

CEREALES A PAILLE ET ERGOT - DES SOLUTIONS POUR EVALUER ET MAITRISER LE RISQUE

LE CLIMAT UN ROLE PREPONDERANT DANS LE DEVELOPPEMENT DU CHAMPIGNON

Un hiver suffisamment froid : *Claviceps purpurea* nécessite, pour son développement, une étape de vernalisation associant une humectation suffisante et des températures inférieures à 10°C. Ces conditions hivernales sont généralement remplies sur l'ensemble du territoire national. Cependant, plus l'hiver est froid (températures proches de 0°C) et plus la germination des sclérotés est rapide au printemps.

Un printemps humide : les pluies printanières régulières entre les mois de mars à mai vont permettre le maintien d'une humidité au sol nécessaire dans un premier temps pour permettre la germination des sclérotés, et dans un second temps pour déclencher la libération des ascospores. Dans des conditions hygrométriques favorables, la plage de température moyenne nécessaire au développement du champignon est de 10 à 25°C.

LE CLIMAT CONDITIONNE LA SENSIBILITE DE LA PLANTE

Le climat va également conditionner la phénologie de la plante, et par conséquent sa réceptivité à la maladie. C'est au stade floraison que les céréales sont les plus sensibles. Mais d'autres facteurs peuvent intervenir :

Le stade méiose, stade critique pour la plante : un manque d'ensoufflement et du froid à la méiose peuvent altérer la fertilité du pollen, entraînant une baisse de fécondité. Les fleurs non fécondées baillent dans l'attente d'une fécondation croisée et sont particulièrement réceptives à une contamination par l'ergot.

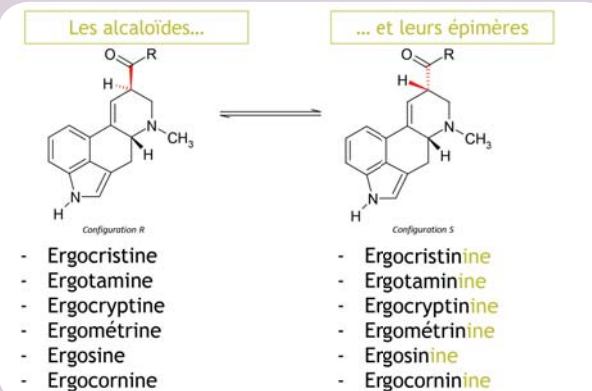
Une fleur non fécondée est réceptive à la maladie. D'une manière générale tous les accidents de fécondation de la plante hôte favorisent la contamination. A l'inverse, dès que l'ovaire est fécondé, les chances de succès de la contamination diminuent rapidement.

La prévention au champ est donc primordiale

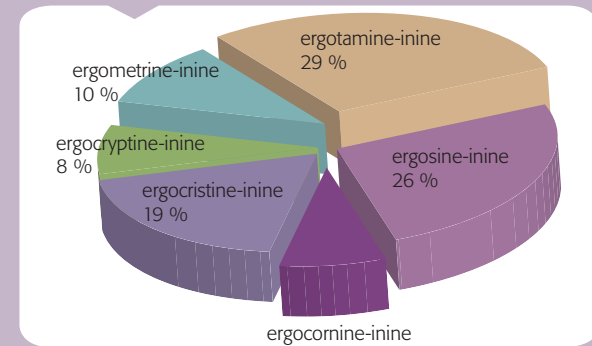
LES ALCALOÏDES DE L'ERGOT

Les sclérotés de *Claviceps purpurea* sont susceptibles de contenir 6 alcaloïdes principaux, chacun d'entre eux pouvant être présent sous deux formes structurellement analogues appelées isomères. L'épimérisation définit le passage d'une configuration à l'autre : elle est réversible et ne suit pas de règle définie. C'est la raison pour laquelle il est indispensable, sur le plan analytique, de quantifier distinctement ces 12 molécules. Par ailleurs, on prendra en compte la somme des 12 teneurs en alcaloïdes pour caractériser le niveau de toxicité global de l'échantillon.

Comme toute mycotoxine, les alcaloïdes sont des molécules très stables dans le temps et ne peuvent être que très partiellement détruites par les procédés de transformation habituels. Ainsi, on peut les retrouver tout au long de la chaîne alimentaire.



