirement des semences certifiées bio. Ainsi, si vous ne trouvez pas de semences bio françaises pour la variété de votre choix, deux solutions s'offrent à vous : soit changer de variété, soit tenter d'aller la chercher à l'import ! Ce qui peut paraître paradoxal quand on sait que la France est le premier exportateur mondial de semences.

Le développement déjà amorcé des surfaces de multiplication de semences de céréales biologiques est nécessaire et implique entre autres l'engagement de nouveaux agriculteurs multiplicateurs.

Cette filière particulière doit respecter deux normes de production, tout d'abord la certification AB réalisée par votre organisme certificateur mais également la certification de votre lot de semences réalisée par le SOC (Service Officiel de Contrôle et Certification).

Ce guide établit une bonne base théorique de la production de semences de céréales à paille, avec les points et les étapes clés, comme le choix de la parcelle, la maîtrise des adventices indésirables en productions de semences, la récolte et le stockage.

Bien sûr, rien ne remplacera l'expérience. Mais les techniciens de productions de votre établissement semencier sont là pour vous aider, tout comme la FNAMS qui peut apporter les réponses à vos questions sur les techniques de production.

Bonne lecture !

Thomas Bourgeois,
Président de la FNAMS

Table des matières

Réglementation

Règles relatives à la réglementation des semences.....	5
Règles relatives à l'agriculture biologique	9

Implantation

Choix de la parcelle	10
Préparation du lit de semences.....	11
Semis.....	12

Adventices

Gestion des adventices	15
------------------------------	----

Bioagresseurs

Gestion des maladies.....	25
Les principaux ravageurs des céréales.....	36

Fertilisation	39
----------------------------	----

Irrigation	45
-------------------------	----

Récolte et stockage	46
----------------------------------	----

Réglementation

Règles relatives à la réglementation des semences

La réglementation relative à la production des semences de céréales à paille s'appuie principalement sur le règlement technique annexe des céréales autogames (variétés lignées et variétés hybrides).

Le système de production des semences de base est fondé sur la filiation généalogique et se réalise en 4 ans selon le schéma suivant :

- Les épis issus des plantes initiales constituent le matériel de départ ou G0 ;
- Le produit obtenu par le battage du matériel de départ (G0) forme la première génération de semences appelée G1. Une partie des plantes est récoltée pour établir le matériel de départ de l'année suivante ;
- Le produit obtenu par le semis de G1 forme la deuxième génération ou G2 ;
- Le produit obtenu par le semis de G2 forme la troisième génération ou G3 ;
- Le produit obtenu par le semis de G3 forme la quatrième génération ou G4, qui constitue normalement la semence de base.

Pour le cas du seigle, le système de production de semences de base est établi par l'obtenteur et déclaré au SOC. Ce système repose sur le maintien du matériel de départ et de la filiation.

La production de semences certifiées (pour les deux cas cités ci-dessus) n'est autorisée que pour la première génération issue des semences de base ou R1.

Les règles de culture

L'origine des semences mères utilisées pour une multiplication doit pouvoir être justifiée par l'agriculteur multiplicateur de semences sous présentation des sacs ayant une étiquette officielle apposée. L'état cultural doit permettre de réaliser correctement une inspection car un mauvais état cultural peut être une cause de refus.

Précédent cultural

La parcelle de multiplication ne doit pas avoir porté de céréales de la même espèce au cours de l'année précédente, sauf dans le cas d'un précédent de la même variété et de la même catégorie de semences certifiées, à condition que la pureté variétale soit maintenue de façon satisfaisante. Pour le seigle, la parcelle de multiplication ne doit ni avoir porté de seigle au cours des deux années précédentes, ni présenter de repousses de seigle.

Isolement

Cas des productions de semences non hybrides

Les mesures d'isolement des parcelles de multiplication sont décrites dans le tableau 1 pour les céréales autogames et dans le tableau 2 pour le seigle. Dans le cas des céréales autogames, toutes les distances mentionnées dans le tableau 1 peuvent être réduites s'il existe une protection suffisante contre toute pollinisation étrangère indésirable.

Tableau 1: Distances d'isolement pour les semences de céréales à paille non hybrides (sauf seigle)

Distances d'isolement par rapport à :	Semences de prébase (PB)			Semences de base (SB)	Semences certifiées (SC)
	Semis matériel de départ G0 pour récolte G1 ⁽¹⁾	Semis G1 pour récolte G2 ⁽¹⁾	Semis G2 pour récolte G3 ⁽¹⁾	Semis G3 pour récolte SB	Semis SB pour récolte SC
Culture de la même espèce mais d'une autre variété :					
– Toutes espèces (sauf triticales et alpiste)	30 m	30 m	20 m	10 m	5 m
– Alpiste	300 m	300 m	300 m	300 m	250 m
– Triticale	50 m	50 m	50 m	50 m	20 m
Culture de semences de la même variété :					
– Toutes espèces	-	1 m	1 m	1 m	1 m
Culture de consommation de la même variété	10 m	10 m	10 m	10 m	1 m

(1) Les distances d'isolement ne s'appliquent pas si la parcelle de production est entourée sur une largeur d'au moins 10 m par une parcelle ensemencée de la même variété.

Tableau 2 : Distances d'isolement pour les semences de seigle non hybride

Distances d'isolement par rapport à :	Semences de prébase et base	Semences certifiées	
		Diploïdes	Tétraploïdes
Champ d'une autre variété de la même espèce	Var. diploïdes	1 000 m	1000 m
	Var. tétraploïdes	1 000 m	500 m
Champ de la même variété		500 m	250 m

Cas de la production de semences hybrides

Pour la production de semences hybrides d'orge (variétés SMC (stérilité mâle cytoplasmique)), la distance minimale d'isolement avec des sources de pollen est de 100 m pour les bases et 50 m pour les semences certifiées. Pour la production de semences de seigle hybride, la distance d'isolement avec les parcelles de seigle d'une autre variété est de 1 000 m (variétés SMC) ou de 600 m (variétés non SMC) pour les prébases et bases, et de 500 m pour les semences certifiées. La production de semences hybrides faisant intervenir un agent chimique d'hybridation n'est pas compatible avec le règlement AB.

Etat sanitaire

La parcelle de multiplication doit être pratiquement exempte d'organismes nuisibles réduisant la valeur d'utilisation et la qualité des semences.

De plus, dès la constatation des premiers symptômes de charbon (blé, orge, avoine, épeautre), carie (blé) et helminthosporiose (orge), les plantes atteintes sont arrachées et évacuées pour éviter la contamination des autres plantes saines.

Contrôles des cultures et des lots

Déclaration et inspection des cultures

Les cultures productrices de semences de céréales doivent être déclarées au Service Officiel de Contrôle (SOC) en vue de leur contrôle avant le 31 décembre de chaque année pour les semis d'hiver et avant le 30 avril de chaque année pour les semis de printemps. Cette déclaration est généralement effectuée par l'établissement semencier.

Les parcelles de multiplication seront inspectées au minimum une fois lors de la période d'inspection (de l'épiaison à la maturité). Elle est réalisée par un technicien des entreprises productrices agréées par le SOC et placées sous sa supervision. Le SOC émet ensuite une notification de conformité à l'attention de l'entreprise sous la forme d'un état récapitulatif des cultures acceptées et refusées. Dans le cas d'un refus, l'agriculteur est informé spécifiquement par un « avis d'inspection ».

Pureté variétale

Cas de la production de semences non hybrides

L'identité variétale est vérifiée et la pureté variétale est évaluée conformément aux instructions données par le SOC aux personnes agréées pour l'inspection des cultures. En ce qui concerne le seigle et l'alpiste, le nombre de plantes dans la parcelle de multiplication identifiables comme non conformes à la variété ne doit pas dépasser :

- 1 par 30 m² pour les semences de prébase et base ;
- 1 par 10 m² pour les semences certifiées.

Dans le cadre des céréales autogames (hors alpiste) la pureté variétale est détaillée dans le tableau 3.

Tableau 3 : Normes de pureté variétale au champ pour la production de semences de céréales autogames non hybrides (hors alpiste)

	Catégorie à produire	Taux maximum d'impuretés	
Blé Epeautre Orge Avoines	Semences de prébase et base	1 ‰	*Plante d'une autre variété *Hybride naturel
	Semences certifiées	3 ‰	*Disjonction *Autre aberrant ⁽¹⁾
Triticale	Semences de prébase et base	3 ‰	Toute plante différente du type variétal
	Semences certifiées	10 ‰	

(1) Les mutants sont notés à part (notamment émeraude spelloïde compactoïde et effilé dans les blés, fatuoïde dans les avoines)

Cas de la production de semences hybrides

Pour la production de semences certifiées d'hybrides d'avoines, blés, épeautre et triticale, la culture doit présenter une identité et une pureté variétales suffisantes pour ce qui implique les caractéristiques de ses composantes.

- Production de semences d'orge hybride utilisant la stérilité mâle cytoplasmique

Le pourcentage en nombre de plantes manifestement non conformes au type ne dépasse pas :

- Pour les cultures destinées à la production de semences de base : 0,1 % pour la lignée mainteneuse et la lignée restauratrice et 0,2 % pour le composant femelle SMC ;
- Pour les cultures destinées à la production de semences certifiées, 0,3 % pour la lignée restauratrice et le composant femelle SMC et 0,5 % dans le cas où le composant femelle SMC est un hybride simple.

Le taux de stérilité mâle du composant femelle doit être au moins égal à :

- 99,7 % pour les cultures utilisées pour produire les semences de base ;
- 99,5 % pour les cultures utilisées pour produire les semences certifiées.

Les exigences énoncées ci-dessus seront évaluées dans le cadre d'un contrôle officiel a posteriori sauf dans le cas où l'évaluation est possible au champ, comme cela est le cas lorsque la culture est implantée en bandes alternées du composant femelle et du composant mâle.

- Production de semences hybrides de seigle :

- Pour la production de semences de prébase et base, le nombre de plantes de la culture identifiables comme étant non conformes au composant ne dépasse pas une pour 30 m². Dans le cas d'une variété utilisant la stérilité mâle, le taux de stérilité du composant mâle stérile est d'au moins 98 %.
- Pour la production de semences certifiées, le nombre de plantes de la culture dans le composant femelle qui sont reconnaissables comme étant non conformes à celui-ci, ne dépasse pas une pour 10 m². Au besoin, les semences certifiées sont produites dans une culture mixte associant le composant femelle mâle stérile à un composant mâle qui restaure la fertilité mâle.

Certification des lots

Les lots de semences de céréales autogames et de seigle présentés à la certification, en vue de la commercialisation vers l'utilisateur final, doivent satisfaire différentes conditions présentées dans les tableaux 4 et 5. Les analyses sont confiées à des laboratoires reconnus ou agréés par le SOC.

Dans le cas spécifique des semences des lots de blé tendre destinés à l'ensemencement sur le territoire français par l'utilisateur final, ils ne doivent contenir aucune spore de *Tilletia* sp. responsable de la carie, sauf si le lot a été traité par un produit ou un procédé reconnu efficace.

Tableau 4 : Normes de certifications des lots de semences des différentes catégories de semences de céréales autogames

Espèces	Catégorie de semences	Pureté variétale minimale (% de grains)	Faculté germinative mini (% de grains)	Pureté spécifique minimale (% du poids)	Humidité maximale (% de teneur en eau)	Teneur maximale en nombre dans un échantillon de 500 g			
						Semences d'autres espèces de plantes			Nombre maximal de corps de champignons (sclérotés, fragments de sclérotés ou ergots)
						Total	Dont autres espèces de céréales	Dont espèces de plantes autres que céréales	
Alpiste	Prébase et base	/	75	98	16,5	4	1 (a)	0 <i>Avena Fatua</i> , <i>Avena sterilis</i> , <i>Avena ludoviciana</i> ou <i>Lolium temulentum</i> (b)	1
	Certifiées	/	75	98	16,5	10	5	0 <i>Avena Fatua</i> , <i>Avena sterilis</i> , <i>Avena ludoviciana</i> ou <i>Lolium temulentum</i> (b)	3
Blés, Epeautre, Orge, Avoines	Prébase et base	999	85 (c)	99	16,5 (d)	4	1 (a)	3 dont 1 <i>Raphanus raphanistrum</i> ou <i>Agrostemma githago</i> , 0 <i>Avena Fatua</i> , <i>Avena sterilis</i> , <i>Avena ludoviciana</i> ou <i>Lolium temulentum</i> (b)	1
	Certifiées	997 (e) (f)	85 (c)	98	16,5 (d)	10	7	7 dont 3 <i>Raphanus raphanistrum</i> ou <i>Agrostemma githago</i> , 0 <i>Avena Fatua</i> , <i>Avena sterilis</i> , <i>Avena ludoviciana</i> ou <i>Lolium temulentum</i> (b)	3
Triticale	Prébase et base	997	80	99	16,5	4	1 (a)	3 dont 1 <i>Raphanus raphanistrum</i> ou <i>Agrostemma githago</i> , 0 <i>Avena Fatua</i> , <i>Avena sterilis</i> <i>Avena ludoviciana</i> ou <i>Lolium temulentum</i> (b)	1
	Certifiées	990 (e)	80	98	16,5	10	7	7 dont 3 <i>Raphanus raphanistrum</i> ou <i>Agrostemma githago</i> , 0 <i>Avena Fatua</i> , <i>Avena sterilis</i> , <i>Avena ludoviciana</i> ou <i>Lolium temulentum</i> (b)	3

- (a) Une deuxième graine n'est pas considérée comme une impureté si un second échantillon du même poids est exempt de graines d'autres céréales.
 (b) Une graine de *Avena Fatua*, *Avena sterilis*, *Avena ludoviciana* ou *Lolium temulentum* n'est pas considérée comme une impureté si un deuxième échantillon du même poids est exempt de graines de ces espèces.
 (c) Dans le cas des variétés de *Hordeum vulgare* qui sont officiellement classées comme variétés du type "orge nue", la faculté germinative minimale est réduite à 75 % des semences pures. L'étiquette officielle porte l'indication "faculté germinative minimale 75 %". Pour l'espèce *Avena nuda* la faculté germinative est réduite à 75 %.
 (d) Le pourcentage d'humidité des lots de semences non traitées est ramené à 14,5 pour le blé dur et à 15 pour les autres espèces.
 (e) Pour les semences de variétés hybrides, la pureté variétale minimale des semences de la catégorie « Semences certifiées » est de 90 %.
 (f) Pour les semences de variétés hybrides d'orge produites avec SMC (Stérilité mâle cytoplasmique) la pureté variétale de la catégorie « semences certifiées » est de 85 %. Les impuretés autres que le restaurateur ne dépassent pas 2%. La pureté variétale minimale est évaluée dans le cadre de contrôles officiels réalisés a posteriori sur une proportion adéquate d'échantillons.

Tableau 5 : Normes de certifications des lots de semences des différentes catégories de semences de seigle

Catégorie de semences		Faculté germinative mini (% de grains)	Pureté spécifique mini (% du poids)	Humidité maximale (% de teneur en eau)	Teneur maximale en nombre dans un échantillon de 500 g			
					Semences d'autres espèces de plantes			Nombre maximal de corps de champignons (sclérotés, fragments de sclérotés ou ergots)
					Total	Dont autres espèces de céréales	Dont espèces de plantes autres que céréales	
Prébase et base	Variétés non hybrides	85	98	15	4	1 (1)	3 dont 1 <i>Raphanus raphanistrum</i> ou <i>Agrostemma githago</i> , 0 <i>Avena Fatua</i> , <i>Avena sterilis</i> <i>Avena ludoviciana</i> ou <i>lolium temulentum</i> (2)	1
	Variétés hybrides							1
Certifiées	Variétés non hybrides	85	98	15	10	7	7 dont 3 <i>Raphanus raphanistrum</i> ou <i>Agrostemma githago</i> , 0 <i>Avena Fatua</i> , <i>Avena sterilis</i> <i>Avena ludoviciana</i> ou <i>lolium temulentum</i>	3
	Variétés hybrides							4 (3)

- (1) Une deuxième graine n'est pas considérée comme une impureté si un second échantillon du même poids est exempt de graines d'autres céréales.
 (2) Une graine d'*Avena Fatua*, *Avena sterilis*, *Avena Ludoviciana* ou *Lolium temulentum* n'est pas considérée comme une impureté si un deuxième échantillon du même poids est exempt de ces espèces.
 (3) La présence de 5 corps de champignons, tels que les sclérotés, les fragments de sclérotés ou les ergots, dans un échantillon du poids prescrit est considérée comme répondant aux normes lorsqu'un deuxième échantillon du même poids ne contient pas plus de 4 corps de champignons.

Réglementation de la production de semences de riz *Oriza sativa*

Le cas de la production de semences de riz apparaît également dans le règlement technique annexe des semences certifiées de céréales autogames mais ne sera pas mentionné dans ce guide.

Pour connaître la réglementation de la production de semences de riz, se reporter à la réglementation technique annexe des semences certifiées de céréales autogames.



Règles relatives à l'agriculture biologique

Le nouveau règlement relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques (UE 2018/848), a été publié au Journal Officiel de la Communauté Européenne le 14 juin 2018, avec une entrée en application le 1^{er} janvier 2022 en remplacement du règlement CE 834/2007.

La production biologique obéit aux principes fondamentaux suivants, qui perdurent dans le nouveau règlement :

- Interdiction des produits chimiques de synthèse (pesticides et engrais minéraux de synthèse) et de manière générale limitation des intrants (additifs, conservateurs...) non naturels ;
- Interdiction du recours aux Organismes Génétiquement Modifiés (OGM) ;
- Application de méthodes culturales faisant intervenir la rotation des cultures, la gestion des sols, le recyclage des matières organiques, la lutte biologique, le maintien de la biodiversité...



La liste des [intrants utilisables](#) en AB est disponible sur le site de l'INAO (Institut National de l'Origine et de la Qualité).

La conversion à l'agriculture biologique dure 2 ans pour les cultures annuelles et 3 ans pour les cultures pérennes. La certification bio est délivrée par un organisme certificateur qui vérifie la conformité des opérations de production avec la règle-

mentation AB.

La production biologique doit obligatoirement se faire à partir de matériels de reproduction biologiques et les opérateurs doivent privilégier, si possible, les matériels de reproduction adaptés à l'agriculture biologique. L'enjeu pesant sur la production de semences est donc important. Toutefois, le système dérogatoire déjà existant dans l'ancien règlement permettant à un agriculteur biologique d'utiliser des semences conventionnelles non traitées ou des semences issues d'exploitations en conversion à l'AB perdurera jusqu'au 31 décembre 2036. La base de données www.semences-biologiques.org, gérée par SEMAE, recense les disponibilités en semences biologiques et permet aux agriculteurs d'obtenir en ligne une dérogation s'ils ne peuvent trouver la variété qui les intéresse. Le blé tendre, l'épeautre, l'orge de printemps et le triticale sont des espèces dont la disponibilité en semences est considérée comme suffisante depuis déjà quelques années. Le seigle, l'avoine et l'orge d'hiver les rejoignent en hors dérogation avec un entrée en application le 1^{er} juillet 2021. Pour le blé dur, ce passage est prévu le 1^{er} janvier 2023 et pour le sarrasin, le 1^{er} juillet 2025. Dès son passage en hors dérogation, l'espèce ne peut plus bénéficier de dérogations sauf cas exceptionnels soumis à l'avis d'un comité d'expert de l'INAO.

