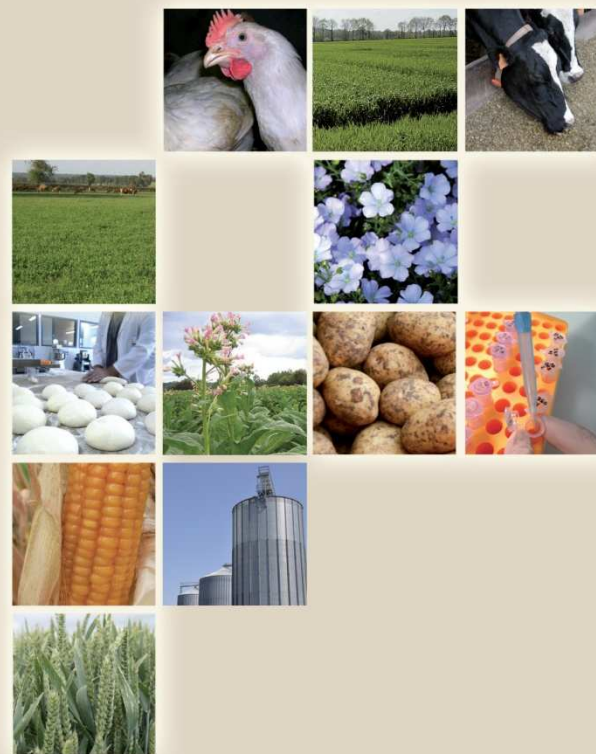




ARVALIS
Institut du végétal



LES RISQUES LIES AUX ADVENTICES ET A LA RESURGENCE DE MALADIES ANCIENNES

ARVALIS
Institut du végétal

Béatrice ORLANDO

Académie d'Agriculture de France - Séance du 22 mars 2017

Rés

Ministère de
l'agriculture

**Institute of Microbiology CAS
Czech Republic**

INRA BGA

Approche expérimentale

FNAMS

INRA BGA

Saaten Union

Syngenta

ADAMA

Momont

ENILIA, ENSMIC

Industrie de transformation

Enquêtes agriculteurs, occurrence

Saaten Union

FranceAgriMer

Agriculteurs

ADAMA

GNIS

Organismes stockeurs

IFBM

Organismes stockeurs

Post-récolte et stockage

ANMF

INRA TOXALIM



L'ergot contient des alcaloïdes

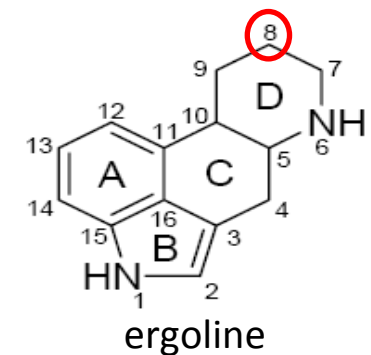
L'ergot de Seigle (*Claviceps purpurea*) est un champignon microscopique qui contamine de nombreuses céréales, graminées fourragères ou adventices (blé, seigle, riz, avoine, épeautre, ray-grass...).

Lorsque les grains mûrissent, les filaments s'agglomèrent en un tissu dense recouvert d'une écorce violacée, le sclérote, qui rappelle l'ergot du coq.

Le champignon produit des **alcaloïdes** dont les principaux sont les suivants : **ergométrine, ergotamine, ergocristine, ergocriptine, ergocornine, ergosine**. Leur structure de base à 4 cycles est l'ergoline.

Chaque alcaloïde existe sous une **forme isomérique** (-inines) liée à la présence d'un carbone asymétrique en position C8.