Répartition des 6 principaux alcaloïdes et leurs épimères dans les sclérotés



Source : enquêtes au champ ARVALIS - Institut du végétal (517 échantillons, récoltes 2012 à 2014)

- Maîtriser l'introduction de l'inoculum dans la parcelle
- Maîtriser l'inoculum présent dans la parcelle
- Maîtriser l'ergot présent dans les lots



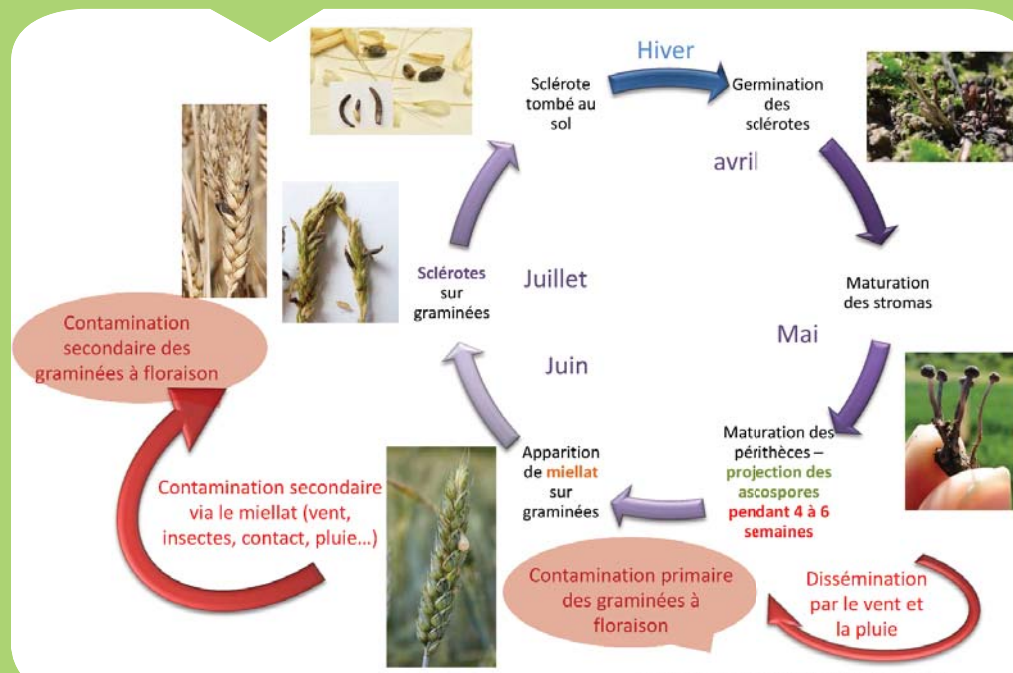
BIOLOGIE DU CHAMPIGNON

Au printemps les sclérotés germent et produisent des stromas pédicellés qui renferment des périthèces, libérant des ascospores responsables des contaminations primaires. Les ascospores libérées sont dispersées par le vent et germent sur les inflorescences des graminées, au moment de leur floraison. Les céréales, mais également les vulpins, ou les ray-grass peuvent donc être des sources de contamination de la récolte et du sol. Cinq mètres de distance par rapport à la source suffisent pour diviser le taux de contamination par deux. Les épislets attaqués ne donnent pas de grain et produisent dans un premier temps un liquide sucré et visqueux, le miellat contenant des conidies, disséminées par la pluie et/ou par des insectes. Ces conidies sont responsables des contaminations secondaires. Après le stade «miellat», l'infection évolue vers la production de sclérotés, contenant des alcaloïdes toxiques. La forme du sclérote est en grande partie déterminée par les contraintes que lui imposent les glumelles de la plante hôte et par la précocité de l'infection. Elle peut donc prendre des aspects très différents d'une espèce à l'autre, voire au sein d'une même espèce. Les ergots de blé sont généralement de grande taille (1 à 3 cm), mais bien souvent les sclérotés dépassent à peine la taille d'un grain et restent particulièrement discrets.