Le matériel hétérogène biologique (MHB)

Le MHB est une nouvelle notion introduite dans le règlement 2018/848 spécifiquement dédiée à la production biologique.

Il y est défini comme un ensemble végétal d'un seul taxon botanique du rang le plus bas connu qui présente des caractéristiques phénotypiques communes. Il est également caractérisé par une grande diversité génétique et phénotypique entre les différentes unités reproductives et n'est pas considéré comme une variété ou un mélange de variétés au sens du règlement (CE) n°100/94. Par ailleurs, le MHB peut être commercialisé sans répondre aux dispositions des directives relatives à la commercialisation des semences. Un acte délégué définit et précise les dispositions relatives aux méthodes de sélection, de maintenance et de production de ce type de matériel, ainsi que ses normes de commercialisation et d'étiquetage.

Implantation

Choix de la parcelle

Le choix de la parcelle où semer la céréale semence dépend des exigences de la culture, du précédent, de l'historique d'enherbement de la parcelle, voire de la présence d'interculture. En production de semences, les distances d'isolement entre parcelles de céréales sont aussi à prendre en compte même si elles sont faibles (voir chapitre Réglementation).

Exigences vis-à-vis du sol

Toutes les céréales n'ont pas les mêmes exigences vis-à-vis du sol, de son pH ou de sa teneur en minéraux. Par exemple, le triticale et le seigle supportent des sols acides tandis que l'orge préfère des sols calcaires (figure 1). Le seigle ou l'épeautre peuvent se suffire d'un sol pauvre (figure 3) alors que le blé ou l'orge demandent plus d'azote.

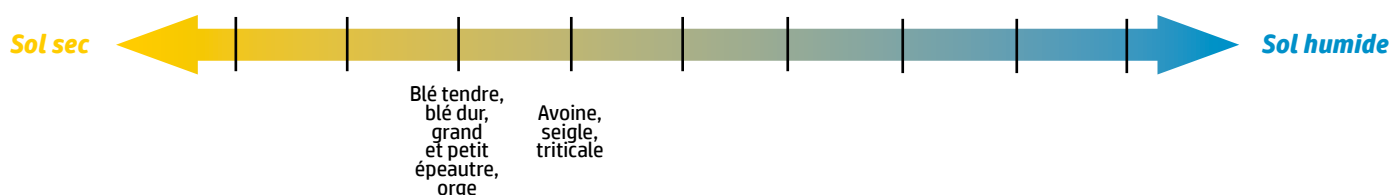
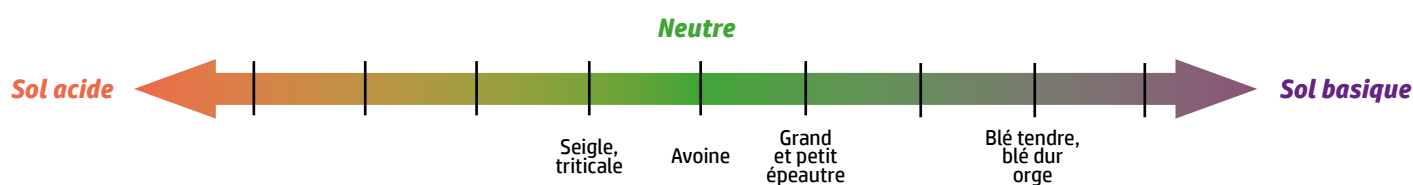


Figure 3 - Exigence en nutriments des céréales (d'après Tela Botanica)

Exigences vis-à-vis du climat

La sensibilité au froid, notamment lors du tallage, est variable selon l'espèce. L'orge de printemps est l'espèce la plus sensible au froid alors que le seigle résiste bien aux faibles températures. Le choix de l'espèce cultivée variera donc selon l'intensité habituelle du froid hivernal.

Précédent

En AB, au cours de la rotation, les céréales sont fréquemment semées derrière une légumineuse (soja, luzerne, trèfle, prairie de graminées + légumineuses...) pour son apport d'azote. Mais plusieurs autres précédents sont possibles (tableau 6).

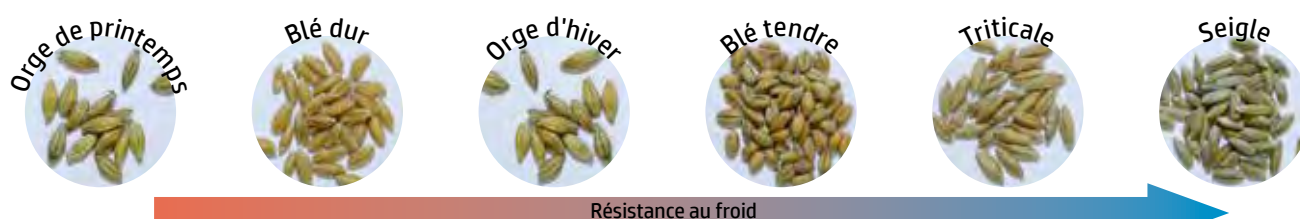


Tableau 6 : Avantages et inconvénients de divers précédents des céréales semence

Précédent	Avantages	Inconvénients
Légumineuse (pois, soja, luzerne...)	Apport d'azote La luzerne laisse une parcelle propre	La luzerne peut être difficile à détruire (espèce vivace)
Colza	Laisse du temps pour faire des faux-semis Pas de maladie commune avec les céréales	
Tournesol	Laisse un sol propre en général Pas de maladie commune avec les céréales	Peut créer une « faim » d'azote lors de la décomposition
Prairie	Apport de matière organique et d'azote si présence de légumineuses	Risque de taupins
Maïs / sorgho	Laissent un sol propre en général	Récolte tardive, peu de temps pour retravailler le sol en cas de tassement Source d'inoculum de Fusariose préjudiciable à la qualité des semences Peuvent créer une « faim » d'azote lors de la décomposition
Autre céréale		Maladies communes ; Problème de repousses souvent non triables

La succession culturale est le premier levier pour éviter des repousses indésirables.

Le règlement technique annexe de la production de semences de céréales autogames indique qu'une parcelle de semences de céréales en année n ne doit pas avoir porté de céréales de la même espèce en année n-1 (également en année n-2 pour le seigle semences) dans le but d'éviter les repousses. Cela ne s'applique pas s'il s'agit de la même variété et de la même catégorie de semences.

Pour limiter les problèmes d'impuretés liés à des repousses, la FNAMS préconise d'éviter la présence de céréales en année n-2 voire en année n-3 (sauf céréale de la même variété). Cela permet d'amoindrir le risque de maladies comme la fusariose et l'ergot. Si la plantation d'une production de céréales semences ne peut être évitée sur une parcelle ayant porté une céréale dans les 2 à 3 années précédentes, il est alors préconisé de réaliser un labour et/ou des faux semis et déchaumages. Attention néanmoins à ne pas labourer chaque année au risque de faire revenir à la surface semences et bioagresseurs précédemment enfouis. Les espèces considérées comme impuretés dans les parcelles de production de semences sont listées tableau 7.

Si des repousses de céréales sont constatées sur une parcelle, il est parfois nécessaire de procéder à une épuration (arrachage) afin de préserver la pureté spécifique des cultures.

Enherbement

L'historique d'enherbement de la parcelle est à prendre en compte. Par exemple, la folle-avoine étant considérée comme une impureté (tableau 7), il vaut mieux éviter les parcelles ayant eu une forte présence de folle-avoine durant les années précédentes (même s'il est possible de l'écimer).

Tableau 7 : Espèces considérées comme impuretés dans les parcelles de production de semences (Source SEMAE)

Culture en production de semences	Impuretés
Avoine	Folle-avoine
Blé dur	Blé tendre, Orge, Folle-avoine
Blé tendre	Orge, Folle-avoine, Vesce, Gesse
Orge	Blé, Folle-avoine
Triticale	Blé, Orge, Seigle, Folle-avoine
Seigle	Autres céréales, Folle-avoine

Préparation du lit de semences

La préparation du sol vise à favoriser une levée homogène et rapide de la culture. De plus, l'obtention d'un sol nivelé est utile pour passer efficacement la herse étrille en cours de culture.

Les semences de céréales sont assez grosses. Un travail du sol très affiné n'est pas nécessaire, d'autant plus qu'un lit de semences trop fin peut favoriser la formation d'une croûte de battance sur les sols qui y sont sensibles.

Les céréales d'hiver peuvent se contenter d'un lit de semences relativement grossier. Celles de printemps, qui ont un enracinement moins développé, sont plus sensibles à la présence d'obstacles dans le sol (tassement, sol creux...). Une structure fragmentaire et aérée leur est nécessaire pour une bonne implantation.

Pour des céréales d'hiver, le travail du sol peut par exemple se composer d'un déchaumage, suivi d'un labour superficiel, puis d'un passage de vibroculteur, herse plate ou herse rotative pour affiner les mottes, et enfin d'un faux semis détruit à la herse étrille.

Semis

Date de semis

Pour éviter les levées d'adventices d'automne, le semis des céréales d'hiver peut être retardé par rapport au conventionnel. Cela permet d'avoir le temps de réaliser des faux-semis et de limiter les adventices à levée de fin d'été comme le vulpin.

La date de semis est à réfléchir en fonction de l'espèce, du type hiver / printemps et de la précocité de la variété, ou bien encore de l'arrivée habituelle de problèmes climatiques (froid, pluies en sol argileux, sécheresse en fin de cycle...).

La bonne fourchette de dates de semis des blés bio s'étale du 15 octobre au 15 novembre en plaine, et de fin septembre à fin octobre en altitude. Pour l'avoine d'hiver en agriculture biologique, la fourchette des dates de semis va du 1^{er} octobre au 20 octobre, en sachant que les semis peuvent s'étaler jusqu'à début novembre dans le quart Nord-Ouest. En revanche, pour le triticale, les semis peuvent s'étaler de mi-septembre à mi-novembre selon les régions, et ils ont lieu avant le blé car les triticales ont besoin d'environ 100 degrés jours de plus que le blé pour finir leur cycle.

Les dates de semis pouvant fortement varier en fonction des variétés multipliées et régions d'implantation, il faut se référer à l'établissement fournisseur des semences de base quant à leur date d'implantation.

Densité de semis

Pour le blé tendre d'hiver, viser une densité de peuplement entre 250 à 350 grains/m² à date normale, en plaine et selon le type de sol (tableau 8).

En cas de semis retardé en fin d'hiver ou de conditions humides, cet objectif de peuplement sera revu à la hausse allant jusqu'à 400-450 grains /m² pour un semis en fin d'hiver (cas extrême).

Tableau 8 : Densité de semis du blé tendre d'hiver en période optimale de semis (Source : Arvalis)

Type de sol	Objectif de peuplement (plantes/m ²)	Densité de semis en bonnes conditions (*)		Densité de semis en conditions mottes, sol caillouteux, ou risque d'excès d'eau (*)	
Favorable : limon sain, argilo-calcaire profond	250 plantes/m ²	280 grains/m ²	115 kg/ha	310 grains/m ²	130 kg/ha
Séchant : gravier, argilo-calcaire superficiel, Sologne...	300 plantes/m ²	330 grains/m ²	140 kg/ha	370 grains/m ²	155 kg/ha
Humide : limon humide, argile...	350 plantes/m ²	380 grains/m ²	160 kg/ha	430 grains/m ²	180 kg/ha

(*) pour un PMG moyen de 42 g.

Si l'utilisation d'une herse étrille est envisagée, la densité de semis peut être augmentée de 10 %. En général, par rapport au conventionnel les densités des céréales en AB sont augmentées de 30 à 50 grains/m² pour compenser les pertes à la levée et le désherbage mécanique, ou créer une forte concurrence.

Les orges, triticales, épeautres et seigles tallent plus que le blé. Leur densité de semis sera donc plus faible dans des conditions équivalentes (tableau 9).

Si le climat laisse peu de jours disponibles pour passer la herse étrille au printemps, il vaut mieux semer un peu plus dense pour que les céréales de printemps concurrencent les adventices.

Tableau 9 : Ordre de grandeur des densités de semis préconisées pour les céréales autres que le blé tendre d'hiver

Espèce	Semis précoce ou conditions optimales	Semis normal conditions moyennes	Semis tardif ou conditions difficiles
Avoine (hiver et printemps)	220 grains/m ²	300 à 320 grains/m ²	400 grains/m ²
Blé tendre de printemps	au moins 450 grains/m ²	500 à 550 grains/m ²	au moins 550 grains/m ²
Grand épeautre (*)	180 kg/ha	200 kg/ha	220 kg/ha
Petit épeautre (*)	130 kg/ha	150 kg/ha	180 kg/ha
Orge d'hiver	230 à 280 grains/m ²	250 à 320 grains/m ²	300 à 350 grains/m ²
Orge de printemps	350 grains/m ²	350 à 380 grains/m ²	400 grains/m ²
Triticales	180 à 240 grains/m ²	250 à 330 grains/m ²	300 à 380 grains/m ²
Seigle	250 à 300 grains/m ²	280 à 325 grains/m ²	300 à 350 grains/m ²

(*) densité exprimée en kg/ha car semis habituel en épillets

Profondeur de semis

Le semis se fait en général entre 2 et 4 cm de profondeur. En cas d'utilisation de la herse étrille, il vaut mieux viser une profondeur minimum de 3 cm pour éviter d'arracher trop de plants lors du désherbage.

Plus le semis est tardif, moins il est recommandé de semer profondément car un semis profond comme un semis tardif limitent le tallage.

Type de semoir

Les céréales se sèment généralement avec un semoir... à céréales !

Cependant, les grands et petits épeautres forment des graines vêtues, et on sème donc souvent des épillets et non des graines décortiquées. Cela permet notamment de protéger la culture contre la fonte des semis. Néanmoins, ce type de grain a tendance à « bourrer » les semoirs. Dans ce cas, l'utilisation d'un semoir à céréales à distribution pneumatique assurera une bonne régularité d'implantation. La vitesse du semoir est alors à augmenter et il faut utiliser des cannelures adaptées à la grosseur des graines.



Pour les épeautres, ce sont souvent des épillets qui sont semés

Prise en compte du binage des céréales

La herse étrille manque d'efficacité sur les adventices développées et sur les vivaces. Il est donc possible de recourir à l'utilisation d'une bineuse. Cependant, cette pratique doit se réfléchir dès le semis des céréales. Trois types de dispositifs existent :

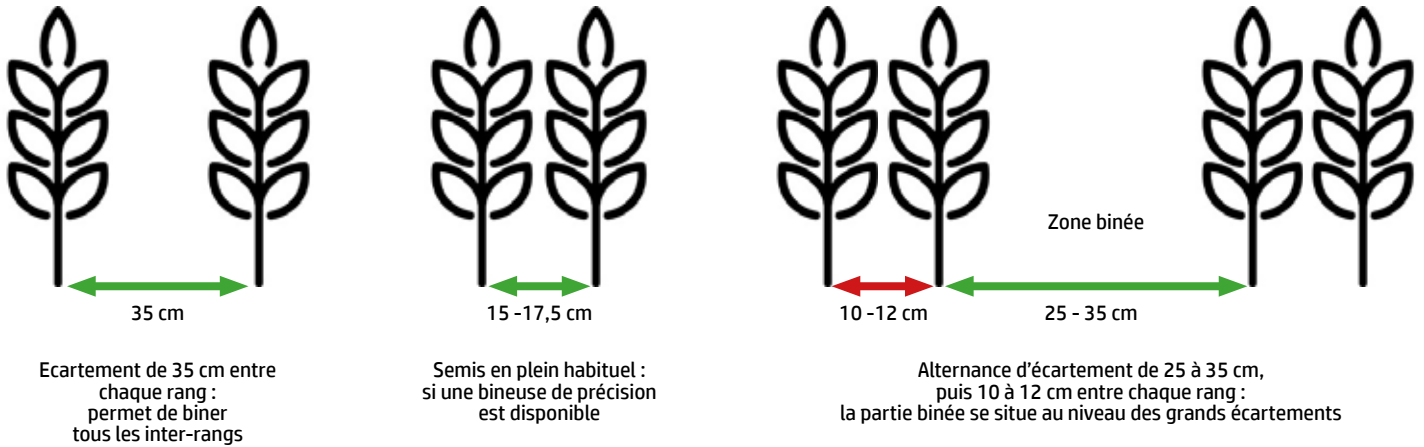


Figure 5 - Schéma présentant les différents dispositifs pour le binage des céréales



Le passage de la bineuse est conditionné par l'écartement entre les rangs - Photo : GAEC du Coudray

Adventices

La lutte contre les adventices doit être réfléchi de manière globale à l'échelle de l'exploitation. Ce chapitre aborde les principes agronomiques permettant une approche intégrée de la maîtrise des adventices, un point sur les adventices indésirables et les outils de désherbage mécanique.

Les stratégies de lutte contre les adventices

Pour gérer les adventices, les leviers agroécologiques à actionner sont nombreux :

- Des rotations longues avec plusieurs époques de semis, incluant des cultures nettoyantes comme la luzerne fourrage avec exploitations fréquentes, permettent de réduire la pression des adventices ;
- L'alternance cultures d'hiver et de printemps tardives permet également de réduire la pression d'adventices ;
- L'alternance de cultures à petits et grands écartements (plus faciles à biner), permet de ne pas favoriser une adventice par rapport à une autre ;
- Les faux-semis, répétés pendant l'interculture et sur plusieurs années lorsque les conditions le permettent, font germer et détruisent les adventices susceptibles de lever en même temps que la culture et en limitent ainsi la pression ;
- Pendant l'interculture, la présence d'un couvert limite le développement des adventices et leur fructification éventuelle ;
- Le déchaumage et roulage juste après la récolte permet d'incorporer au sol les résidus de culture, mais aussi de faire germer les adventices et les repousses et donc de déstocker les graines d'adventices du sol ;
- Le labour permet de réduire les risques de développement d'adventices vivaces et de certaines annuelles (ray-grass, vulpin, brome), mais attention à ne pas labourer chaque année, sinon l'efficacité du labour risque d'être amoindrie ;

- La récolte des menues-pailles permet de limiter le renouvellement du stock semencier ;
- Le décalage des semis peut éviter la période la plus favorable à la levée de l'adventice visée (ex : semis tardif du blé d'hiver pour éviter un maximum de levées de ray-grass et vulpin) ;
- Certaines variétés peuvent présenter un intérêt pour concurrencer les adventices (ex : variétés hautes, port étalé et couvrant vite le sol).