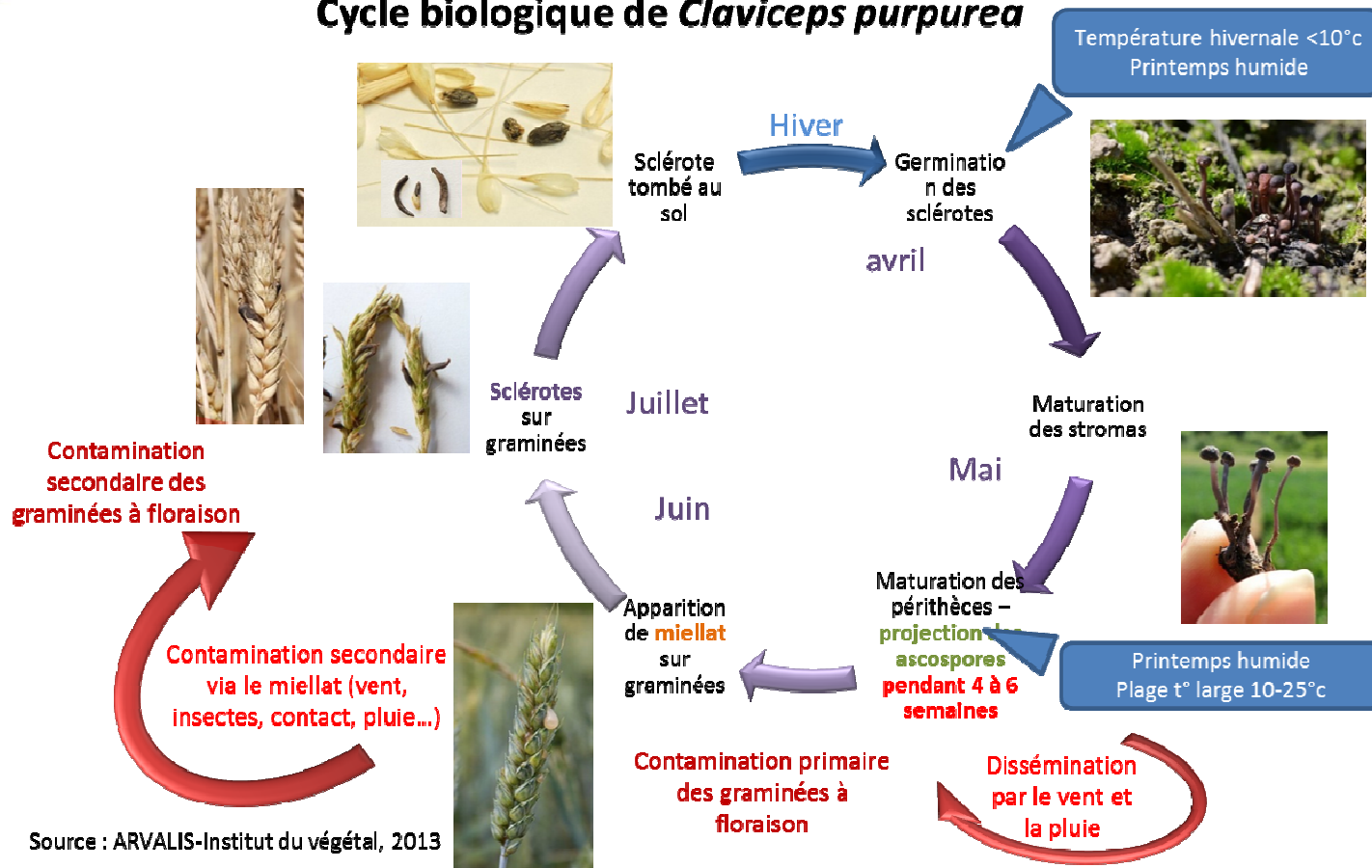
Différents éléments font varier la proportion entre les alcaloïdes et leurs isomères mais la **somme reste constante**.





Conditions de développement du champignon

Cycle biologique de *Claviceps purpurea*



C. purpurea, un champignon à **fort potentiel infectieux** mais soumis à des contraintes fortes de contamination à un **stade phénologique très précis**, à floraison avant fécondation qui peut être très court pour certaines espèces ou variétés selon le climat de l'année



Que dit la réglementation actuelle?