Cette maladie a peu d'impact sur le rendement, mais contamine la récolte ou la parcelle si les sclérotés tombent au sol avant maturité. Les sclérotés peuvent à nouveau germer si elles sont mises en terre avec les semences. Lorsqu'elles tombent directement au sol les sclérotés peuvent germer après vernalisation. Mais leur capacité germinative s'affaiblit avec le temps. Après quatre ans, les sclérotés ne sont plus viables quelle que soit la profondeur d'enfouissement.

Enfin, les sclérotés enfouis à plus de 5 cm sont également susceptibles de germer, mais ils ne sont pas en mesure de produire un pédicelle assez long pour permettre aux têtes à périthèces d'émerger du sol et de libérer des ascospores dans l'environnement.

Cycle biologique de *Claviceps purpurea*



Source : ARVALIS - Institut du végétal, 2013

LES BONNES PRATIQUES POUR MAITRISER L'INOCULUM DANS LE SOL

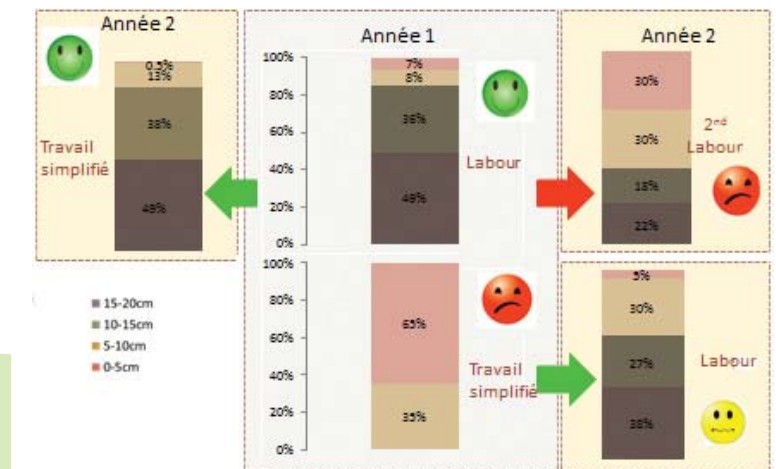
DANS LA PARCELLE ①

La quantité d'inoculum présent dans le sol de la parcelle impacte directement les risques de contamination de la culture en place. En cas d'infestation, il s'avère primordial d'adopter des mesures prophylactiques :

- **Diversifier les rotations** : alterner les céréales à paille avec d'autres cultures non hôte, tout en maîtrisant l'enherbement, permet de briser le cycle du champignon.

- **Adapter le travail du sol** :

Les sclérotés tombés au sol à la récolte constituent une source de contamination pour les campagnes suivantes. Un travail du sol profond enfouissant à plus de 10 cm les sclérotés permettra de diminuer fortement (de 85 % environ) le potentiel infectieux de la parcelle. Certains sclérotés malgré le labour parviennent à se maintenir en surface. En l'absence de risque ergot l'année suivante par apport exogène, il est ensuite préconisé un travail simplifié afin de ne pas exhumers en surface les sclérotés enfouis l'année précédente et qui seraient restés viables : un second labour doit être évité, il pourrait ramener dans les couches superficielles du sol jusqu'à 60 % des sclérotés dont certains peuvent avoir conservé leur potentiel germinatif.



Source : ARVALIS - Institut du végétal, 2014, avec le soutien financier de FranceAgriMer. Essai travail du sol à l'échelle de 2 rotations.

- **Bien maîtriser le désherbage** : le contrôle des graminées adventices dans la parcelle constitue un levier incontournable, que la culture en place soit une céréale ou une culture non hôte. Ces mauvaises herbes, et en particulier le vulpin, très sensibles à la maladie, constituent autant de cibles et donc de possibilités de maintien pour le champignon. Elles jouent le rôle de relais et de multiplicateur de la maladie en assurant une contamination secondaire des cultures grâce au miellat produit ou tout simplement en produisant de petits sclérotés qui le plus souvent tombent et contaminent le sol avant les récoltes. Difficiles à identifier de par leur taille en moyenne 4 à 10 fois inférieure à celle des sclérotés de céréales, ils sont néanmoins nombreux et entretiennent (voire multiplient) le réservoir d'inoculum du sol.

+ d'infos

Les enquêtes au champ montrent qu'en moyenne un désherbage efficace permet de diminuer de 20% les niveaux de contamination moyens en alcaloïdes dans les lots récoltés.