Des mesures prophylactiques aident également à éviter la dissémination des graines d'adventices :

- L'utilisation de semences propres (ce qui est le cas pour les semences de base) ;
- Le nettoyage des outils et de la moissonneuse entre les parcelles ;
- L'entretien des fossés et des bords de champs ;
- Le compostage des fumiers qui détruit les graines d'adventices par élévation de température.

Les principales adventices problématiques

Le mode de reproduction, la période préférentielle de germination, la capacité de certaines graines à entrer en dormance, la profondeur de germination, le taux annuel de décroissance (figure 6) et la période de grenaison varient selon les espèces d'adventices. Bien connaître la biologie des principales adventices historiquement présentes sur la parcelle permet de cibler les leviers agronomiques à actionner. Les principales espèces d'adventices préjudiciables en cultures de céréales sont présentées dans les pages suivantes.

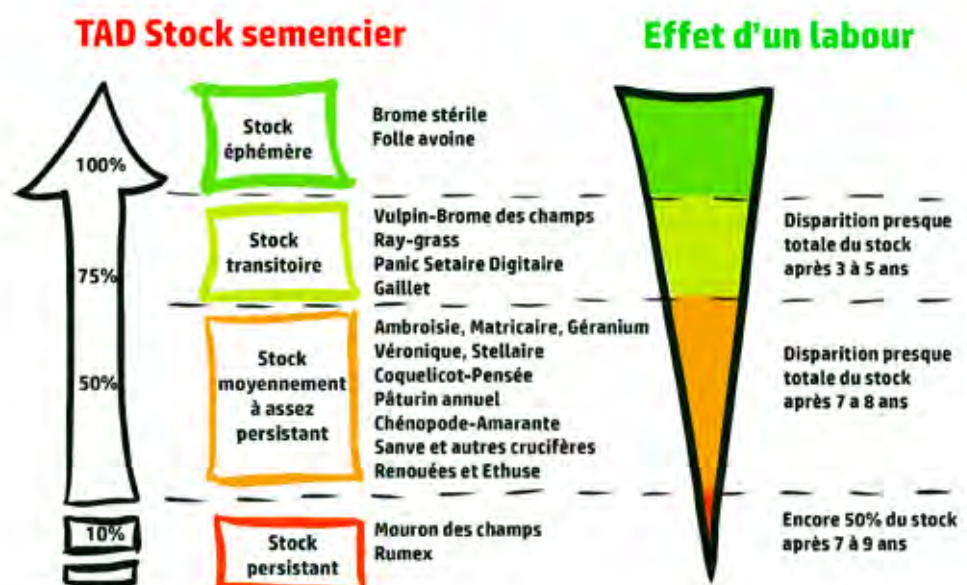


Figure 6 - Taux annuel de décroissance (TAD) d'adventices présentes dans les céréales (Adapté d'un schéma d'Arvalis)

Folle-avoine et avoine stérile

Biologie et nuisibilité

La folle-avoine (*Avena fatua*) et l'avoine stérile (*Avena sterilis*), appartenant à la famille des Poacées, sont des adventices réglementées en production de semence de céréales (voir chapitre Réglementation). Les plantules de ces deux espèces sont quasiment indifférenciables mais la distinction est notable au niveau des épillets des semences de folle-avoine et d'avoine stérile. A maturité, les graines de folle-avoine se détachent les unes des autres et entraînent des germinations isolées tandis que les graines d'avoine stérile restent jumelées et germent donc groupées.



De gauche à droite : Graine d'*Avena fatua*, d'*Avena sterilis* subsp. *Sterilis* et d'*Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* en taille réelle.

Leur présence, au sein d'une parcelle, peut avoir des impacts sur la qualité de la récolte. En cas de forte abondance, la culture peut verser, causant des gênes au moment de la récolte et une variabilité de l'humidité des grains.

En culture de céréales d'hiver, ces adventices annuelles sont fréquentes et très abondantes dans certaines régions, notamment dans l'Ouest de la France, de la Bretagne à l'Occitanie.

La période habituelle de levée des folles-avoines et avoines stériles se situe en fin d'hiver et au printemps.

Les graines de folle-avoine et d'avoine stérile peuvent germer même enfouies à une quinzaine de centimètres de profondeur, ce qui explique la faible efficacité des labours, déchaumages et faux-semis sur ces adventices.

Stratégie de lutte

L'enracinement profond de ces adventices rend l'utilisation de la herse étrille et de la houe rotative rapidement inefficace. Le recours au binage est donc souvent nécessaire. L'écimage est possible lorsque les inflorescences dépassent la culture et avant la dispersion des graines.



Graine de folle-avoine à maturité
Photo : Alain Rodriguez, ACTA

Les graines d'avoine stérile sont très peu dormantes. Cependant, celles des folles-avoines sont fortement dormantes à maturité. L'intensité du froid durant l'hiver qui suit favorise la levée de dormance ce qui entraîne des germinations printanières.



Epillet de folle-avoine à maturité.
Photo : Alain Rodriguez, ACTA



Plantule de Folle-avoine
Photo : Alain Rodriguez, ACTA

Ravenelle

Biologie et nuisibilité

La ravenelle *Raphanus raphanistrum* est une dicotylédone de la famille des brassicacées. Elle fait partie des adventices réglementées en production de semences (voir partie Réglementations). Cette plante colonise tous types de cultures et est souvent fréquente en cultures de céréales. Elle apprécie les sols à pH acide et à texture limoneuse, sableuse ou argilo-sableuse.

Sa nuisibilité est forte dans les cultures de céréales à paille, en particulier lors d'années avec peu de périodes de gel. Sa présence dans des lots de semences les déprécie grandement et elle est un hôte pour de nombreux bioagresseurs des cultures comme les nématodes, maladies tel que phoma, alternaria ou oïdium et insectes tels que les méligèthes et altises.

Stratégie de lutte

Les pratiques les plus efficaces pour lutter contre cette adventice sont les labours (occasionnels), déchaumages et faux-semis. Les périodes les plus favorables aux déchaumages et faux-semis se situent en fin d'été ou au printemps. Les cultures de triticale et avoine permettent de concurrencer cette adventice, et ainsi limiter l'accroissement du stock semencier de l'adventice dans le sol.

Ivraie enivrante

Biologie et nuisibilité

L'ivraie enivrante ou annuelle *Lolium temulentum* est une monocotylédone de la famille des poacées. Elle aime les sols aux pH basiques. Bien que devenue rare sur les parcelles en France, séparer l'ivraie et le bon grain est toujours d'actualité puisque cette adventice est réglementée en production de semences.

Vulpin des champs

Biologie et nuisibilité

Le vulpin *Alopecurus myosuroides* est une adventice annuelle qui se développe du début de l'automne au début du printemps. Son limbe ne présente pas de pilosité et est brillant au stade 1 feuille. L'intérieur de la feuille est vert-bleu. Les graines de vulpin peuvent survivre plus de 10 ans dans le sol.

Nielle des blés

Biologie et nuisibilité

Agrostemma githago est une adventice de la famille des Caryophyllacées particulièrement toxique. Ses tiges sont velues et soyeuses au toucher et elle produit des fleurs violettes. Elle apprécie les sols pauvres et bien drainés.

Bien que sa présence ait diminué dans les cultures car ayant fait l'objet d'une lutte chimique efficace, elle fait partie des adventices réglementées en cultures de céréales porte-graine.

Attention lors de l'utilisation de semences pour jachères florales, des graines de nielle s'y retrouvent très souvent.



Nielle des blés en fleur

Il s'agit de l'une des graminées les plus nuisibles en culture céréalière. Par exemple, en culture de blé, lorsque plus de 25 vulpins sont retrouvés au m², le rendement enregistre une perte de 5 %. La mise en place d'un faux semis, de rotations longues et l'ajout de cultures printanières comme le pois et le maïs permettent de perturber le développement du vulpin. Lorsqu'une parcelle présente une très forte pression en vulpin, il est impératif de labourer.

Liseron des champs

Biologie et nuisibilité

Le liseron des champs *Convolvulus arvensis* est une adventice vivace très commune sur tout le territoire français. Elle n'est pas spécifiquement réglementée en production de semences de céréales. Sa nuisibilité provient de sa capacité à grimper autour des cultures et à gêner les moissons, phénomène d'autant plus important que la culture est versée.

Cette volubile se développe surtout à partir de drageons et organes de réserve présents dans le sol, les nouvelles pousses sortant habituellement à partir des mois de mars et avril. Toutefois, la multiplication par graine est également possible. Les grains ne tombent jamais très loin de la plante-mère et les levées ont alors lieu au printemps dès que les températures atteignent 12 à 13°C. Les graines germent préférentiellement à une profondeur moyenne, autour de 5 cm. Les faux-semis ne sont donc pas très efficaces pour limiter ces germinations. La dormance des graines est d'ailleurs assez forte.

Avec sa pousse printanière, le liseron est plus nuisible pour les semis de céréales de printemps que pour les semis d'automne.



Graine de *Convolvulus arvensis*

Stratégie de lutte

En été, le labour ou la répétition de plusieurs déchaumages profonds à l'aide d'outils à dents permet d'affaiblir le liseron au fil du temps.

De son côté, la herse étrille peut permettre d'arracher des tiges de liseron, laissant du temps aux céréales pour se développer. En revanche, elle ne détruit pas les organes souterrains du liseron.

Le binage est envisageable en utilisant des outils à dents équipés de socs en cœur, mais lorsque les lisérons sont très développés, il y a un risque de « bourrage » de la bineuse.



Plantule de liseron des champs
Photo : Alain Rodriguez, ACTA



Plante de liseron des champs
Photo : Alain Rodriguez, ACTA



Floraison du liseron des champs (blanche ou rose)
Photo : Alain Rodriguez, ACTA

Brome

Biologie et nuisibilité

Le brome stérile *Bromus sterilis* et les autres bromes (des champs, mou et faux-seigle) sont des monocotylédones appartenant à la famille des Poacées. Il s'agit de plantes poilues allant de 30 cm à 1 m de hauteur. Elles peuvent germer toute l'année mais les températures idéales sont comprises entre 15 et 30°C. La floraison a lieu entre mai et août et la maturation se déroule de juillet à octobre.

L'impact de cette adventice sur le rendement est fort pour les céréales d'hiver, tandis qu'en cultures printanières et estivales, elle n'entraîne pas de baisse significative du rendement.

Pour lutter contre les bromes, la technique la plus efficace est le labour, qui ne doit en revanche pas être réalisé chaque année pour ne pas faire remonter les graines. Les déchaumages et faux semis sont également des techniques qui permettent de lutter efficacement contre les bromes. La lutte est également possible en insérant une culture d'été qui limitera la levée ou en insérant en rotation des cultures d'hiver comme le pois ou le colza.

Chardon des champs

Biologie et nuisibilité

Le chardon des champs, *Cirsium arvense*, vivace, s'adapte à tous les types de sols. Il se multiplie essentiellement de manière végétative, par drageons apparaissant de mars jusqu'en juin. Une reproduction sexuée est également possible, les graines se dispersant à la faveur du vent grâce à leur aigrette. Le chardon des champs n'est pas une adventice spécifiquement réglementée en production de semences de céréales, toutefois en cas de forte pression, les ronds de chardon peuvent fortement impacter le rendement des céréales. La destruction est obligatoire par arrêtés préfectoraux pour les agriculteurs, mais aussi pour les particuliers et les gestionnaires des espaces publics.

La sortie des pousses végétatives est généralement regroupée dans le temps. Elles peuvent émerger à partir des drageons situés à plus de 10 cm de profondeur, ou à partir de graines qui doivent être enfouies pour germer (3-6 cm minimum).

La destruction de la plante mère ou la section de tiges ou de racines permet de lever la dormance apicale des drageons. Le sol doit également être suffisamment réchauffé pour voir les premières pousses apparaître.



Graines de *Cirsium arvense*



Plantule de chardon des champs
Photo : Alain Rodriguez, ACTA



Chardon des champs dépassant une culture de blé tendre d'hiver, les graines vont tomber au sol : il est trop tard pour écimier

Stratégie de lutte

Le labour ou plusieurs déchaumages profonds en sol sec (en été) permet d'affaiblir les chardons des champs d'années en années. Attention à ne pas utiliser d'outils à disque qui fractionnent les drageons. En sol humide, les drageons coupés auront tendance à s'enraciner de nouveau et à se bouturer.

En cours de culture, l'enracinement profond du chardon rend inefficace l'utilisation de la herse étrille et de la houe rotative. Le binage est praticable même s'il n'élimine pas complètement cette adventice, il contribue toutefois à son épuisement. Si les inflorescences dépassent la culture, un écimage est fortement conseillé en début de floraison pour limiter la dissémination par graines.

L'introduction dans la rotation d'une luzerne fourrage pluriannuelle avec fauche répétée sur plusieurs années est un bon moyen d'épuiser les chardons en profondeur.

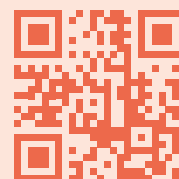
De nombreuses autres adventices sont susceptibles de causer des difficultés en production de semences de céréales à paille. Pour aller plus loin, consultez le site infloweb.fr

Site internet Infloweb

Ce site est une mine d'information pour aider à connaître et gérer la flore adventice. Les principales adventices y sont regroupées et sont retrouvables par leur nom commun, leur nom latin ou bien encore leur code EPP0.

Les informations proposées sont multiples et concernent :

- l'identification et la description de l'adventice ;
- sa biologie, avec notamment son calendrier de développement, son mode de levée et la persistance de son stock semencier ;
- l'affinité de l'adventice en fonction du pH et de la texture du sol et sa répartition en France avec sa fréquence dans différentes cultures ;
- ses facteurs favorables et sa nuisibilité ;
- les méthodes de lutte possibles, avec des informations sur l'efficacité des différentes méthodes agronomiques (rotation des cultures, labour, déchaumages et faux-semis, décalages des dates de semis, ...).



Les outils de désherbage mécanique

Les céréales à paille figurent parmi les espèces les plus faciles à désherber mécaniquement. Les conditions climatiques ainsi que l'état du sol restent déterminants pour obtenir des résultats satisfaisants. Les outils les plus fréquemment utilisés sont la herse étrille et la houe rotative. La roto-étrille, plus agressive, n'est pas encore très utilisée. Les bineuses de précision, quant à elles, demandent parfois un aménagement du semis pour être utilisées.

La herse étrille

La herse étrille est un outil polyvalent, travaillant en plein, et utilisable sur pratiquement toutes les cultures. Elle est composée de plusieurs séries de dents vibrantes, ou peignes, disposés sur des panneaux mobiles. La herse étrille s'utilise de préférence dans le sens du semis, mais deux passages en sens inverse, quand la culture est bien implantée, peuvent être très efficaces sur jeunes adventices.



Avant (à gauche) et après (à droite) passage de herse étrille sur blé



Herse étrille utilisée sur céréale

Réglages

Le réglage de la hauteur des roues de terrage stabilise l'outil. Il permet aussi au bâti de faire pression sur les dents. Le 3^{ème} point est à régler jusqu'à horizontalité du bâti. L'utilisation d'un 3^{ème} point hydraulique facilite les réglages.

Le choix des dents est à raisonner. Plus les dents sont courtes et d'un gros diamètre, plus elles seront agressives sur les adventices comme sur la culture. Des dents de 8 mm, plutôt rigides, conviennent en général pour désherber des céréales à paille.

Plus les dents auront une inclinaison verticale, plus elles seront agressives. Pour une meilleure efficacité de cet outil, il est préférable d'augmenter cette inclinaison plutôt que la vitesse de travail. Cette vitesse est par ailleurs à adapter selon le stade des céréales (voir tableau 10). L'ajustement de la tension des peignes et de la vitesse d'avancement permettent de choisir le degré d'agressivité de l'outil.

Tableau 10 : La herse étrille - Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
Bonne efficacité sur jeunes adventices (stade « filament » / cotylédon)	Diminution de l'efficacité au cours du développement des adventices
Travaille en plein	Efficacité limitée sur adventices graminées et nulle sur vivaces développées
Utilisation possible à de nombreux stades des céréales	Ne pas utiliser lors de l'émergence des céréales ; le risque de casse des coléoptiles y est fort. A des stades précoces, il faut veiller à ne pas trop recouvrir les plantules
Faible exigence en traction	Utilisation déconseillée en présence de résidus de cultures (risque de bourrage) Inefficace sur sols durs

La houe rotative (ou écrouteuse)

Cet outil (tableau 11) est composé de disques étoilés dont les pointes sont plus ou moins incurvées, rappelant la forme de cuillères. Ce sont ces pointes qui travaillent le sol, de manière superficielle, et créent des projections, déterrants alors les jeunes adventices. Ces disques sont montés seuls ou en tandem sur un bras articulé avec ressort de pression.

La houe rotative doit être utilisée dans le sens du semis. Elle travaille en plein, certains modèles sont équipés d'un peigne étrille avec inclinaison variable pour ajuster l'agressivité, ce qui permet de compléter avantageusement le travail de la houe.

Un passage de houe peut aussi casser la croûte de batance et ainsi faciliter le passage de la herse étrille.

Réglages

Certaines marques sont équipées de ressorts de pression, apportant une meilleure capacité de pénétration sur sols durs. La vitesse de travail se situe entre 10 et 20 km/h selon le stade de la culture.



Houe rotative

Tableau 11 : Houe rotative - Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
Peut travailler les sols croulés (contrairement à la herse étrille)	Diminution de l'efficacité au cours du développement des adventices
Bonne efficacité sur jeunes adventices (stade « filament » / cotylédon)	Ne pas utiliser lors de l'émergence des céréales ; le risque de casse des coléoptiles y est fort
Utilisation possible à de nombreux stades des céréales	Utilisation déconseillée sur céréales en montaison, cela pouvant entraîner le hachage de la culture
Utilisation possible en présence de résidus de cultures Faible exigence en traction	L'usure et la casse des disques sont amplifiées en présence de pierres

La roto-étrille

La roto-étrille, ou herse étrille rotative, est un outil de désherbage en plein, intermédiaire entre la herse étrille et la houe rotative. La roto-étrille est équipée de séries d'étoiles (comme la houe) équipées de doigts rigides en acier (comme la herse). Cet outil désherbe en arrachant les adventices et en les recouvrant de terre. La moitié des disques est inclinée d'un côté et l'autre moitié de l'autre. Cela permet à l'outil d'attaquer le sol et de déraciner les plantules tout en restant droit pendant le déplacement. Selon les modèles cet angle d'inclinaison est fixe (30°) ou variable pour modifier l'agressivité de l'outil. Comme la herse étrille, cet outil existe en grande largeur repliable.

Réglages

Des ressorts permettent de régler la pression exercée sur les étoiles et d'adapter l'agressivité de l'outil.