Pour l'alimentation humaine

Règlement 1881/2006 modifié par le Règlement 2015/1940 du 28 octobre 2015 :

0,5 g/kg sur céréales brutes autres que le maïs et le riz

« Les teneurs maximales s'appliquent aux céréales brutes mises sur le marché en vue de subir une première transformation.../... Les opérations de nettoyage, de tri et de séchage ne sont pas considérées comme une première transformation »

Echantillonnage : selon règlement 401/2006 (contrôles officiels pour mycotoxines)

Autres points du règlement :

- Rappel de la nécessité de poursuivre l'accumulation de données en alcaloïdes et sur la relation ergot-alcaloïdes
- Données à transmettre annuellement à l'EFSA
- **30 septembre 2016** : deadline fourniture de données à l'EFSA

**Fourniture par ARVALIS de
10600 résultats sur 2500
échantillons de 4 récoltes**

Evaluation puis parution d'un avis de l'EFSA 1^{er} semestre 2017

Après 2017 : Discussions en comités d'experts sur la nécessité de fixer des limites maximales en alcaloïdes.

Pour l'alimentation animale

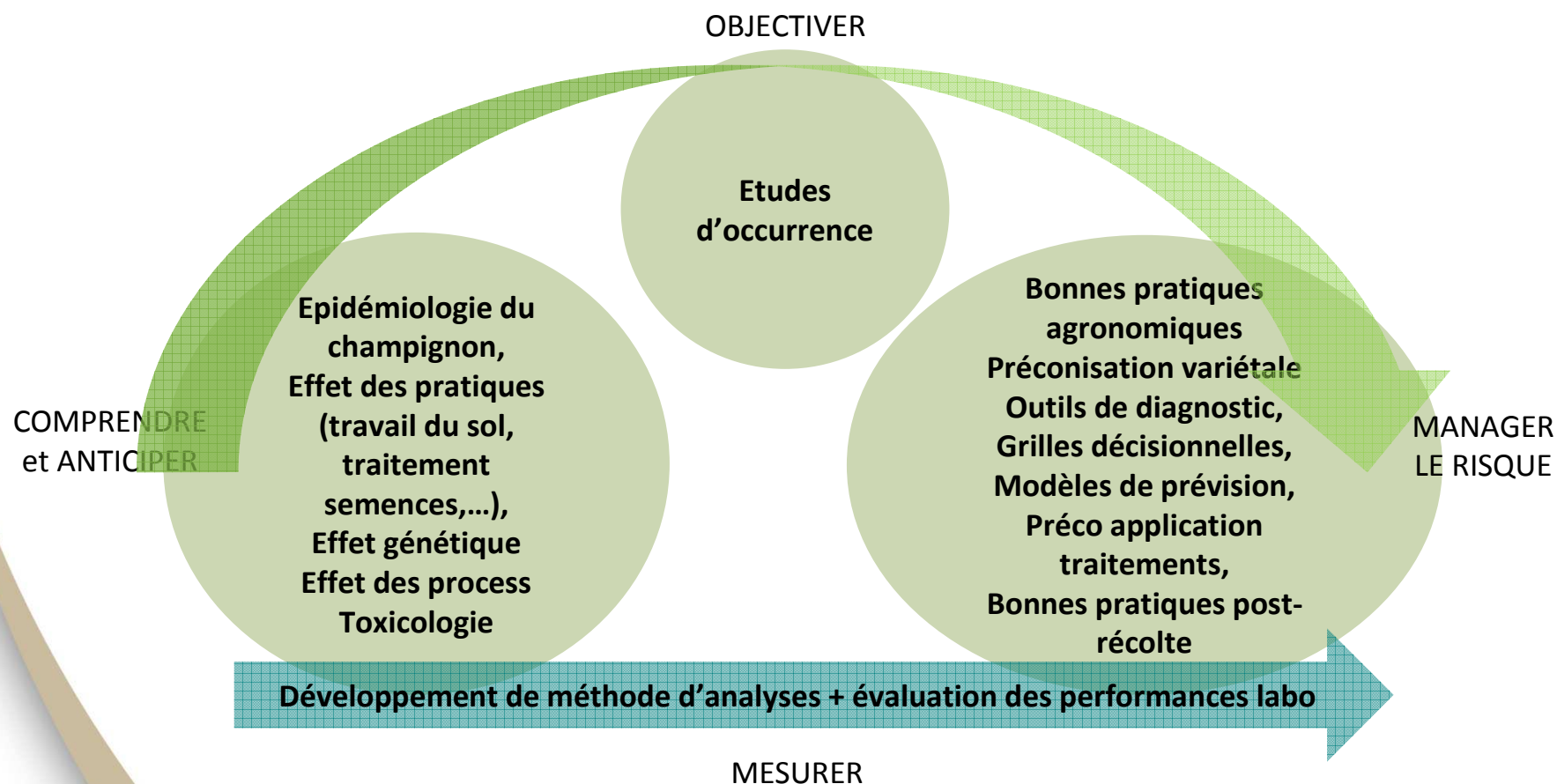
Directive UE 2002/32 (transposée en droit français par l'arrêté du 12 janvier 2001)