Source : Enquêtes au champ ARVALIS 2012-2014.

DANS L'ENVIRONNEMENT DES PARCELLES 3

La diversité et la densité de graminées sauvages présentes aux abords des parcelles sont susceptibles d'entretenir la présence de la maladie. Depuis les bords champs, la maladie est peut alors progresser, grâce aux vols d'ascospores, vers l'intérieur de la parcelle sur une distance d'environ 20 mètres. Il est donc recommandé pour les situations à risque avéré de faucher les bords de champ avant floraison des adventices.

+ d'infos

Les enquêtes au champ montrent qu'en moyenne en présence de graminées adventices dans les parcelles, une gestion adaptée des bords de champ pour limiter la présence d'adventices en fleur permet de diminuer de 10 % les teneurs en alcaloïdes des lots à la récolte.

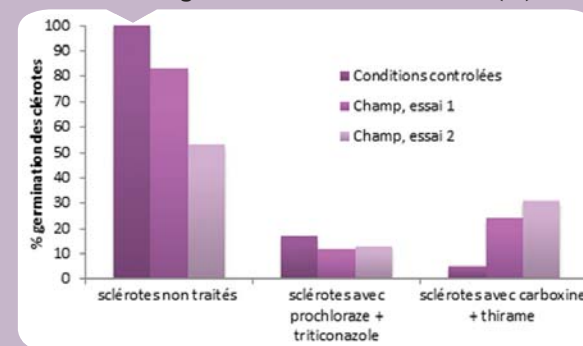
Source : Enquêtes au champ ARVALIS 2012-2014.

LES BONNES PRATIQUES POUR MAÎTRISER L'INOCULUM DANS LES SEMENCES 2

Vis-à-vis d'un lot de semences contaminées par des sclérotés, la première étape - prioritaire - consiste à **nettoyer aussi efficacement que possible les lots de semences** pour éviter la dissémination des sclérotés au semis. La réglementation sur semences certifiées tolère un maximum de 3 sclérotés pour 500 g de semences. Si aucune norme ne régit les semences de ferme, il est fortement déconseillé de semer des lots à plus de 3 sclérotés pour 500 g de semences.

En complément des opérations de nettoyage, **des traitements fongicides des semences peuvent contribuer à la maîtrise des sclérotés résiduels**. Certaines substances actives ont ainsi fait preuve en conditions contrôlées, d'un effet inhibiteur sur la germination des sclérotés. Les premiers essais au champ confirment l'efficacité d'un apport associé de prochloraz et de triticonazole (réduction d'environ 90 % de la production de têtes à périthèces), ou bien encore de l'association carboxine et thirame, (réduction d'environ 80 % de la production des têtes à périthèces). Attention, cette méthode de lutte complémentaire - qui reste à confirmer sur de nouveaux lots de sclérotés et de nouvelles conditions de semis - n'aura pas d'effet sur l'inoculum déjà présent dans le sol, elle ne peut que contribuer à la maîtrise des sclérotés présents dans le lot de semences après les opérations de nettoyage.

Effet inhibiteur de substances actives fongicides sur le taux de germination des sclérotés (%) :



Source : ARVALIS - Institut du végétal, 2014

LA GESTION DE LA RECOLTE ET DE L'APRES RECOLTE

RECOLTE 4

Récolter si possible les parcelles contaminées plus tardivement afin de favoriser la chute des sclérotés au sol avant le passage de la moissonneuse batteuse. Cette solution implique des mesures de gestion adaptées pour réduire le potentiel infectieux de la parcelle ainsi constitué.

NETTOYAGE DES LOTS 5

Le **nettoyage des grains constitue la seule voie curative pour gérer l'ergot post-récolte**. Les tables densimétriques et les trieurs optiques sont les principaux équipements utilisés pour réduire, voire éliminer, l'ergot dans les lots de céréales. Outre le choix des équipements, il convient également d'en optimiser l'utilisation. Leur paramétrage est ainsi une étape indispensable pour supprimer l'ergot. Le débit du circuit de nettoyage doit aussi être adapté au niveau de contamination des lots. Un double nettoyage est bien souvent à envisager pour éliminer la totalité des sclérotés.