L'efficacité est ajustée grâce aux roues de terrage et à la vitesse d'avancement.



La roto-étrille recouvre de terre les adventices

Tableau 12 : Roto-étrille - Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
Outil plus efficace que la herse étrille pour les adventices	Outil plus agressif que la herse étrille sur la culture
Peut travailler en plein	Nécessite un sol bien plat pour être efficace sur toute la largeur de l'outil
Pas d'effet râteau en présence de résidus contrairement à la herse étrille	N'écroute pas aussi bien que la houe rotative Une seule rangée de dents

La bineuse

La structure commune des bineuses est une poutre qui supporte des éléments indépendants et parallèles. Sur chacun de ces éléments sont adaptés des accessoires, de formes différentes, pouvant être montés seuls ou en combiné, faisant de la bineuse un outil polyvalent. La combinaison d'accessoires de la bineuse doit être réfléchi en tenant compte du stade de la culture, des adventices à éliminer, ainsi que du type de sol.

Pour passer une bineuse dans les céréales :

- Soit la bineuse est une bineuse de précision capable d'intervenir sur des cultures à petits écartements (15-20 cm) ;
- Soit l'implantation de la culture est adaptée avec deux rangs resserrés puis un écartement large.

Attention néanmoins à la perte de rendement dès que l'inter-rang dépasse 20 cm.



Bineuse de précision sur blé

La vitesse de travail est comprise entre 2 et 5 km/h sur une culture peu développée, et 6 à 8 km/h sur culture développée.

Tableau 13 : Bineuse - Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
Outil permettant une meilleure efficacité en cas d'intervention tardive	Nécessité d'avoir un semoir adapté à la bineuse, notamment avec un écartement suffisant en fonction de la précision de la bineuse en termes d'écartement et de largeur
Bonne efficacité sur adventices relativement développées	Avoir des conditions climatiques favorables au moment de l'intervention et séchantes après son utilisation pour accroître son efficacité
Grande polyvalence de cet outil grâce aux différents accessoires, pouvant être montés seul ou combinés	Efficacité limitée sur sol collant et sol dur, et sur le rang de la culture

Choix des éléments bineurs

Les socs en forme de cœur (ou patte d'oie)

Ils sont efficaces pour lutter contre les adventices développées grâce à leur largeur et vont travailler jusqu'à 10 cm de profondeur. Ils créent des projections de terre sur les rangs. Cet accessoire a tendance à remonter les cailloux en surface.

Les socs droits

De type vibroculteur, le soc droit est intéressant sur sol battant ou compacté. Il ameublir la terre en profondeur, mais ce type de soc contourne souvent les racines des adventices développées, en particulier les pivots et est donc moins efficace.

Les dents Lelièvre (ou socs betteraviers)

Coudées vers l'inter-rang, par paire et souvent de part et d'autre d'une dent Hollande, les dents Lelièvre permettent de travailler dans des rangs **à grands écartement seulement** au plus près du rang. Grâce à leur forme, le risque d'endommager la culture est réduit.

Système de guidage

Des systèmes de guidage sont maintenant majoritairement proposés par les fabricants de bineuses. Ils peuvent être utilisés seuls ou associés, par exemple en combinant l'utilisation de GPS et de caméras. Cela permet un meilleur débit du chantier et un gain de précision :

- **Les cellules photoélectriques** : discernent des différences de volume pour situer le rang ;
- **Les caméras d'analyse de couleurs** : comparent les niveaux de couleurs de végétation, différenciant les lignes des plantes cultivées et les adventices ;
- **Le guidage du tracteur par GPS RTK** : la bineuse est solidaire du tracteur. Ce dernier est orienté par des repères virtuels enregistrés au moment du semis, qui doit également être effectué par GPS.



Socs en forme de cœur

Dent Hollande
Travaille superficiellement sur sol meuble car la ferraille peut plier ou casser sur sol dur



Dent Lelièvre

Cas du binage à faibles écartements

Certaines marques de bineuse (Garford, Steketee ou Schmotzer...) proposent un binage de précision à haute vitesse, permettant de biner des céréales à paille, à un écartement de 12,5, 15 ou 16 cm minimum entre chaque rang.

Un système de guidage par caméra est positionné en amont de la bineuse de précision. Il analyse les rangs et est capable de déterminer la position moyenne du centre des rangs. Les informations collectées par la caméra sont analysées et transmises sur un écran où les rangs et leurs positionnements sont modélisés. Le positionnement de la bineuse est automatiquement ajusté, de manière latérale par un vérin hydraulique, permettant de biner au plus près des rangs. La profondeur de travail est réglée par des vérins de terrage et la vitesse d'avancement peut atteindre 16 km/h, en fonction des conditions de binage et du stade de la culture. Il est possible d'associer cet outil à un guidage GPS, pour améliorer sa précision.

Cas du binage avec une bineuse frontale portée ou ventrale

Les bineuses frontales et ventrales, offrent une **meilleure visibilité** par rapport à une bineuse arrière. Elles peuvent permettre de se passer de systèmes de guidage. Cependant, avec ce type d'outil, le savoir-faire du chauffeur est primordial pour assurer un rendement optimal du chantier. Il est également nécessaire que le tracteur soit équipé d'un **relevage avant** et qu'il possède des **roues étroites**.

L'écimage

Les écimeuses permettent de couper les adventices (folle-avoine, chardon, ...) qui dépassent des cultures lors de leur montée en fleurs ou en graines. Il existe deux systèmes de section : à lames rotatives ou à scies à section.

Généralement, l'intervention doit être effectuée avant la maturité des semences, donc avant fin floraison, afin d'éviter leur dissémination. Néanmoins, il existe aussi des systèmes de récupération des tiges et graines coupées. Cela permet d'écimer un peu plus tardivement les adventices aux graines mures et d'éviter la repousse d'adventices après écimage.









Écimeuse à lames rotatives

Tableau 14 : Avantages et inconvénients de l'écimage

Avantages	Inconvénients
Permet de réaliser un rattrapage en désherbage	La fenêtre d'intervention est courte
Équipement possible avec un système de récupération qui évite d'augmenter le stock semencier	L'écimage ne fonctionne que sur adventices hautes (le débit de chantier est assez faible)

Tableau 15 : Calendrier d'interventions des outils de désherbage mécanique en céréales à paille

						
Outil	Post-semis / Prélevée (BBCH 00-09)	Levée / 1 feuille (BBCH 10-11)	2-3 feuilles (BBCH 12-13)	Tallage (BBCH 20-29)	Début montaison / 1 nœud (BBCH 30-31)	2 nœuds / Épiaison (BBCH 32-59)
Herse étrille	Agressivité faible à moyenne sur adventices en germination (8-12 km/h)	Non conseillé	Agressivité faible, vitesse limitée (4 km/h)	Agressivité moyenne à forte sur jeunes adventices (6-8 km/h)		Agressivité moyenne sur plantes dressées (8-10 km/h)
Houe rotative	Terrage faible sur adventices en germination (12-15 km/h)	Non conseillé	Terrage faible (15-20 km/h)	Terrage moyen à fort sur jeunes adventices		
Roto-étrille	Non conseillé		Vitesse limitée, risque de recouvrement des jeunes pousses (3 km/h en sol meuble)	3-10 km/h		
Bineuse	Non conseillé			Grand écartement : 2-5 km/h sans guidage / 12-15 km/h avec guidage Faible écartement : 12-15 km/h		Arrêt à la limite de passage de tracteur
Écimeuse						Si nécessaire

Légende :
■ Passages favorables ■ Passages avec précautions
■ Passages non recommandés ■ Passages non adaptés, ne présentant pas d'intérêt

Maladies

Ce chapitre présente les différentes maladies susceptibles d'être rencontrées en parcelle de production de semences de céréales à paille. Une attention particulière sera portée sur les maladies réglementées, c'est-à-dire soumises à des normes, ainsi que sur certaines maladies transmises par les semences.

Les maladies des céréales à paille

En production de semences de céréales, deux maladies sont réglementées avec des normes qui sont précisées dans les règlements techniques (voir partie réglementation) : il s'agit de la carie commune du blé (*Tilletia* sp.) et de l'ergot (*Claviceps purpurea*) sur céréales.

Blés et orge : ils sont sensibles à l'helminthosporiose, aux fusarioses, aux charbons et la carie. D'autres maladies leurs sont également préjudiciables et sont regroupées tableau 19 (page 33).

Triticale : Très rustique lors de son introduction en production, il est aujourd'hui sensible à différents types de maladies. Le triticale est notamment sensible à l'oïdium

et à la rouille jaune, qui lui peuvent lui causer des dégâts importants. Il est également sensible à la rhynchosporiose, la rouille brune, la septoriose et autres fusarioses.

Seigle : Il est sensible à rouille brune, aux fusarioses, et surtout à l'ergot.

Avoine : Les principales maladies rencontrées sont la rouille couronnée, l'oïdium, le charbon et la septoriose. Elle n'est en revanche que peu sensible aux maladies du pied, type piétin verse.

Epeautres (petit et grand) : Céréales très rustiques, très peu sensibles aux maladies (sauf à la carie), avec une très bonne résistance à la fusariose des épis.

Les leviers agronomiques à mettre en œuvre avant l'implantation

En Agriculture Biologique, la lutte contre les maladies est essentiellement préventive. Le choix d'une **variété de céréale tolérante** aux maladies est le levier agronomique principal pour diminuer la pression des maladies. Il existe aujourd'hui des variétés de blé tendre qui sont tolérantes à des maladies foliaires comme la rouille jaune, la rouille brune ou la septoriose. Or en production de semences, le multiplicateur ne peut pas toujours choisir la variété qui lui est confiée par l'établissement semencier. Il est toutefois important de connaître, si cela est possible, la variété multipliée et son niveau de résistance aux maladies, afin d'adapter éventuellement les autres leviers agronomiques préventifs.

Un certain nombre de précautions s'imposent également en production de semences de céréales :

- Utiliser des semences de base saines, indemnes de toute contamination ;
- Eviter les précédents culturaux en maïs et sorgho qui sont source de contaminations par certains champignons (*Fusarium*, *Microdochium*, etc.) ;
- Eviter un retour trop fréquent des céréales à paille dans la rotation pour limiter les maladies du pied. Trois années sans céréale à paille permettent d'éliminer une majorité de l'inoculum du piétin échaudage et du rhizoctone ;

- Eviter des semis trop précoces : la culture sera exposée plus longtemps aux différents cycles de multiplication des pathogènes ;
- Favoriser la dégradation des résidus de cultures par des travaux superficiels pour limiter la prolifération de champignons pathogènes comme le piétin verse, le piétin échaudage ou les fusarioses. Un broyage des résidus, ou leur enfouissement, facilite leur décomposition et réduit la pression de maladie ;
- Favoriser une bonne structure du sol : toute anoxie et asphyxie des racines entraîne un affaiblissement des plantes et un développement des champignons ;
- Gérer les repousses de céréales dans les parcelles environnantes, ce sont des réservoirs où l'inoculum des pathogènes peut se conserver d'une année sur l'autre.

Lutte contre la carie commune du blé

La carie commune du blé est un champignon qui se transmet par la semence et qui est souvent rencontré dans les systèmes de culture biologiques. La mise en œuvre de stratégies de gestion adaptées est requise.

Il en existe deux espèces :

- *Tilletia foetida* ;
- *Tilletia caries* ; la forme la plus répandue en France.

La carie attaque le blé tendre et les céréales apparentées, comme le blé dur, le triticale et l'épeautre, mais aussi l'orge. Seule l'avoine est considérée comme résistante (figure 7).

La semence est la première source de contamination par la carie, mais les spores de carie peuvent se conserver plusieurs années dans le sol d'une parcelle qui peut donc aussi être source de contaminations. Ce champignon a un fort pouvoir de propagation : un grain carié peut contenir jusqu'à neuf millions de spores !

Impact sur les productions

La carie commune a à la fois un impact sur le rendement et sur la qualité de la récolte. Les pertes de rendement peuvent atteindre 30 à 40 %. La carie n'est pas toxique pour l'être humain mais une forte odeur de poisson pourri se dégage des grains lorsqu'ils sont broyés. Cela impacte la qualité de la farine et peut poser un problème en alimentation animale avec une forte diminution de l'appétence des aliments.

Les symptômes

Symptômes sur plantes

Il est difficile d'observer la présence de carie dans une parcelle avant l'épiaison. Seuls un léger raccourcissement des plantes et un tallage un peu plus abondant avec des brins mous, peuvent trahir une contamination.

À l'épiaison, une coloration bleu-verdâtre peut marquer les feuilles et les épis, mais cela dépend de la variété. Les épis contaminés par la carie peuvent présenter un aspect « ébouriffé » et laisser apparaître des grains malades.



Epi ébouriffé, symptôme de carie en végétation

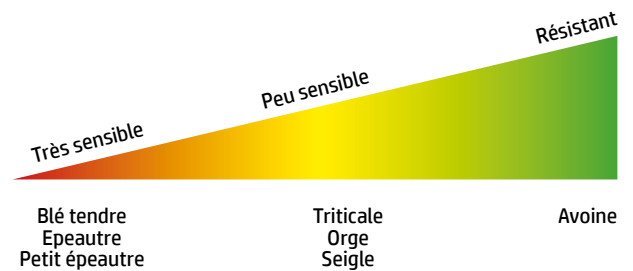


Figure 7 - Echelle de sensibilité des différentes céréales à la carie commune du blé. (Adapté de l'ITAB)

Symptômes lors du battage

À la moisson, certains signes indiquent également la présence de carie :

- Un nuage noir peut-être présent derrière la moissonneuse-batteuse et est dû aux grains contaminés qui éclatent. En effet, au stade grain laiteux, le champignon s'est multiplié en lieu et place de l'amidon ;
- Une odeur nauséabonde de poisson rance caractéristique se dégage, accompagnant le nuage ;
- Les grains cariés intacts ont une forme sphérique avec disparition du sillon.



Grains sains et grains cariés

Le cycle de la carie

Les spores de carie se conservent jusqu'à 10 ans dans le sol. Une fois la spore germée, le champignon pénètre dans la plantule entre le stade de la germination de la céréale et le stade trois feuilles. Le mycélium se développe dans les tissus de la plante et progresse vers l'épi. Il va ensuite se reproduire dans les grains et sporuler. Ces spores vont mûrir et, à maturité, l'enveloppe du grain éclate pour les libérer (figure 8).

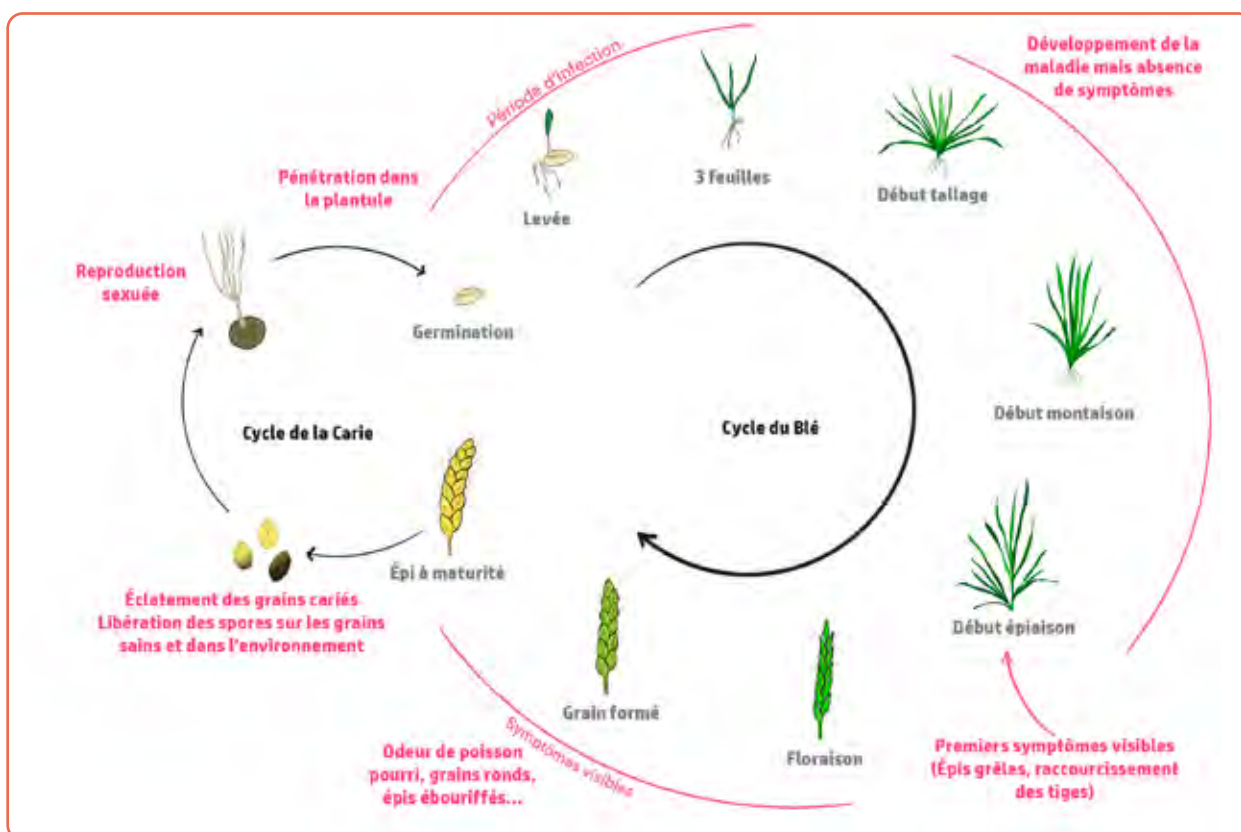


Figure 8 - Cycle de contamination du blé par la carie

Les différents leviers de gestion de la carie

1. Utiliser des semences saines : l'usage de semences indemnes de carie est primordial car la semence est le principal vecteur de la maladie. Des analyses mycologiques en laboratoire permettent de s'assurer de l'absence de spores de carie dans les lots de semences.

2. Choix de la parcelle et travail du sol : éviter de semer du blé sur une parcelle ayant déjà porté une récolte cariée et privilégier une culture moins sensible car les spores de carie peuvent persister dans le sol pendant de longues années (10 ans). Sur une parcelle contaminée, un retour ne peut être envisagé en céréales que cinq ans après l'apparition des symptômes, si et seulement si la parcelle a été labourée.

3. Favoriser une levée rapide : en effet, le champignon de la carie commune ne peut pénétrer dans la plantule de céréale qu'entre les stades germination et « 3 feuilles ». Une fois ce stade passé, il n'y a plus de risque d'infection. Ainsi une levée et un développement rapides des céréales diminuent les risques d'infection des plantes par le champignon et donc ses risques de propagation.

4. Observer la culture : l'observation régulière de la culture permet de détecter la carie, à l'aide des symptômes observables en végétation décrits précédemment. Si les symptômes sont fréquents, il faut envisager de ne pas valoriser la récolte en semences (prévenir l'établissement semencier).