*« La teneur maximale de sclérotas d'ergot parmi les céréales non moulues destinées à la consommation animale est de **1 g/kg** (ou 0,1%) »*



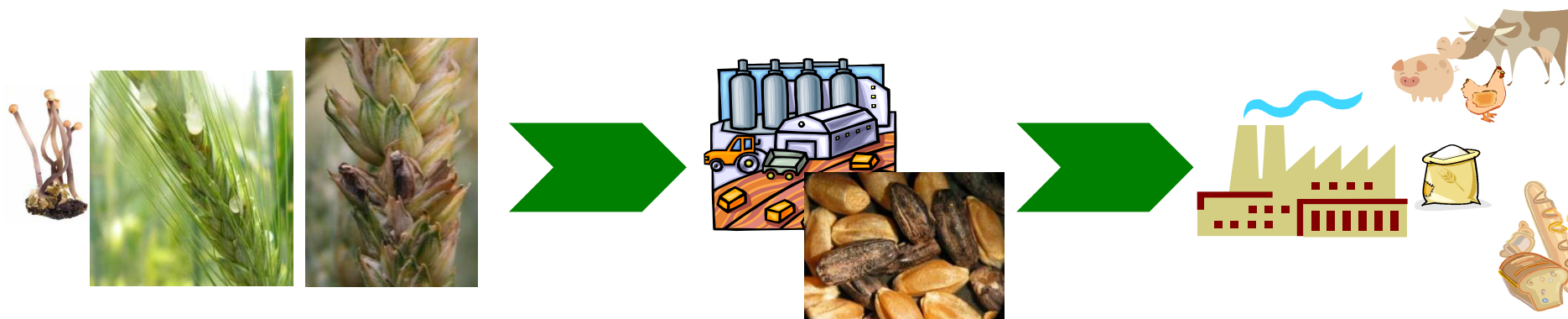
Les travaux entrepris en France pour mettre à jour les connaissances et développer des outils de maîtrise du risque à court et moyen terme

L'approche actuelle de la problématique des contaminations par les mycotoxines





Un sujet abordé à toutes les échelles en mobilisant des compétences complémentaires pour avancer rapidement



Agronomie

Post-récolte et stockage

Industrie de transformation

Pathologie

- ➡ Viabilité
- ➡ Potentiel infectieux
- ➡ Dispersion
- ➡ Diversité Génétique
- ➡ Quantification moléculaire

- ➡ Echantillonnage
- ➡ Effet du nettoyage
- ➡ Dosage des alcaloïdes

- ➡ mouture
- ➡ panification
- ➡ Toxicité sur monogastriques

Approche expérimentale

- ➡ Travail du sol
- ➡ Rôle adventices / désherbage
- ➡ Rôle des insectes
- ➡ Évaluation traitements de semences