Sous réserve de réglages adaptés (grilles, aspiration, débit), l'utilisation d'un nettoyeur-séparateur permet de réduire la contamination d'un lot, sans prétendre toutefois à l'efficacité des tables densimétriques ou des trieurs optiques.

Efficacité sur l'élimination de l'ergot des matériels utilisés lors du triage à façon.

Matériel	Mode d'action	Efficacité pour éliminer l'ergot
Table densimétrique	Coussin d'air et vibration	Oui
Trieur optique	Ejection	Oui
Nettoyeur-séparateur	Aspiration	Oui
	Grilles	Oui*
Trieur alvéolaire	Alvéoles	Non*

* : Essentiellement pour les sclérotés de dimension plus importante que le grain ou pour les fines brisures.

DIAGNOSTIC DE L'ERGOT DU CHAMP AU SILO

Le diagnostic du risque ergot s'inscrit dans une démarche globale d'amélioration de la qualité sanitaire du champ au silo

AU CHAMP

- Identification des parcelles à risque
- Identification des parcelles pour les marchés aux exigences accrues

A LA RECOLTE

Teneur en ergot du lot	Nombre de sclérotés de céréales dans 1 kg de grain
0.5 g/kg	2-50
1 g/kg	4-100

- Optimisation de la gestion des lots

- **Diagnostic visuel** : le nombre de sclérotés acceptables dans les lots de grains dépend de leur taille. Compte tenu de la variabilité massique observée pour les sclérotés de céréales, la détermination du taux d'ergot dans un échantillon doit être établie par une analyse visuelle précise :

APRES LA RECOLTE

Gérer la collecte

- Adaptation des plans de contrôle internes
- Stratégies de nettoyage pour les lots les plus contaminés

AGIR AU CHAMP

- Privilégier le labour après une épidémie.
- Eviter la culture de céréales à pailles en continue sur des parcelles infestées et être particulièrement vigilant sur l'enherbement pour stopper l'entretien et la multiplication de l'inoculum dans le sol.
- Employer des semences certifiées et/ou indemnes de sclérotés
- Face à la présence résiduelle de sclérotés dans le lot de semences (après les opérations de nettoyage), considérer la possibilité de préférer un traitement de semences efficace sur la germination des sclérotés.
- Contrôler efficacement le développement des graminées adventices à l'intérieur des parcelles
- Faucher les graminées sauvages avant floraison (sauf avis contraire par arrêté préfectoral en raison de la préservation de la faune sauvage).

ARVALIS
Institut du végétal

3 rue Joseph et Marie Hackin
75116 Paris
Tél. 01 44 31 10 00
Fax 01 44 31 10 10
www.arvalisinstitutduvegetal.fr

membre de:



Céréales à paille et ergot

Des solutions pour évaluer et maîtriser le risque

Editions **ARVALIS**

PROBLEMATIQUE

Claviceps purpurea, mieux connu sous le nom d'ergot du seigle, est un champignon qui affecte les graminées, cultivées ou adventices sans spécificité d'hôte. La contamination de la plante se traduit par la formation de sclérotés, amas de mycélium durci, qui contient des mycotoxines de la famille des alcaloïdes.

REGLEMENTATION EN VIGUEUR

Pour l'alimentation humaine :

La limite maximale réglementaire est fixée, pour les sclérotés d'ergot, à 0,5g/kg de céréales (excepté pour le maïs et le riz)

Ce règlement recommande également la surveillance de la présence d'alcaloïdes de l'ergot dans les céréales et produits céréaliers. Des teneurs maximales en alcaloïdes sont envisagées sur grain et produits transformés. (Règlement 2015/1940 du 28 octobre 2015 modifiant le règlement 1881/2006)

Pour l'alimentation animale :

La limite maximale réglementaire est fixée à 1g/kg de céréales (Directive Européenne 2002/32 - règlement 574/2011)

Production de semences :

La Directive européenne 66/402 impose :
- un maximum de 3 sclérotés (ou fragments) pour 500g de semences certifiées
- un maximum de 1 sclérote (ou fragment) pour 500g de semences de base



Un sclérote peut porter en moyenne entre 1 et 10 têtes à périthèces, capables de produire plusieurs milliers d'ascospores.