5. Récolter en dernier les parcelles touchées : pour éviter toute contamination, il est important de récolter en dernière position les parcelles sur lesquelles de la carie a été observée ou est suspectée.

6. Nettoyer les matériels de récolte : le matériel de récolte peut être vecteur de spores de carie. Il est nécessaire de veiller régulièrement à la désinfection et à la propreté de la moissonneuse-batteuse et des autres équipements utilisés lors de la récolte : silos, big-bags, etc. Toutefois, un nettoyage immédiat après la récolte d'une parcelle cariée ou d'une culture dont l'état sani-

taire n'est pas connu (matériel partagé, entrepreneur) n'est parfois pas possible. Il est alors préférable de moissonner dans un premier temps les productions de grains, pour finir par les productions de semences. En effet, 4 remplissages – vidages de la moissonneuse à la suite permettent d'amoindrir le pouvoir contaminant de l'outil.

Les traitements de semences

Différentes techniques et solutions existent pour le traitement des semences contre la carie commune.

Solutions phytosanitaires

En termes de produits de traitement de semences, quatre solutions sont homologuées et autorisées en Agriculture Biologique :

- CERALL® : à base de la bactérie *Pseudomonas chlororaphis* souche MA 342 à 0,1 l/q (= 10 ml/kg en traitement de semences) ;
- COPSEED® : à base de sulfate de cuivre tribasique à 0,1 l/q. Ce traitement a une efficacité plus régulière que le CERALL ;
- Le vinaigre blanc (substance de base) : pour un vinaigre à 8 % d'acidité, un mélange à 0,8 l de vinaigre + 0,8 l d'eau pour 100 kg de semences à traiter est préconisé ; pour une acidité à 5 %, traiter à 1 l/q de semences. Attention, un dosage trop fort peut entraîner une diminution du taux de germination. Les semences traitées au vinaigre peuvent être réorientées au besoin vers la consommation après 6 mois, le vinaigre s'évaporant ;
- La poudre de graine de moutarde (substance de base) : 1,5 kg de graines en poudre ajoutées à 4,5 l d'eau pour 100 kg de semences. L'efficacité est plus limitée.

Les traitements par thermothérapie

La thermothérapie, traitement par la chaleur, est efficace contre la carie. Elle peut consister en traitements par bain d'eau chaude ou par passage dans un air saturé en vapeur d'eau.

Depuis 2010, la FNAMS, en collaboration avec Arvalis - Institut du végétal, a mené plusieurs essais pour évaluer le procédé ThermoSem de Thermoseed Global. Il consiste en une désinfection des semences par vapeur d'eau. Ce procédé est efficace contre la carie présente sur des lots de semences mais ne prévient bien sûr pas des contaminations futures par un sol carié.

Pour les traitements phytosanitaires et les procédés de traitement par thermothérapie, il convient de vérifier qu'ils sont autorisés et reconnus efficaces contre la carie.

La gestion de l'ergot des céréales

L'ergot du seigle *Claviceps purpurea* est un champignon qui peut affecter toutes les graminées, cultivées ou adventices. Toutes les céréales à paille sont susceptibles d'être contaminées. Il y a une différence de sensibilité entre les espèces cultivées :

Seigle >> Triticale > Orge
Blé (tendre et dur)
Avoine

Impact sur les productions

Même lors de fortes attaques, l'impact sur le rendement reste faible : 2 à 5 % de pertes. Mais la nuisibilité de cette maladie est due à la présence d'alcaloïdes très toxiques. Ils provoquent une intoxication chez l'homme et chez les animaux, pouvant être mortelle.

Du fait de la dangerosité de ce champignon, des normes de commercialisation ont été fixées pour les céréales de consommation : 0,5 g de sclérotés/kg de céréales brutes en alimentation humaine et 1 g/kg en alimentation animale. Pour respecter ces seuils, des normes de certification s'imposent en production de semences : 1 sclérote ou fragment de sclérote dans 500 g de semences de bases et 3 sclérotés ou fragments dans les semences certifiées.

Le cycle du champignon

Le climat est une cause importante de la présence de ce parasite. L'ergot a besoin de conditions climatiques propices à son développement, présentées figure 9.

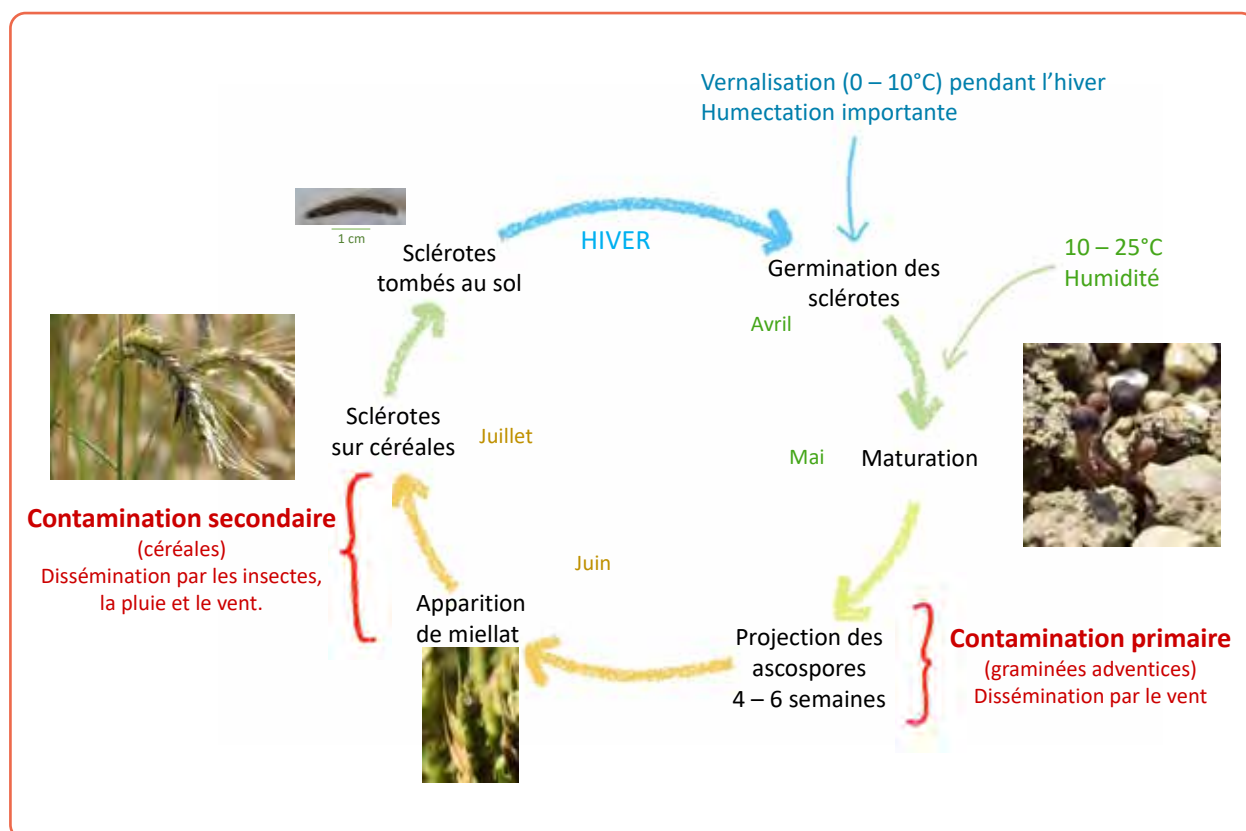


Figure 9 - Cycle de vie de l'ergot des céréales

Les sclérotés tombés sur le sol ont besoin d'une période de froid hivernal, avec des températures inférieures à 10°C, ainsi que d'une humectation suffisante pour permettre leur vernalisation. Le printemps doit ensuite être doux et humide pour activer la germination, puis la libération des ascospores.

Enfin, il faut de la pluie et du vent pour favoriser la contamination par dissémination au moment de la floraison des graminées adventices puis des céréales. En production de semences hybrides (peu pratiquée en AB), la période de floraison étant plus longue, les contaminations sont plus élevées.

Les mesures préventives en culture

Il faut tout d'abord éviter d'introduire ce pathogène dans les parcelles :

- **Par le biais des semences** : l'utilisation de lots de semences exempts d'ergots permet d'éviter la dissémination des sclérotés au semis ;
- **Par la gestion des abords des parcelles** : la diversité et la densité de graminées sauvages présentes aux abords des parcelles est une source importante de contamination et développement de l'ergot. A partir de ces plantes hôtes en bordure, les ascospores vont pouvoir contaminer les bordures du champ. Il est recommandé de faucher les bordures avant la floraison des graminées adventices.

Il faut ensuite maîtriser l'ergot au sein de la parcelle, par différentes mesures prophylactiques :

- **Diversifier les rotations** : alterner les céréales à paille (ou les graminées porte-graine) avec des cultures non-hôtes permet de casser le cycle du champignon. En cas de présence d'ergot dans une parcelle, il est nécessaire d'éviter les céréales ou graminées pendant deux ans au minimum (durée de vie moyenne des sclérotés dans le sol) ;

- **Maîtriser le désherbage des graminées adventices** dans la parcelle et dans son environnement. En effet, ces adventices, et notamment le vulpin, jouent le rôle de relais (contamination primaire) et de multiplicateur de l'ergot, ce qui entraîne une augmentation du stock de sclérotés dans le sol ;
- **Adapter le travail du sol** : si de l'ergot a été détecté dans une parcelle, il faut réaliser un travail du sol profond pour enfouir les ergots à plus de 10 cm de profondeur. A cette profondeur, ils ne peuvent plus germer et réaliser leur cycle. Il faut éviter un travail du sol profond l'année suivante qui risquerait de faire ressortir des sclérotés encore viables.

Une méthode de contrôle efficace : le triage

Le nettoyage des grains constitue le seul moyen pour éliminer l'ergot post-récolte. Le nettoyeur-séparateur peut éliminer environ 40 % des sclérotés. Les tables densimétriques et surtout les trieurs optiques peuvent éliminer 95 à 99 % des sclérotés présents, mais les débits de triage sont réduits.



Entretien des bordures

Le cas du charbon des céréales

Les champignons responsables des charbons nus et couverts des céréales appartiennent au genre *Ustilago*. A l'épiaison, les symptômes sont visibles et les pièces florales des épis sont infectées et deviennent des amas de spores. Deux principaux types de charbons sont rencontrés sur plusieurs espèces de céréales (tableau 16).

Tableau 16 : Les différents types de charbon et leurs noms latins en fonction des espèces de céréales (source ephytia.inra.fr)

Type de charbon \ Espèce de céréale	Espèce de céréale		
	Orge	Blé	Avoine
Nu	<i>Ustilago segetum</i> var. <i>nuda</i>	<i>Ustilago segetum</i> var. <i>tritici</i>	<i>Ustilago segetum</i> var. <i>avenae</i>
Couvert	<i>Ustilago segetum</i> var. <i>hordei</i>	-	-

Le **charbon nu** se développe en cours de végétation mais ses symptômes ne sont visibles qu'à épiaison. Une plante infectée voit l'ensemble de ses pièces florales, y compris les glumes, se transformer en un amas pulvérulent de spores noires. Une enveloppe gris-blanc les entoure puis se déchire et laisse les spores se disséminer par le vent vers les fleurs de céréales environnantes (jusqu'à environ 150 m) et les contaminent. Les épis infectés émergent plus tôt que les épis sains, ce qui favorise la dissémination de la maladie. Celle-ci est optimale lors de temps frais et humides, car cela permet l'ouverture des glumelles des fleurs et donc la réception des spores du champignon. La période la plus sensible à la contamination a lieu entre le 2^{ème} et le 5^{ème} jour de floraison. Les semences issues de fleurs contaminées ne se distinguent pas des grains sains, seule une analyse en laboratoire peut les détecter. Le champignon est présent suite à cette contamination interne, se conserve dans l'embryon et se développera par son mycélium lors de la germination de la future plantule. Les pertes à la récolte dues au charbon peuvent atteindre 50 %.

Le **charbon couvert**, plus rare, se développe également en cours de végétation avec des symptômes visibles à épiaison, mais il entraîne une persistance des caryopses (fruits des poacées) et donc des amas de spores moins visibles car enveloppées du mince péricarpe des grains de céréale. Ces spores sont libérées au battage, entraînant une contamination externe des grains. Le charbon couvert, que l'on trouve principalement sur orge, et quelquefois signalé sur avoine, se conserve sous forme de spores dans le sol ou à l'extérieur des semences. Les spores du champignon pénètrent dans la semence et contaminent la plantule de manière systémique, lors de sa germination.

Il n'existe pas de norme sanitaire concernant les charbons dans le cadre de la production de semences de céréales. Néanmoins, plusieurs moyens existent pour limiter leur dissémination :

- L'élimination des lots contaminés du circuit des semences à la suite d'observations en culture ou après analyses sanitaires ;
- L'efficacité des traitements de semences autorisés en agriculture biologique reste peu documentée à ce jour pour la lutte contre les charbons.



Epis charbonnés

Le cas de l'helminthosporiose

Si l'helminthosporiose est assez rare sur blé tendre - avec une nuisibilité pouvant néanmoins être importante - et se localise principalement dans les régions du Nord, c'est la principale maladie et la plus préjudiciable de l'orge en termes de fréquence et de nuisibilité (jusqu'à 30 q/ha en cas de forte pression). Cette maladie entraîne la stérilité partielle voire totale des épis contaminés, et entraîne donc une forte baisse de rendement.

Sur blé

Pyrenophora (ou *Drechslera*) *tritici-repentis* est l'agent responsable de l'helminthosporiose sur blé. Il se transmet principalement par les débris de cultures ayant porté la maladie et se propage des feuilles basses vers les plus hautes. Les symptômes sur feuilles se composent d'un halo jaune chlorotique avec un point noir au centre. Ils sont observables de la montaison jusqu'à la maturité, mais attention ces symptômes peuvent être confondus avec des taches physiologiques ou des symptômes de septoriose.

Pour confirmer la présence d'helminthosporiose, mettre une feuille symptomatique dans une bouteille plastique avec un peu d'eau pendant 24 à 48 heures, à température ambiante : si des conidiophores ont germé et sont visibles à la loupe binoculaire, il s'agit bien d'helminthosporiose (astuce Arvalis).

Une alternance d'humidité et sécheresse ainsi que la chaleur sont des conditions favorables au développement du pathogène. Aucune alternative efficace n'existe à ce jour contre cette maladie sur blé tendre. Néanmoins, des mesures prophylactiques telles que le choix de variétés résistantes, une rotation d'au moins 2 ans sur un précédent blé et l'enfouissement des débris de cultures sont des leviers intéressants pour la gestion de la maladie.

Sur orge

Dans le cas de l'orge, *Pyrenophora graminea* est le champignon responsable de l'helminthosporiose. Il est transmis principalement par la semence mais aussi par les résidus de cultures contaminés.

Lorsqu'une plantule est contaminée, il y a production de conidies à la surface de ses feuilles qui peuvent être disséminées par le vent et ainsi contaminer d'autres plantes voisines. Sur une même plante, la progression de la maladie se fait par palier, du bas vers le haut, jusqu'aux épis et à la contamination des futures semences : c'est la première source de maintien de l'inoculum. Des températures de 5 à 35°C, avec un optimum entre 12 et 16°C, ainsi que des sols froids et humides sont des conditions favorables au développement du pathogène.

Les symptômes peuvent être de formes variées mais ils sont caractérisés par des nécroses entourées d'un halo jaune ou des taches brunes sur le limbe de la feuille, qui à des stades avancés peuvent entraîner une déchirure du limbe en lanière. Ils s'observent à partir du stade un nœud jusqu'à épiaison avec des épis mal formés. En termes de prophylaxie, la principale recommandation est l'usage de semences indemnes mais aussi, comme pour le blé tendre, le levier génétique (résistance variétale) et le respect d'un minimum de deux ans entre deux cultures d'orge sur une même parcelle, et l'enfouissement et la destruction des repousses.

Tout comme les charbons, l'helminthosporiose n'est soumise à aucune norme pour la certification d'un lot de semences.

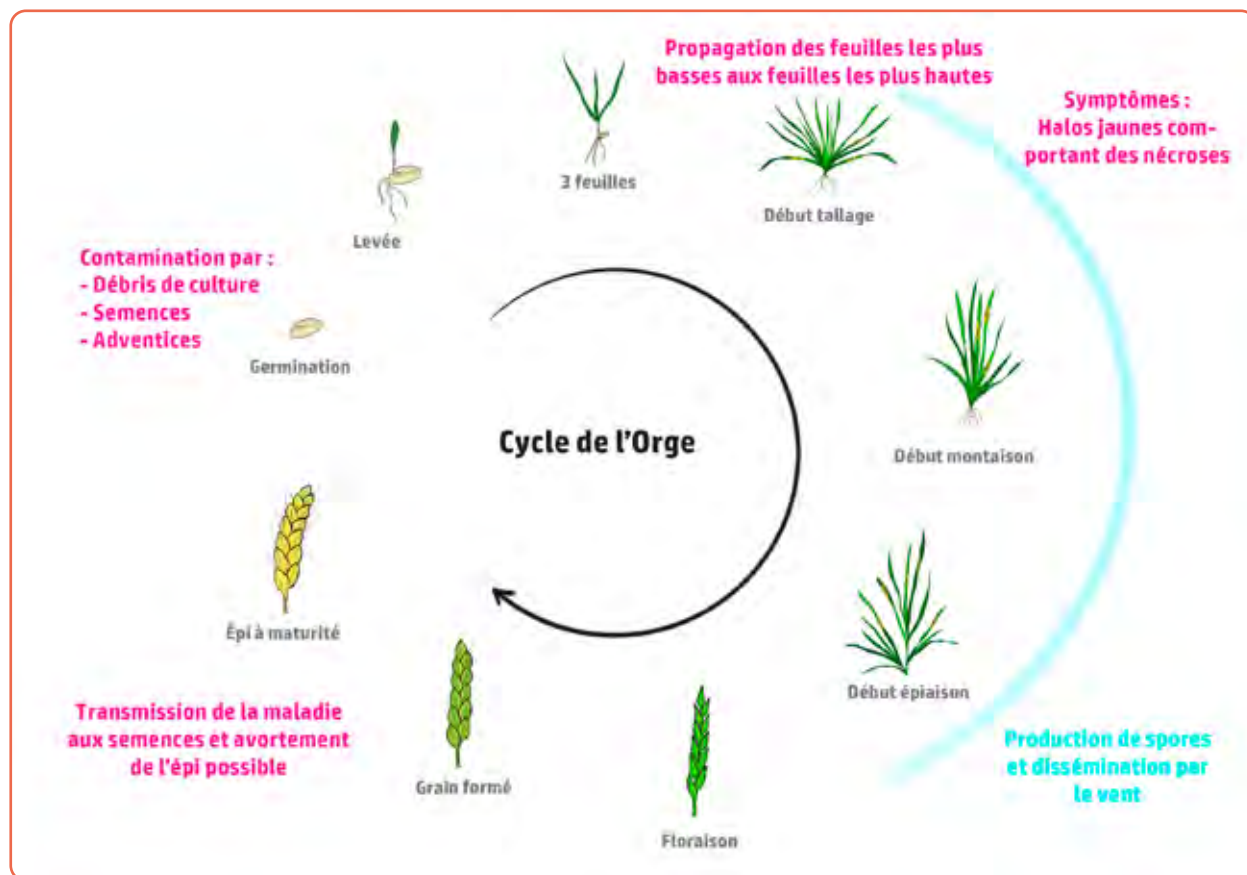


Figure 11 - Cycle de l'helminthosporiose sur orge

Le cas des fusarioses

La fusariose de l'épi chez les céréales à paille est en réalité un complexe de maladies provoquée par deux genres de champignons : *Fusarium* spp. et *Microdochium* spp. Les principales espèces rencontrées sont : *F. graminearum*, *F. tricinctum*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. langsethiae*, *F. sporotrichioides*, *M. majus* et *M. nivale*.