➡ OCCURRENCE

Enquêtes agriculteurs à la parcelle

- ➡ Étude multi-factorielle
- ➡ Risque agronomique, climatique
- ➡ Relation sclérotés - alcaloïdes



Méthodologie pour la mise au point d'outils de gestion

Blé tendre
Blé dur



Orge
Triticale
Avoine
Seigle



Une parcelle agriculteur

- Informations sur l'itinéraire technique (questionnaire)
- collecte d'un échantillon à la récolte

Analyse de l'échantillon

- Quantification de l'ergot présent
- Analyse des alcaloïdes si présence d'ergot

Constitution d'une base de données

Rapprochement des données agronomiques et des résultats d'analyse

- Définir l'occurrence de l'ergot et des alcaloïdes sur le territoire national

- Acquérir des références sur la relation ergot / alcaloïdes

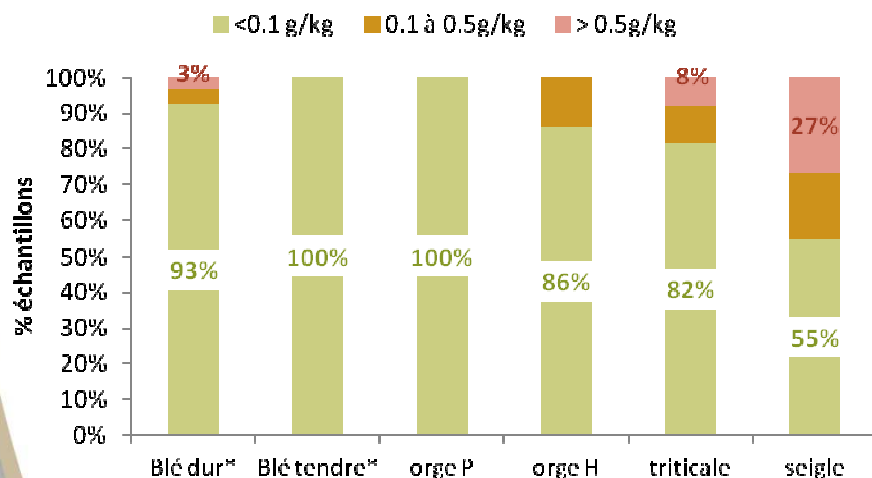
- Identifier les pratiques agronomiques influant sur les niveaux de contamination

- mettre en place des outils pour accompagner les agriculteurs et les collecteurs dans la gestion du risque ergot et alcaloïdes

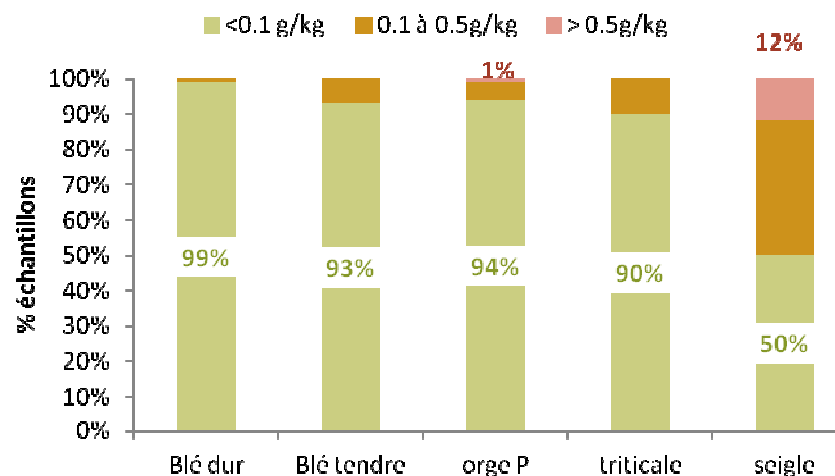


Occurrence de l'ergot en France

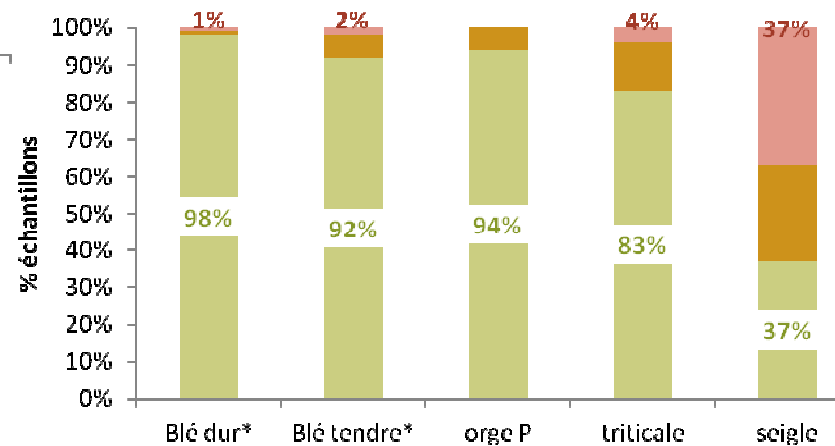
2014



Le triticale, et surtout le seigle, sont plus sensibles à la maladie



2012



2013

Source : enquêtes au champ ARVALIS, 2012, 2013 et 2014

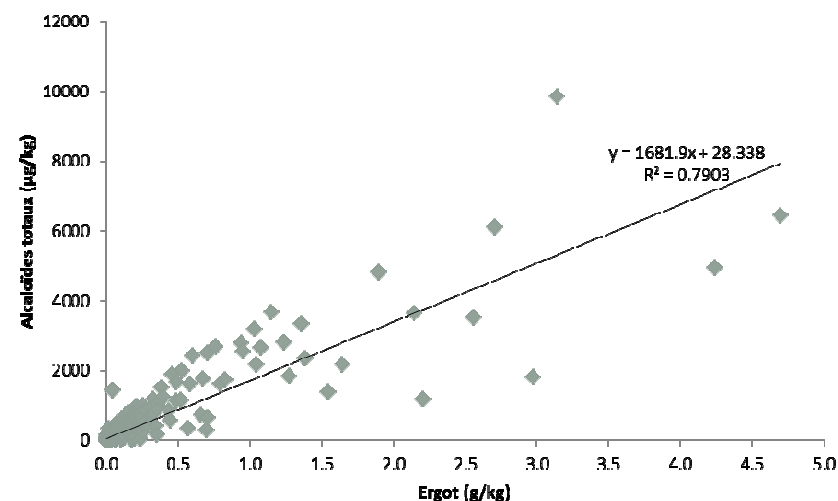


Que conclure sur la relation ergot/alcaloïdes ?



Malgré une forte variabilité de concentration en alcaloïdes d'un sclérote à l'autre, on observe en moyenne une bonne corrélation

La teneur en alcaloïdes dépend essentiellement de la teneur en ergot : **79%** de la variabilité des teneurs en alcaloïdes est expliquée par la teneur en ergot de l'échantillon



Source : enquêtes au champ ARVALIS, 2012, 2013 et 2014

définir la teneur en ergot d'un lot :

- Permet d'estimer un niveau de contamination **approximatif** en **alcaloïdes**
- Ne permet pas d'estimer **précisément** la teneur en **alcaloïdes** du lot !

Cette relation est indépendante

- Du climat
- De la plante hôte



Quels sont les facteurs agronomiques qui favorisent l'apparition de l'ergot?