Les attaques sur épi sont à l'origine de problèmes de germination sur le lot à la récolte. Elles sont favorisées par une forte humidité et surtout un épisode pluvieux et persistant lors de la fin épiaison - floraison.

La température agit sur le type de pathogène présent : les températures élevées sont favorables aux contaminations de type *Fusarium*, alors que *Microdochium* est plus associé à des températures basses (tableau 17). Les deux genres sont antagonistes : le fort développement de l'un des types de champignons limite en général le développement de l'autre. A noter également que si *Microdochium* sp. produit peu de mycotoxines, contrairement à *Fusarium* sp., ce groupe de pathogènes peut avoir, tout comme *Fusarium* sp., un fort impact sur la qualité germinative des semences.

Tableau 17 : Caractéristiques principales des deux groupes de pathogènes provoquant les symptômes de fusariose des épis chez les céréales à paille

	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Microdochium</i> spp.
T°C optimales	25°C	18°C
T°C efficaces pour la multiplication de l'inoculum	De 19 à 29°C	De 12 à 21°C
Modes de dissémination du champignon pour atteindre l'épi	Reproduction sexuée : production d'ascospores légères, facilement transportables par le vent et sortant peu de la végétation	Reproduction sexuée (idem <i>F. graminearum</i>) Reproduction asexuée par production de conidiospores et dissémination par l'intermédiaire du feuillage (contamination de l'épi par éclaboussures de pluie)
Conditions météorologiques optimales pour les contaminations	Pluie, brouillard, vent	Pluie, brouillard, vent, neige (blesse les feuilles)

En cas d'attaques de *Fusarium* sp., les symptômes se manifestent par la présence d'épillets échaudés rose-orange, d'aurole noire sur glumes ou encore du brunissement du col de l'épi. Les attaques dues à *Microdochium* sp. sont souvent peu symptomatiques sur épis. Seule une analyse mycologique ou moléculaire permet d'établir précisément la ou les espèces présentes. L'infection d'une parcelle par une souche de fusarioses peut entraîner des pertes de rendement de l'ordre de 30 à 70 %. Plus le pourcentage de grains contaminés augmente, plus la faculté germinative du lot de semences diminue. Une forte vigilance face à ces maladies en production de semences est donc indispensable.

L'intensité de l'attaque dépend de plusieurs facteurs :

- les conditions climatiques à la floraison ;
- la composition de la flore pathogène ;
- les précédents culturaux : il faut éviter les précédents sensibles comme le maïs ou le sorgho ou bien enfouir ou broyer les résidus de leur culture. La gestion des

résidus de culture est un point clé dans la lutte des fusarioses. En effet, les deux types sont saprophytes (capables de survivre sur de la matière organique en décomposition) ;

- l'espèce, avec le classement suivant (par ordre décroissant de sensibilité) :

Blé dur > Triticale > Blé tendre > Avoine
Seigle Orge Epeautre

- la variété. On trouvera des notes de sensibilité variétale pour blé tendre, blé dur et triticale sur arvalis-infos.fr, ou sur itab.fr pour le blé tendre.

Une grille permet de situer le risque fusariose en fonction du précédent cultural, du travail du sol et de la sensibilité variétale (tableau 18). On retiendra surtout que le labour (ou enfouissement des résidus) limite les risques, et que les situations de précédents maïs ou sorgho sont à éviter en production de semences de céréales à paille.

Tableau 18 : Caractéristiques principales des deux groupes de pathogènes provoquant les symptômes de fusariose des épis chez les céréales à paille

Précédent	Travail du sol	Sensibilité de la variété	Note de risque*
Céréales à paille, colza, lin, pois, féverole, tournesol	Labour	Peu sensible (note > 5)	1
		Moyennement sensible	
		Sensible (note 1 et 2)	
	Non labour	Peu sensible (note > 5)	
		Moyennement sensible	
		Sensible (note 1 et 2)	
Betteraves, pomme de terre	Labour	Peu sensible (note > 5)	2
		Moyennement sensible	
		Sensible (note 1 et 2)	
	Non labour	Peu sensible (note > 5)	
		Moyennement sensible	
		Sensible (note 1 et 2)	
Maïs ou sorgho	Labour	Peu sensible (note > 5)	2
		Moyennement sensible	
Betteraves, pomme de terre	Non labour	Sensible (note 1 et 2)	3
		Labour	
Maïs ou sorgho	Labour	Peu sensible (note > 5)	4
		Moyennement sensible	
	Non labour	Moyennement sensible	5
		Sensible (note 1 et 2)	

* : 1 = risque faible, 6 = risque très important. Cette grille a été établie principalement pour le risque *Fusarium* sp sur blé dur et blé tendre. La note de risque est à relativiser en fonction de l'espèce de céréale multipliée.

Les traitements de semences

Formellement, le vinaigre n'est pas autorisé pour lutter contre fusarioses (utilisable uniquement contre carie...). Son efficacité, probablement faible, est très peu documentée. Les produits à base de cuivre ont une efficacité faible également. La firme commercialisant le produit COPSEED ne le préconise pas contre les fusarioses.

La protection des traitements de semences par thermothérapie présente une efficacité intéressante contre les souches de *Microdochium* et *Fusarium*, bien qu'inférieure à celle de traitements conventionnels. Autre point d'intérêt : la faculté germinative des semences traitées par thermothérapie ne semble pas en être affectée. Pour plus d'informations, consulter l'article de Bulletin Semences n°272 « Lutte contre la carie et les fusarioses : La thermothérapie à l'essai pour désinfecter les semences de blé ».

Tableau 19 : Les principales autres maladies du blé et de l'orge et leurs symptômes

Espèce	Organe concerné	Maladie	Symptômes
Blé	Feuille	Septoriose	Il existe deux souches principales de septoriose : <i>Septoria tritici</i> et <i>Stagonospora nodorum</i> . La septoriose est visible très tôt dans la saison. Des symptômes peuvent généralement être observés sur les premières feuilles formées avant l'hiver. Les premiers symptômes sont des tâches brunes, entourées d'un liseré jaune, qui vont laisser peu à peu la place à de grandes plages nécrosées. Très vite des punctuations noires apparaissent dans ces tâches : les pycnides. Ce sont les fructifications des champignons. La maladie va se disséminer par des pluies fortes qui permettent la contamination des étages supérieurs.
		Rouille jaune <i>Puccinia striiformis</i>	La rouille jaune apparaît le plus souvent en cours de montaison, généralement de un nœud à dernière feuille, plus rarement au stade tallage. Les premières pustules sont localisées sur les feuilles du bas de quelques plantes dans la parcelle. Des foyers de petite surface (1 m ²) apparaissent, ils sont jaune de loin, et nettement délimités. Si le climat est favorable, ces foyers peuvent ensuite infester très rapidement toute la parcelle. Sur les feuilles supérieures, les pustules jaunes parfois orangées sont alignées entre les nervures, elles dessinent des stries.
		Rouille brune <i>Puccinia recondita</i>	La maladie apparaît généralement tardivement entre le stade dernière feuille pointante et l'épiaison. Les pustules vont du brun au brun orangé, elles sont dispersées aléatoirement sur la feuille, et essentiellement sur la face supérieure. La répartition est homogène dans la parcelle (dissémination par le vent).
		Oidium <i>Blumeria graminis</i>	Cette maladie peut être présente dès le stade trois feuilles, mais apparaît le plus souvent entre fin tallage et deux nœuds, elle peut ensuite progresser sur les feuilles et l'épi. L'attaque commence par les feuilles du bas, sur les gaines et les limbes. Si le climat est humide, son développement est rapide même à basse température (5°C). Des touffes blanches, cotonneuses, éparées sur toute la feuille (face supérieure) apparaissent, elles deviennent brunes et grises en vieillissant. La répartition est homogène dans le champ (dissémination par le vent).
	Pied et racine	Piétin verse <i>Oculimacula yallundae</i> ou <i>O. acuformis</i>	Les symptômes sont visibles de la montaison à la maturité. Une tache, bordée par un liseré brun diffus, est présente sous le premier nœud. Après avoir soulevé successivement les gaines, plusieurs points noirs sont visibles sur la tige au centre de la tâche, ce sont des amas mycéliens. A maturité, l'épi entier est échaudé. Les épis échaudés sont répartis de manière aléatoire dans la parcelle. En cas de forte attaque, les plantes peuvent finir par verser.
		Piétin échaudage <i>Gaeumannomyces graminis tritici</i>	Les symptômes sont souvent observés sous forme de foyers de plusieurs m ² ou dizaines de m ² au niveau des andains de paille du précédent ou de l'antécédent. A la sortie de l'hiver, les racines présentent des nécroses noires de plusieurs centimètres, les plantes ont une faible croissance, le tallage est également impacté. A l'épiaison, les plantes attaquées sont complètement échaudées, les nécroses noires sont étendues à toute la racine. Des manchons noirs peuvent également remonter au dessus du plateau de tallage.
Orge	Feuille	Rhynchosporiose <i>Rhynchosporium commune</i>	Les premiers symptômes se manifestent généralement sous la forme de lésions ovales, de couleur vert pâle. Quand les lésions se développent, une bordure brun foncé bien délimitée apparaît, tandis que le centre de la lésion devient blanchâtre. Les lésions finissent par se rejoindre et former de larges zones autour desquelles le jaunissement des feuilles est très fréquent.
		Rouille naine <i>Puccinia hordei</i>	Les symptômes apparaissent sur ou sous les feuilles sous forme de pustules orangées dispersées. Des halos chlorotiques apparaissent parfois autour des pustules.



Epi fusarié

Ravageurs

Les principaux ravageurs des céréales

Ravageurs responsables de la jaunisse nanisante de l'orge (JNO)

Chez les céréales, à l'instar d'autres groupes d'espèces, les pucerons sont vecteurs de virus. La jaunisse nanisante due au virus BYDV (Barley Yellow Dwarf Virus) est la plus fréquente avec un impact très important chez l'orge par rapport aux autres céréales. *Rhopalosiphum padi* L., *Rhopalosiphum maidis*, *Sitobion avenae*, *Metopolophium dirhodum* et *Schizaphis graminum* parmi d'autres, sont des espèces de pucerons responsables de la JNO. Cette maladie est caractérisée par des décolorations des extrémités des feuilles (jaunissement pour l'orge, rougissement pour le blé et l'avoine). Ci-dessous, un focus sur trois de ces espèces, nuisibles directement en se nourrissant de la sève des plantes, ou indirectement en transmettant le virus BYDV.

	<i>Rhopalosiphum padi</i> L.	<i>Metopolophium dirhodum</i>	<i>Sitobion avenae</i>
Reconnaissance	Couleur vert foncé avec des cornicules (*) courtes marron-noir et des tâches rougeâtres à l'insertion de ces dernières	Couleur vert-jaune avec une bande plus foncée sur le dos et des cornicules (*) claires	Coloration très variable (jaune, vert, rose, marron) mais avec des antennes et cornicules (*) noires
Biologie	Plusieurs générations/an - Reproduction sexuée ou asexuée Plusieurs vols d'adultes ailés peuvent avoir lieu du printemps jusqu'en automne		
Surveillance	Automne	Printemps, à partir de début épiaison : 1 épi sur 2 avec au moins un puceron représente un risque fort	
Risques et prophylaxie	Les semis précoces à l'automne et les hivers doux exposent les cultures aux populations de pucerons et augmentent le risque de contamination par le virus. Au-dessus de 3°C, les pucerons d'automne sont toujours actifs, et il faut plusieurs jours à -5°C pour tuer les populations. En outre, la proximité de cultures infestées par des pucerons au moment de la levée de la céréale est un facteur de risque important de contamination. Le choix de variétés résistantes à la JNO peut permettre de réduire la pression de la maladie sur la culture.	Les auxiliaires tels que les micro-hyménoptères parasitoïdes, les coccinelles, les chrysopes ou les syrphes peuvent contrôler les populations de pucerons mais avec un certain délai après apparition du pic du ravageur. Ceci complique la gestion de la culture car la transmission du virus de la JNO a plus de chances d'avoir lieu durant cette période. De ce fait, le choix de variétés résistantes à la JNO peut permettre de réduire la pression de la maladie sur la culture.	

(*) Cornicule : tubes à l'extrémité de l'abdomen



Rhopalosiphum padi L



Sitobion avenae

Autres ravageurs importants des céréales

Taupins (*Agriotes* spp., *Athous* spp.)

Reconnaissance

Les taupins sont des coléoptères dont les adultes sont bruns-noirs et de forme allongée. Ils sont facilement reconnaissables au « cliquetis » sonore émis s'ils viennent à se retrouver sur le dos et qu'ils cherchent à se retourner. Les larves sont appelées « vers fil de fer », de couleur jaune-orangé, très caractéristique.

Biologie



Larve de taupin

Les taupins sont polyphages et, alors que les adultes vivent environ un an, les larves peuvent se nourrir pendant 5 ans avant de se nymphoser. Les adultes hibernent dans le sol et reprennent leur activité au printemps, les femelles pondent vers fin mai - début juin de préférence sous les couverts végétaux, dans la couche superficielle d'un sol meuble et humide.

Surveillance

Les méthodes de capture et de suivi des populations de taupins ne permettent pas, à l'heure actuelle, de faire un lien entre niveaux de populations et dégâts observés sur la parcelle. La lutte contre ce ravageur sera avant tout préventive.

Risques et prophylaxie

Eviter les précédents à risque (jachères, prairies, parcelles fortement touchées les années précédentes) ou déchaumer rapidement après la récolte, car les œufs et jeunes larves sont très sensibles à la dessiccation.

Les parcelles présentant des forts taux de matière organique (>5%) ou une humidité du sol élevée sont plus sujettes à des colonisations. Un pH du sol plutôt acide a également tendance à favoriser les espèces de taupins à cycle long.

Cicadelle (*Psammotettix alienus* Dahlbom)

P. alienus est un insecte piqueur-suceur qui peut être vecteur du virus WDV (Wheat Dwarf Virus), dite maladie des pieds chétifs, qui provoque le nanisme du blé.

Reconnaissance

Les adultes mesurent de 3,5 à 5 mm et sont très mobiles par sauts et vols. Ils sont très actifs quand les conditions sont chaudes et ensoleillées. Leur couleur varie du jaune au brun clair, avec des yeux proéminents brun - rouge et six bandes beiges longitudinales sur le sommet de la tête.

Biologie

Deux à trois générations par an sont possibles. *P. alienus* passe l'hiver au stade œuf sur les graminées et, au milieu du printemps, les premières larves éclosent, c'est la première génération. Le pic de population a ensuite lieu à l'automne.

Surveillance

Dès la levée et jusqu'au stade 3 feuilles début tallage, une plaque engluée jaune permet la capture d'individus pour déterminer la présence et l'abondance dans la parcelle. A ces stades, au-delà de 50 individus capturés par semaine, le risque pour la culture devient grand.

Risques et prophylaxie

Les repousses de céréales dans les parcelles environnantes constituent des réservoirs à cicadelles mais la gestion de ces repousses est délicate car le fait de déranger les cicadelles par un déchaumage peut entraîner leur déplacement sur les jeunes semis.

Un semis précoce peut favoriser la synchronisation entre la période de sensibilité de la culture et la période d'activité des cicadelles, ce qui peut donc avoir un impact négatif.

Il n'existe pas de moyen de lutte contre ce virus quand la plante est infectée.

Limaces (*Deroceras reticulatum* O.F. Müller & *Arion hortensis* Ferussaci)

Reconnaissance

D. reticulatum, appelée limace grise, sécrète un mucus blanc, alors que *A. hortensis*, la limace des jardins ou limace noire, sécrète un mucus jaunâtre.



Deroceras reticulatum - Photo ACTA

Biologie

Les limaces sont principalement actives la nuit mais certaines conditions d'humidité et de forte couverture nuageuse peuvent les faire sortir en journée, ces ravageurs étant très sensibles à la sécheresse. Ces deux espèces peuvent pondre plusieurs dizaines voire centaines d'œufs du printemps à l'automne et il y a 1 à 2 générations par an. Elles occasionnent des pertes de pieds au moment de la levée.

Surveillance

La mise en place de pièges à limace, type INRA-Bayer par exemple, permet d'appréhender les niveaux de populations. A partir de 20 individus piégés par m² en une nuit le risque peut devenir important, même si des études ont montré que le lien entre populations piégées et niveaux d'attaque ne sont pas toujours évidents...

Risques et prophylaxie

Plusieurs facteurs sont propices au développement des limaces : des conditions douces et humides, le précédent cultural (prairies, fourragères, jachères, colza), l'absence de labour, etc.

Les produits à base de phosphate ferrique, sous forme de granulés, sont utilisables en agriculture biologique. L'efficacité est variable en fonction des formulations et n'apparaît pas tout de suite car les limaces ingèrent les granulés et cessent de s'alimenter avant de mourir dans les quelques jours qui suivent. Les périodes d'applications vont de quelques semaines avant semis jusqu'au stade trois - quatre feuilles, en fonction du niveau de population.

Par ailleurs, un déchaumage juste après la récolte du précédent cultural et un roulage peuvent limiter le développement et l'installation du ravageur, car les œufs sont très peu résistants à la dessiccation (quelques heures au maximum). A l'inverse, le semis direct a tendance à favoriser la prolifération des limaces.

Cécidomyie (*Sitodiplosis mosellana*)

Reconnaissance

Les cécidomyies sont des diptères du même sous-ordre que les moustiques (nématocères). Ils en possèdent la même morphologie mais sont reconnaissables à leur couleur jaune-orangé. Les larves sont des petits asticots de la même couleur.