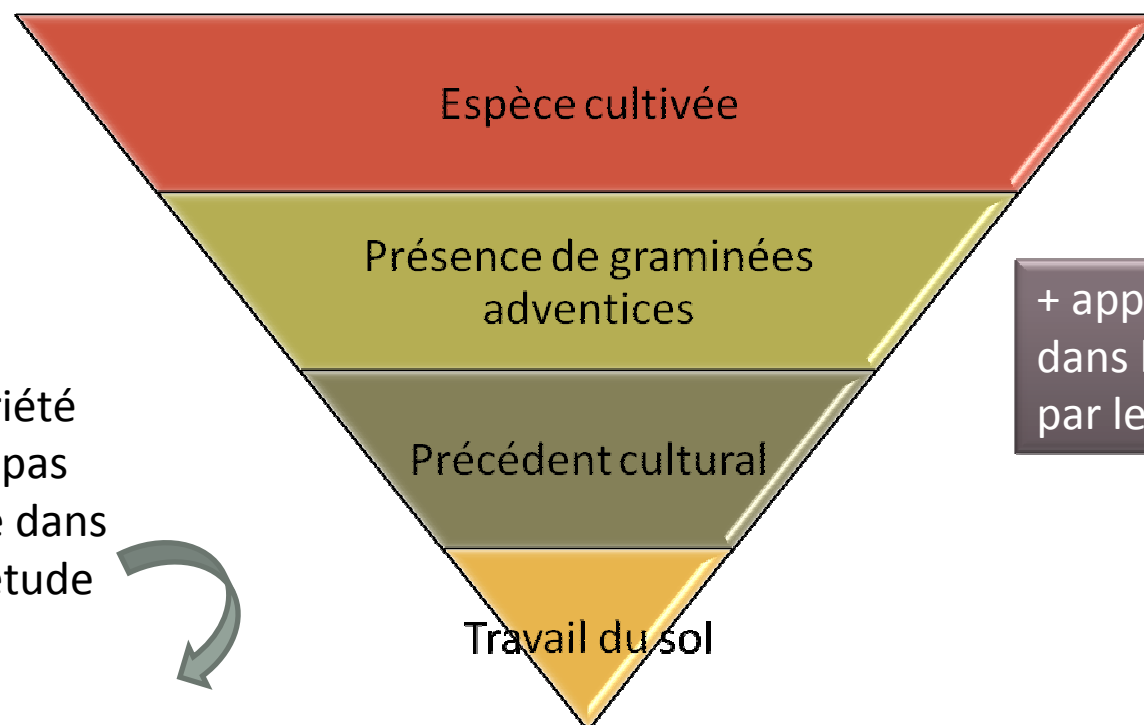
Une analyse de variance permet d'identifier 4 facteurs agronomiques d'influence :



La variété
n'est pas
étudiée dans
cette étude



Nécessité de dispositifs
d'évaluation spécifiques



+ apport de l'ergot
dans les parcelles
par les semences !