Biologie

Les larves passent l'hiver sous forme de cocon dans le sol, elles peuvent y subsister pendant plusieurs années. Une fois que les adultes ont émergé, ils pondent dans les épis et les œufs mettront 4 à 10 jours pour éclore. Les larves se nourrissent ensuite sur les grains en développement avant de se laisser tomber au sol pour passer l'hiver.

Surveillance

Du début de l'épiaison jusqu'à la fin de la floraison, quand 20 adultes sont piégés en 48 h dans une cuvette jaune à eau ou 10 adultes piégés en 24 h sur une plaque jaune engluée, le risque devient grand.

Risques et prophylaxie

Les cécidomyies occasionnent des pertes de rendement (avortement de grains) et peuvent favoriser la germination sur pied. Certaines variétés sont plus résistantes aux attaques que d'autres. Les cécidomyies faisant une partie de leur cycle dans le sol (les larves y restant parfois plusieurs années), l'historique de la parcelle est important à prendre en considération pour évaluer le risque sur la culture en place.

Fertilisation

En Agriculture Biologique, la fertilisation se raisonne à l'échelle de la succession culturale. L'objectif est de maintenir un bon niveau de fertilité des sols en introduisant des **légumineuses** dans la rotation ou des **couverts végétaux** et/ou en apportant des **produits organiques** afin d'augmenter la teneur en éléments nutritifs des sols.

Pour l'azote, la méthode du bilan azoté référencée par le COMIFER¹ se base sur la différence entre les **besoins** de la culture et la **fourniture** du sol pour ajuster la dose d'azote qu'il serait nécessaire d'apporter pour satisfaire les besoins de la plante.

Les besoins en minéraux des céréales

Toutes les céréales à paille n'ont pas les mêmes besoins en éléments minéraux. L'azote est le principal macro-élément dont elles ont besoin. Les céréales ont une exigence plus faible en phosphore et en potassium. Des carences en autres éléments majeurs (notamment soufre) ou en oligo-éléments (manganèse ou cuivre sur blé et orge) se manifestent rarement.

Le tableau 20 reprend les besoins en azote (N) en kg/quintal, des diverses espèces de céréales à paille, ainsi qu'une estimation des besoins en azote selon une hypothèse de rendement.

Contrairement à l'azote qui est facilement lixivié sous forme de nitrate, le phosphore et le potassium restent plus longtemps dans le sol. Le mode de calcul des apports n'est pas le même. Pour connaître les quantités de phosphore et potassium à apporter, ou quand faire une impasse, la méthode du COMIFER se base sur les teneurs en P_2O_5 et en K_2O du sol (données par l'analyse de sol), sur les niveaux d'exigence des cultures (tableau 21), sur le passé de fertilisation, sur le devenir des résidus de culture et sur les quantités exportées (tableaux 22 et 23).

Tableau 20 : Besoins en azote des espèces de céréales (Source : Arvalis – Institut du végétal)

Espèce	Semis précoce ou conditions optimales	Exemple de quantité de besoin azoté	
		Rendement souhaité (q/ha)	Kg d'azote/ha nécessaires
Blé tendre	Entre 2,8 et 3,2 (selon la variété)	40	120
Blé dur	Entre 3,5 et 4,1 (selon la variété)	25	100
Orge	2,5	30	75
Avoine d'hiver et de printemps	2,2	30	66
Triticale	2,6	30	78
Seigle	2,3	30	69
Grand épeautre	1,6	30	48
Petit épeautre	1,6	15	24

Tableau 21 : Niveau d'exigence en phosphore et potassium des céréales (Source : COMIFER)

P_2O_5	
Céréales moyennement exigeantes	Blé suivant un blé, blé dur, orge
Céréales faiblement exigeantes	Avoine, blé tendre, seigle, triticale, épeautre
K_2O	
Céréales moyennement exigeantes	-
Céréales faiblement exigeantes	Avoine, blé dur, blé tendre, orge, seigle, triticale, épeautre

1 Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée (<https://comifer.asso.fr>)

Tableau 22 : Exportations en phosphore des espèces de céréales (Source : COMIFER)

Espèce	Teneur en phosphore		Exemple de quantité de phosphore exporté (en laissant les pailles dans la parcelle)	
	en kg P ₂ O ₅ /q de grain	en kg P ₂ O ₅ /t de paille	Objectif de rendement (q/ha)	Export de P ₂ O ₅ /ha (kg)
Blé tendre	0,65	1,7	40	26
Blé dur	0,85	1,7	25	21
Orge	0,65	1	30	20
Avoine	0,75	3	30	22
Triticale	0,65	2	30	20
Seigle	0,65	3	30	20

Tableau 23 : Exportations en potassium des espèces de céréales (Source : COMIFER)

Espèce	Teneur en potassium		Exemple de quantité de potassium exporté (en laissant les pailles dans la parcelle)	
	en kg K ₂ O/q de grain	en kg K ₂ O/t de paille	Objectif de rendement (q/ha)	Export de K ₂ O/ha (kg)
Blé tendre	0,50	12,3	40	20
Blé dur	0,45	12,3	25	11
Orge	0,55	12,9	30	16
Avoine	0,45	12	30	13
Triticale	0,50	10	30	15
Seigle	0,45	12	30	13

Les fournitures du sol

L'humus constitue une source indispensable d'éléments nutritifs en Agriculture Biologique, où seuls les apports organiques sont autorisés. L'humus résulte de la décomposition des résidus de cultures et des produits organiques épandus.

Pour être assimilable par la plante, l'humus doit passer par une phase de minéralisation où les micro-organismes du sol le transforment de l'état organique à l'état minéral. Cette étape est plus ou moins longue et dépend :

- De la température et de l'humidité du sol (meilleure activité des micro-organismes au printemps et à l'automne) ;
- Des teneurs en argiles, en calcium et du pH du sol (meilleure minéralisation en sol sableux, neutre avec peu de calcium) ;
- De l'abondance de la matière organique là où se trouvent les micro-organismes ;
- De l'aération du sol (de nombreux micro-organismes sont aérobies) ;
- Du travail du sol pratiqué ;
- Des nombreux processus d'interaction entre organismes (micro ou macro-organismes comme les vers de terre)...

Pour connaître les quantités d'éléments minéraux présents dans le sol, il est conseillé de pratiquer une analyse de terre. Les analyses de teneur en phosphore et potassium sont généralement valables 4 - 5 ans. Pour un meilleur suivi, il vaut mieux refaire une analyse à la même époque que la précédente (souvent fin d'été ou sortie d'hiver). Les analyses de reliquat azoté sont à réaliser en sortie hiver pour éventuellement ajuster les apports de fertilisant.

Apporter de l'azote grâce au précédent

Par les nodosités qu'elles possèdent sur leurs racines et les bactéries qui y vivent, les légumineuses ont la capacité de prélever l'azote dans l'air pour leurs besoins. Elles le restituent ensuite au sol quand des parties de la plantes (feuilles, racines...) ou les plantes elles-mêmes meurent. C'est pourquoi la culture de légumineuses est vivement recommandée dans le cas où l'apport de produits organiques est compliqué (pas d'élevage sur l'exploitation par exemple).

Le tableau 24 donne des ordres de grandeur de reliquats azotés laissés par un précédent légumineuses.

Tableau 24 : Quantités d'azote laissées dans le sol par la minéralisation des résidus de culture (données utilisées dans le bilan azoté ouvert en sortie d'hiver ; Source : COMIFER)

Précédent	Minéralisation des résidus en kg N /ha
Féverole	30
Luzerne retournée en fin d'été/automne de l'année n-1	40
Luzerne retournée en fin d'été/automne de l'année n-2	20
Pois protéagineux	20
Pois ou haricot de conserve	20
Soja	20

La légumineuse introduite dans la rotation peut être choisie en fonction des besoins de la culture suivante. Pour exemple, avec un précédent luzerne bien développée, un apport de fertilisant peut ne pas être nécessaire pour obtenir un rendement de 40 q/ha avec une culture de blé tendre d'hiver.

La minéralisation d'un trèfle ou d'une luzerne peut s'étaler sur deux années. Il est conseillé de réaliser un reliquat sortie hiver pour connaître la quantité en azote disponible pour la culture suivante.

Les céréales rustiques comme les épeautres sont sensibles à la verse. Il n'est alors pas recommandé de l'implanter derrière ou après une légumineuse.

Le choix de certains précédents comme le tournesol ou le maïs grain peut engendrer certains problèmes de disponibilité en azote, appelés « faim d'azote ». Les bactéries qui minéralisent la matière organique ont, elles aussi, besoin d'azote pour se développer. L'azote du sol est alors consommé par les bactéries et n'est que très peu disponible pour les cultures. Ce phénomène apparaît quand la matière à décomposer est majoritairement ligneuse avec un fort ratio C/N.

Améliorer les fournitures du sol grâce aux intercultures

Lors de l'interculture avant les céréales de printemps, le semis d'une légumineuse ou de culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN) permet d'amener de l'azote au sol ou de ne pas en perdre avec les pluies d'automne-hiver, pour le restituer lors de la décomposition de la CIPAN.

Les restitutions en azote vont dépendre des espèces implantées, de leur développement plus ou moins important lors de leur destruction (quantité de biomasse produite) et de l'activité biologique du sol. Pour chiffrer plus précisément les quantités provenant des cultures intermédiaires, la méthode MERCI (Méthode d'Estimation des Restitutions par les Cultures Intermédiaires, methode-merci.fr) se base sur le prélèvement et la pesée de la biomasse des cultures intermédiaires et des références terrain ou simulations. Cette méthode permet aussi d'estimer l'évolution de la minéralisation de l'azote de 1 à 6 mois après destruction du couvert.

Concernant la restitution d'azote, pour le cas de l'orge de printemps, selon Arvalis, la destruction du couvert est conseillée entre le mois de novembre et de décembre. Selon les espèces du couvert, la quantité d'azote libérée est comprise entre 0 et 30 unités à l'ouverture du bilan azoté (tableau 25).

Tableau 25 : Estimation de la quantité d'azote libérée par les couverts (valeur MrCl dans la méthode du bilan azoté), en fonction des espèces semées après une ouverture du bilan en février et pour une destruction de couvert de novembre à décembre (Source Arvalis)

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver en kg d'azote/ha
		Destruction nov/déc.
Crucifères (moutarde, radis...)	<= 1	5
	2 (>1 et <3)	10
	>=3	15
Graminées de type seigle, avoine...	<= 1	0
	2 (>1 et <3)	5
	>=3	10
Graminées de type ray-grass	<= 1	5
	2 (>1 et <3)	10
	>=3	15
Légumineuses	<= 1	10
	2 (>1 et <3)	20
	>=3	30
Hydrophyllacées (phacélie)	<= 1	0
	2 (>1 et <3)	5
	>=3	10
Mélanges graminées - légumineuses	<= 1	5
	2 (>1 et <3)	12
	>=3	50
Mélanges crucifères - légumineuses	<= 1	8
	2 (>1 et <3)	15
	>=3	23

Source : Brochure « Cultures intermédiaires - Impacts et conduite » - Arvalis/Cétiom/ITB/ITL, août 2011 (chapitre 17)

Les restitutions de phosphore et de potassium par les couverts varient selon le développement et la nature du couvert. Le potassium est plus rapidement disponible par rapport au phosphore qui a une disponibilité partielle (selon le rapport C/P). La méthode MERCI permet également d'estimer les quantités de P, K, S et Mg restituées par les couverts.

La gestion de la fertilité des sols à l'échelle de la rotation ne suffit pas toujours aux besoins des céréales. Il peut donc être nécessaire de recourir à l'apport de produits organiques, apports conditionnés par le reliquat azoté.

Fertiliser des céréales avec des produits organiques

Pour rappel, les engrais minéraux de synthèse sont interdits en agriculture biologique, seuls les engrais organiques ou les engrais minéraux à base de poudre de roches (apports de P, K, Mg...) sont autorisés. Attention, depuis le 1^{er} janvier 2021, les effluents provenant d'élevages industriels (systèmes caillebotis ou grille intégral ou élevages en cage) ne peuvent plus être épandus s'ils dépassent les seuils définis en annexe I de la directive n°2011/92/UE¹.

Deux types de produits organiques sont à distinguer :

- Les amendements organiques ayant un rapport C/N élevé (supérieur à 8) : produits à libération lente, apportés dans l'objectif d'amélioration de la fertilité des sols (ex : compost) ;
- Les engrais organiques ayant un rapport C/N faible (inférieur à 8) : produits à libération rapide, apportés dans l'objectif de fertiliser la culture (ex : fumier, vinasse de mélasse, farine de sang, de plumes...).

Apports d'azote

Les produits organiques contiennent des quantités importantes d'éléments minéraux (tableau 26). Ils possèdent de l'azote sous forme ammoniacale (disponible immédiatement pour les végétaux) et sous forme organique (disponible à moyen-long terme, après minéralisation). Selon leur composition et leur rapport C/N, la minéralisation et la disponibilité de l'azote pour les cultures y sont très variables.

Par exemple, les engrais organiques de type fientes de volailles et vinasses se minéralisent rapidement (30 à 80 % de l'azote organique est minéralisé au cours des premiers mois). Ils doivent donc être apportés en période d'absorption des céréales, au cours du tallage / montaison.

Au contraire, les produits organiques de type fumier de bovin se minéralisent plus lentement (20 à 40 % de l'azote organique est minéralisé au cours de l'année suivant l'apport). Ils peuvent être apportés avant le semis des céréales. De plus, à cette époque, la faim d'azote potentiellement créée par leur minéralisation arrive à un moment où les besoins azotés des céréales sont faibles.



Fumière bétonnée. Il est préférable de composter le fumier pour limiter l'apport de graines d'adventices viables

Un réseau d'essais piloté par Arvalis a montré qu'en fractionnant les apports d'engrais organiques en deux fois (moitié avant tallage et moitié au tallage), le rendement augmentait significativement de 2,4 q/ha par rapport à un seul apport courant tallage. Les engrais organiques testés étaient des produits à vitesse de minéralisation élevée (poudres de viande et d'os, farines de sang et de plumes et poudres d'onglon et marc de peaux). Cependant, ces résultats peuvent être nuancés selon les conditions pédoclimatiques et donc la vitesse de minéralisation des engrais. Plus la minéralisation est lente, plus les apports devront être avancés et inversement en cas de minéralisation rapide.

Les quantités d'engrais organiques apportées doivent être raisonnées selon la méthode du bilan. Cette méthode, préconisée par le COMIFER, permet de calculer la dose d'azote minéral à apporter pour atteindre un objectif de rendement. Elle prend en compte le besoin de la culture, les fournitures du sol et les apports azotés : l'ensemble doit s'équilibrer.

Arvalis a créé un outil d'aide à la décision en ligne pour calculer les quantités de d'azote, phosphore, potassium et magnésium apportées par les produits organiques : <http://oad.arvalis-infos.fr/fertiliser produits organiques/fertiliser produits organiques.asp>

Attention, dans les zones vulnérables, les périodes d'interdiction d'épandage ainsi que les quantités d'apport de fertilisants organiques sont réglementées. Des arrêtés préfectoraux encadrent ces apports et peuvent varier d'une région à l'autre.

¹ Arvalis Info, article du 23 décembre 2020 : Effluents d'élevage utilisables en AB : des restrictions s'appliquent dès le 1^{er} janvier 2021, disponible sur <https://www.arvalis-infos.fr/view-33858-arvarticle.html>

Tableau 26 : Valeurs repères de composition des principaux fertilisants organiques (Source : Arvalis, Ifip, Idele, Itavi 2019)

Type de produit		Teneurs/tonne de produit brut		
		Azote total (kg/t)	P ₂ O ₅ (kg/t)	K ₂ O (kg/t)
Fumier				
Bovins	Sur litière cumulée	5,9	2,8	9,5
	Compact	4,7	2,3	5,6
	Mou	4,5	2,2	4,9
Ovins	Fumier d'ovins	6,7	4	12
Caprins	Fumier de caprins	6,1	5,2	12
Volailles	Fumier de poulet de chair conventionnel	21,9	14,7	19
Lisier et fientes				
Bovins	Lisier de bovins	1,3	1,5	3,6
Porcs	Lisier de porc naisseur-engraisseur	3,5	2,1	2,5
	Lisier de porcs charcutiers	3,7	2,1	2,5
Lapins	Lisier de lapins	3,3	2,5	4,3
Autres				
	Compost de fumier de bovins	6,7	3,6	10,8
	Compost de fientes de volailles avec litière	12,2	14,3	19,3

Par exemple, 40 t/ha de fumier de bovin compact apportent de l'ordre de 190 unités de N/ha, 90 unités de P₂O₅/ha et 225 unités de K₂O/ha, disponibles au fur et à mesure de la minéralisation.

Apports de phosphore et potassium

Les apports en phosphore et potassium sont généralement faibles pour les céréales à paille en AB, car ces cultures sont peu exigeantes et les rendements sont plus faibles qu'en conventionnel (voir tableaux 27 et 28). Les apports phosphopotassiques doivent se réfléchir en même temps que la fertilisation azotée car les produits organiques contiennent ces trois éléments. Le plus souvent l'apport de produit organique est calculé selon la quantité d'azote qu'il apporte et il couvre les besoins en phosphore et potassium par la même occasion.

Le phosphore est un élément à surveiller dans le cas d'un précédent légumineuses car elles sont consommatrices de phosphore pour fixer l'azote de l'air. La majorité du phosphore est exporté par les grains, tandis que le potassium se trouve principalement dans les pailles.

Cependant sur certains sols sans apport de produits organiques, une diminution du taux de phosphore peut être observée. La méthode de calcul COMIFER permet alors de définir les quantités de phosphore ou de potassium à apporter. Elle se base sur :

- les teneurs en P₂O₅ et en K₂O du sol (données par l'analyse de sol) ;
- les niveaux d'exigence des cultures ;
- le passé de fertilisation ;
- le devenir des résidus de culture ;
- les quantités exportées (tableaux 25 et 26).

$$\text{Dose P}_2\text{O}_5 \text{ ou K}_2\text{O} \text{ conseillée} = \text{Coefficient multiplicateur} \times \text{Rendement prévu} \times \text{Teneur en P}_2\text{O}_5 \text{ ou K}_2\text{O} \text{ dans les exportations}$$

Les coefficients multiplicateurs pour le phosphore et le potassium sont respectivement dans les tableaux 27 et 28.

Tableau 27 : Grille des coefficients multiplicateurs pour le phosphore (Source : COMIFER)

		Teneur du sol						
		Teneur faible			Teneur élevée			
		T renf.	T imp. -10%	T imp.	T imp. +10%	2 x T imp.	3 x T imp.	
Nombre d'années sans apport depuis la dernière fertilisation								
Culture moyennement exigeante (blé dur, orge)	0	1,6	1,0	1,0	0	0	0	0
	1 an	1,8	1,2	1,0	1,0	0,8	0	0
	2 ans ou plus	2,0	1,7	1,5	1,2	1,0	0,6	0
Culture peu exigeante (blé tendre, seigle)	0	1,3	1,0	0,8	0	0	0	0
	1 an	1,6	1,0	1,0	0	0	0	0
	2 ans ou plus	1,6	1,2	1,0	1,0	0,8	0	0

T renf. : Teneur renforcée ; T imp. : Teneur d'impasse

Tableau 28 : Grille des coefficients multiplicateurs pour le potassium (Source : COMIFER)

		Teneur du sol						
		Teneur faible			Teneur élevée			
		T renf.	T imp. -10%	T imp.	T imp. +10%	2 x T imp.	3 x T imp.	
Nombre d'années sans apport depuis la dernière fertilisation								
Culture peu exigeante (blé tendre, seigle)	0	1,2	1,0	1,0	0	0	0	0
	1 an	1,2	1,1	1,0	0	0	0	0
	2 ans ou plus	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	0	0

T renf. : Teneur renforcée ; T imp. : Teneur d'impasse

Irrigation

Les céréales bio ne sont généralement pas irriguées, mais les blés et les orges de printemps peuvent parfois nécessiter une ou deux irrigations en cas de printemps sec.

Les besoins en eau du blé augmentent rapidement du début montaison à la sortie de la dernière feuille et diminuent progressivement à partir du stade pâteux.

Arvalis a élaboré la méthode Irrinov pour piloter les irrigations grâce à des sondes tensiométriques, en fonction du stade de la culture et du sol.



Les blés peuvent éventuellement être irrigués (Photo François Collin)

Récolte et stockage

Récolte et stockage des céréales, les bons réflexes

Afin de préserver leur qualité (faculté germinative, pureté), les semences de céréales à paille doivent faire l'objet d'une attention particulière lors des opérations de récolte puis de ventilation/séchage après récolte.

Avant la récolte

Avant la récolte, la première règle est de maintenir la culture propre dans la mesure du possible. Ceci est un gage de facilité de récolte, de limitation du risque d'impuretés spécifiques, et de prévention de la dégradation du lot durant la conservation. Dans les situations d'ensèchement les plus critiques, il est envisageable d'andainer la culture au moment de la récolte afin de dessécher les adventices et récolter 2 ou 4 jours après la fauche, en reprenant les andains avec la moissonneuse.

Pour limiter les accidents de conservation, il convient d'éviter de stocker à une humidité du grain supérieure à 15 %.

Le nettoyage de l'installation est primordial avant la récolte

Le stockage des semences est une étape délicate qu'il faut préparer et surveiller afin d'éviter en particulier que les insectes ravageurs ne s'installent et ne déprécient la récolte. Les insectes présents dans la céréale stockée ne viennent pas obligatoirement du champ mais proviennent également des bâtiments et du matériel. Il convient d'effectuer un nettoyage complet des murs, parois, charpentes et sols du lieu de stockage avant d'y stocker la nouvelle récolte en cas de stockage à la ferme.

Deux types d'insectes ravageurs des semences stockées sont distingués, les ravageurs primaires (appelés aussi « à formes cachées ») et les ravageurs secondaires (appelés aussi « à formes libres »).

Les primaires sont les plus dangereux car ils effectuent leur cycle exclusivement sur le grain et sous forme cachée. On peut notamment retrouver le charançon des grains (*Sitophilus granarius*), le charançon du riz (*S. oryzae*) ou encore le capucin des grains (*Rhizopertha dominica*).



Les secondaires sont opportunistes, ils se nourrissent des grains déjà endommagés, cassés ou moisis. Les triboliums sombre et roux (*Tribolium confusum* et *T. castaneum*), le silvain (*Oryzaephilus surinamensis*) ou encore le cucujide roux (*Cryptolestes ferrugineus*) sont des espèces de ravageurs secondaires de ce type.

Le nettoyage des contenants (cellules, séchoirs) et des lots, est particulièrement nécessaire en agriculture biologique : les insecticides naturels sont peu efficaces contre le charançon qui s'attaque à l'intérieur du grain. En cas d'identification d'insectes vivants dans le lot, le produit SILICOSEC (composé à 100 % de terre de diatomée) est une solution intéressante mais qui ne peut résoudre tous les problèmes. En effet, son efficacité est variable selon les insectes et les conditions de température et d'humidité et son utilisation interdit le transport pneumatique des semences après traitement (voir fiche technique disponible sur Arvalis-info.fr).

A la récolte : viser la bonne humidité, avec une moissonneuse-batteuse propre et bien réglée

Comme pour toute production de semences, il faut s'assurer de la propreté du matériel de récolte, de manutention et de transport. Passer du temps à nettoyer le matériel lié à la récolte en amont de la moisson est un gage de qualité finale du lot. Nettoyer sa moissonneuse en sortie de champ est une méthode préventive essentielle pour préserver la qualité et la pureté du lot de la parcelle suivante.

L'utilisation d'un souffleur-aspirateur thermique à feuilles peut aider à « dégrossir » le nettoyage. Pour parfaire le travail, l'aspirateur industriel sécurisera le résultat final.

La récolte doit avoir lieu au moment opportun : le grain doit avoir une humidité optimale et être récolté en bonnes conditions météorologiques. Les plages optimales d'humidité de récolte sont présentées dans le tableau 29. L'utilisation d'un humidimètre est recommandée pour intervenir au stade optimal. Des contrôles en cours de journée sont nécessaires car l'humidité peut varier de plusieurs points entre le début de récolte dans la matinée et la fin de l'après-midi.

La récolte d'un grain trop sec augmente le risque de dégâts physiques sur les grains, à l'origine de problèmes de germination. A l'inverse, la récolte d'un grain trop humide engendre des risques de problèmes de conservation (échauffement du lot, prolifération de bioagresseurs...).



L'utilisation d'un humidimètre est recommandée pour vérifier la teneur en eau de récolte

Tableau 29 : Teneur en eau optimale de récolte

Espèces	Humidité optimale à la récolte (%)
Blé tendre	13 à 15
Blé dur	15 à 17
Orge	13 à 15
Seigle	15 à 17
Triticale	13 à 16
Avoine	15 à 18
Epeautre (grand et petit)	15 à 17

Les principales recommandations en matière de réglages de moissonneuse-batteuse sont présentées dans les tableaux 30 (batteur conventionnel ou hybride) et 31 (batteur axial). Il est important de s'assurer que les informations affichées en cabine correspondent bien à la réalité des réglages des principaux organes de battage de la moissonneuse en réalisant « le point zéro » du contre-batteur ou contre-rotor.



De plus amples informations sont consultables dans le guide **La récolte des semences**, paru en juin 2020. Ce guide est disponible gratuitement sur le site internet fnams.fr et peut également être commandé sous format papier.

Tableau 30 : Réglages indicatifs pour les principales espèces de céréales à paille avec des moissonneuses-batteuses avec batteur de type conventionnel ou hybride.

Espèces	Vitesse d'avancement (km/h)	Vitesse de rotation du batteur (m/s) *	Ecartement batteur/contre-batteur : Conv - Hybride (Av - Ar)	Hybride : Rotation du (des) rotor(s) de séparation (tr/mn) et position des volets	Ouverture grille supérieure (mm)	Ouverture grille inférieure (mm)	Puissance de ventilation (tr/min)	Remarques
Blé tendre hybride ou population	3,5 à 5	22 à 25	12 - 7	820 volets ouverts	14 à 18	7 à 10	900 à 1300	Pas d'ébarbage
Blé dur	3,5 à 5	20 à 22	10 - 6	820 volets ouverts	10 à 15	6 à 12	900 à 1200	Pas d'ébarbage
Orge hybride ou population	3,5 à 4,5	25 à 28	14 - 7	820 volets ouverts	16 à 17	7 à 10	850 à 1000	Ebarbage possible
Seigle	3,5 à 4	24 à 26	14 - 10	820 volets ouverts	11 à 14	7 à 10	700 à 1000	Pas d'ébarbage
Triticale	3,5 à 4	24 à 26	14 - 10	820 volets ouverts	11 à 14	7 à 10	800 à 1200	Pas d'ébarbage
Avoine hybride ou population	3,5 à 4,5	25 à 28	14 - 6	820 volets ouverts	12 à 16	8 à 10	750 à 900	Pas d'ébarbage
Epeautre	3,5 à 4	20 à 22	18 - 12	820 volets ouverts	12 à 18	8 à 12	700 à 900	Eviter de décor-tiquer. Pas de grains nus

* La vitesse de rotations V (en tr/mn) en fonction de la vitesse tangentielle v (en m/s) et du diamètre du batteur d (en m) est :

$$V = \frac{v * 60}{d * \pi} \text{ avec } \pi = 3,1415$$

Tableau 31 : Réglages indicatifs pour les principales espèces de céréales à paille avec des moissonneuses-batteuses avec batteur de type axial

Espèces	Vitesse d'avancement (km/h)	Vitesse rotation batteur (m/s) *	Ecartement rotot(s)/contre-rotor(s)	Combinaisons possibles des contre-rotors				Ouverture grille supérieure (mm)	Ouverture grille inférieure (mm)	Puissance ventilation (tr/min)	Remarques
				Contre-rotor partie battage	Contre-rotor grille séparation						
Blé tendre H. - P.	3,5 à 5	28 à 35	16 à 8	C	M	K	L	13 à 18	5 à 8	900 à 1200	
Blé dur	3,5 à 5	25 à 30	14 à 6	C	C	K	L	10 à 15	6 à 12	900 à 1200	
Orge H. - P.	3,5 à 4,5	28 à 35	22 à 5	C	C	K	L	13 à 18	6 à 9	850 à 1100	
Seigle	3,5 à 4	24 à 32	18 à 12	C	C	K	K	11 à 14	6 à 10	800 à 1200	
Triticale	3,5 à 4	24 à 32	18 à 12	C	C	K	K	11 à 14	6 à 10	800 à 1200	
Avoine H. - P.	3,5 à 4,5	24 à 35	25 à 15	C	C	K	L	18 à 22	6 à 10	750 à 900	
Epeautre	3,5 à 4	20 à 22	28 à 12	C	C	K	K	12 à 18	8 à 12	700 à 900	Eviter de décor-tiquer. Pas de grains nus

C : contre-rotor Céréales - M : contre-rotor Maïs - K : grilles larges (Keystock) - L : grilles Lisses

La ventilation et le séchage des lots

La qualité d'un lot de semences dépend bien sûr de l'ensemble des conditions culturales et de récolte, mais aussi des conditions de stockage.

La ventilation de refroidissement après récolte est incontournable pour garantir une bonne conservation des lots de semences de céréales. Le refroidissement a pour objectif de limiter l'activité physiologique de la semence et le développement des bioagresseurs. A la moisson, la température du grain oscille très souvent entre 25 et 35°C. Ces niveaux de température engendrent un vieillissement prématuré des semences et favorisent le développement d'insectes et de champignons de stockage. Ces risques sont d'autant plus marqués que la teneur en eau des semences est élevée. C'est pourquoi il est nécessaire de procéder immédiatement après la moisson à une ventilation de refroidissement.

Cette ventilation de refroidissement est idéalement réalisée en quelques nuits avec un débit de 10 à 20 m³ d'air/h/m³ de grains et lorsque la température ambiante est inférieure de 5 à 7°C à la température du grain. Pour éviter les phénomènes de condensation au sein du tas, veiller à ce que la différence de température entre le grain et l'air extérieur n'excède pas 10°C. Le refroidissement du volume des semences n'est complet que lorsque la température des semences du haut de la cellule est inférieure à 20°C.

Pour une conservation dans la durée, la température du lot doit encore être abaissée, pour ne pas dépasser 15°C. La solution consiste à ventiler par palier lors de la baisse des températures en automne - hiver. Si l'humidité de la semence est supérieure à 20 %, le séchage par réchauffement de l'air est conseillé.

Lutter contre les oiseaux et les rongeurs lors du stockage

Plusieurs solutions sont possibles contre les oiseaux :

- Vérifier l'obturation de toutes les ouvertures ;
- Poser des filets ou des grillages verticaux autour des cellules ou des cases (maille de 18 mm maximum) ;
- Installer des bâches tressées ou à petites mailles, comme du film horticoles, à même le tas (l'air doit passer au travers) ;
- Assombrir au maximum les bâtiments, les oiseaux préférant la lumière pour nicher.

L'élimination des rongeurs demeure une lutte plus délicate. Il convient alors :

- D'entretenir les abords des bâtiments ;
- D'éliminer tout ce qui peut servir d'abri (tas de bois, ferraille, vieux matériel...) ;
- D'obstruer les orifices (trous d'égout, d'aération...) avec du grillage ;
- De repérer les endroits où il y a des crottes afin d'y déposer des appâts (produits anticoagulants) dans des boîtes spécifiques fixées au sol et inaccessibles aux autres animaux. Il faut alors suivre régulièrement la consommation de ces appâts et recharger si nécessaire ;
- En cas de forte infestation, faire appel à une société de dératisation est nécessaire.

Pour en savoir plus

Gestion des adventices

- Bulletin Semences n°275 - Septembre-Octobre 2020 « Le désherbage mécanique des céréales à paille : des pratiques classiques aux nouveautés »
- Bulletin Semence Hors-série - Juillet 2013 « Le désherbage mécanique en production de semences »
- www.infloweb.fr
- <http://itab.asso.fr/programmes/desherbage.php>

Fertilisation

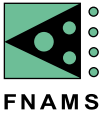
- <https://methode-merci.fr/>
- http://oad.arvalis-infos.fr/fertiliser_produits_organiques/fertiliser_produits_organiques.asp
- <https://comifer.asso.fr/images/publications/livres/tablesexportgrillescomifer2009.pdf>

Récolte et stockage

- Maîtriser les insectes ravageurs des semences de céréales durant le stockage : FNAMS - Benjamin Coussy
- Stockage et conservation des grains à la ferme p. 91 à 100 : Arvalis Institut du Végétal
- Guide récolte des semences : FNAMS juin 2020
- Guide séchage des semences : FNAMS décembre 2020

Collection « Produire des semences en agriculture biologique »

- Réglementation - FNAMS - ITAB mars 2021
- Principes techniques de base - FNAMS - ITAB mars 2021



La FNAMS, un réseau de spécialistes

www.fnams.fr

Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences

74, rue Jean-Jacques Rousseau - 75001 Paris - Tél : 01 84 82 73 33 - contact@fnams.fr

Service technique



Directeur
Jean-Albert Fougereux

Administration et vie professionnelle



Directeur
Anne Gayraud

Centre technique des semences



Chef de service Céréales et protéagineux
Claude-Emmanuel Koutouan

Chef de service Fourragères
François Deneufbourg



Chef de service Potagères
Emmanuelle Laurent



Ingénieurs d'étude
Cl.-E. Koutouan

Coraline Ravenel



Camille Guérin

Benjamin Coussy



Comptabilité
Sika Retz



Service du personnel
Cécile Zakaria

Informatique
Françoise Ancher



Bulletin Semences
Rédactrice en chef
Anne Gayraud



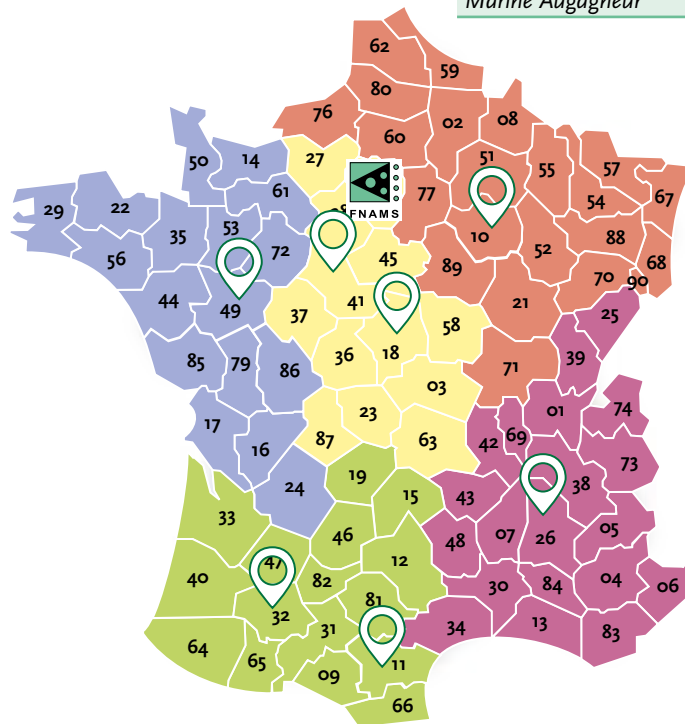
Rédactrice en chef adjointe
Catherine Guy



Responsable Communication
Valérie Trijean
Chargée de projet communication
Marine Augagneur



Ingénieur agro-économiste
Louis-Marie Colcombet



Grand Ouest



Ingénieur régional
Serge Bouet

Techniciens
*Vincent Odeau, Yseult Pateau,
Valentin Poirier, Vincent Simon*

FNAMS - Impasse du Verger - Brain-sur-l'Authion
49800 Loire-Authion
Tél : 02 41 80 91 00

Sud Ouest



Chef de service Betteraves
Ingénieur régional
Fernand Roques

Techniciens
Elodie Gauvin, Lionel Gazzola

FNAMS - La Sablière - Route de Lecture
32100 Condom
Tél : 05 62 68 25 39



Ingénierière régionale
Laura Brun

Technicien
Laurent Boissière

FNAMS - 670 av. du Docteur Guilhem
11400 Castelnaudary
Tél : 04 68 94 10 08

Centre



Ingénierière régionale
Marion Bouviala

Technicienne
Claude Laurain

FNAMS - Maison de l'Agriculture
2701 Route de d'Orléans
18 230 Saint Doulchard
Tél : 02 48 23 04 00



Ingénierière régionale
Elise Morel

Technicien
Gautier Fourment

FNAMS - 45 voie Romaine - BP 23 - Ouzouer-le-Marché
41240 Beauce-la-Romaine
Tél : 04 68 94 10 08

Nord Est



Ingénierière régionale
Charlene Buridant

Technicien
Cédric Richard

FNAMS - 2 bis rue Jeanne d'Arc - BP 4017
10013 Troyes Cedex
Tél : 03 25 82 62 29

Sud Est



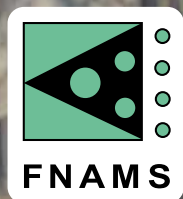
Ingénieur régional
Christian Etourneau

Technicien
Olivier Garrigues

FNAMS - Ferme Expérimentale - 2485 route des Pécolets
26800 Etoile-sur-Rhône
Tél : 04 75 60 62 74



Retrouvez toute l'information sur vos cultures porte-graine sur fnams.fr rubrique ressources documentaires, accessible après inscription gratuite.



Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences

74 rue Jean-Jacques Rousseau - 75001 Paris - Tél : 01 44 82 73 33

www.fnams.fr - contact@fnams.fr