Source : enquêtes au champ ARVALIS, 2012, 2013 et 2014



Les préconisations en France établies à partir de ces travaux

1

Eviter d'introduire la maladie dans la parcelle

- Par les semences
- Par les bords de champ

2

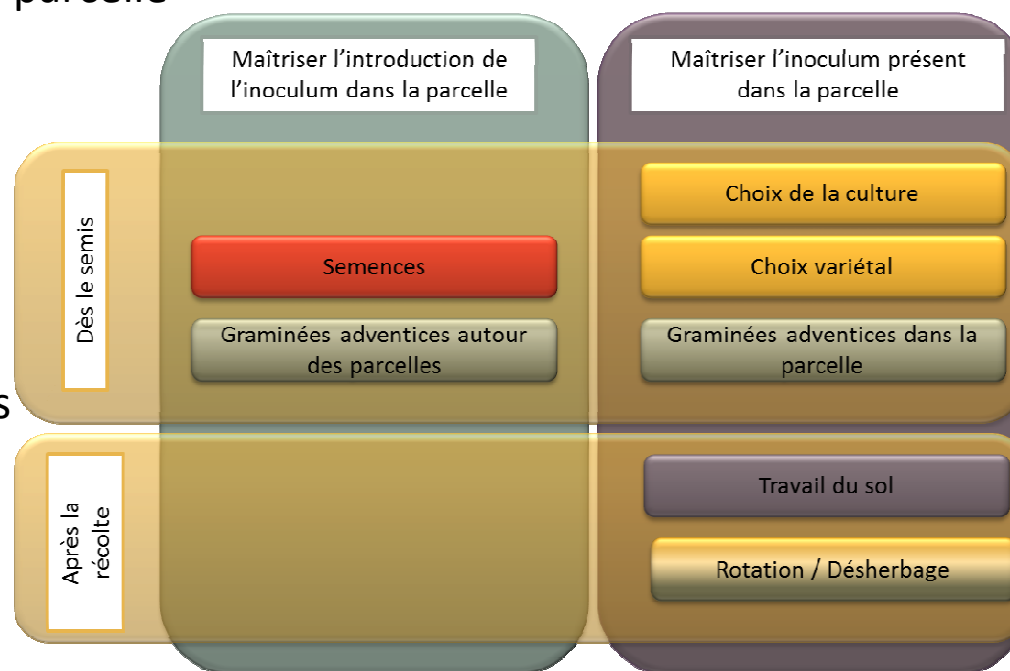
Eviter de multiplier l'inoculum

- Par le désherbage
- Par le travail du sol

3

Eviter les espèces / variétés sensibles

- Par le choix de l'espèce
- Par le choix variétal



Attention au cumul des facteurs !



Eviter d'introduire la maladie dans la parcelle : par l'utilisation de semences indemnes

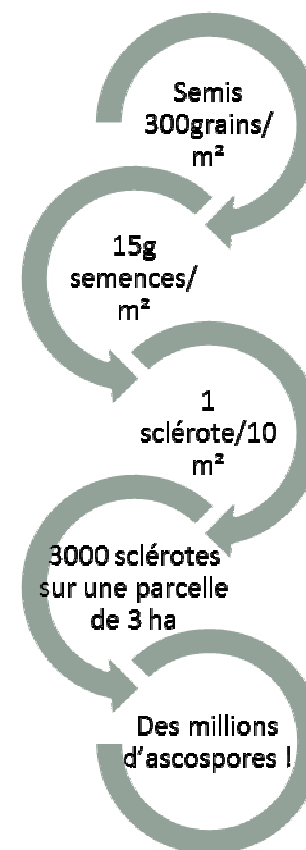
Utiliser des semences indemnes

Pour les semences, la tolérance (**directive européenne 66/402**) est de :

- 3 sclérotés ou fragments de sclérotés pour 500 g de semences certifiées
- 1 sclérote ou fragment de sclérotés pour 500 g de semences de base.

Triées pour éliminer l'ergot

Traitées (traitements de semences inhibant la germination des sclérotés)





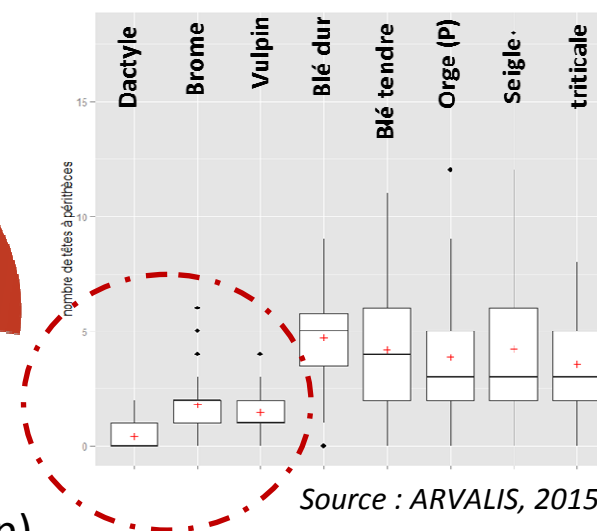
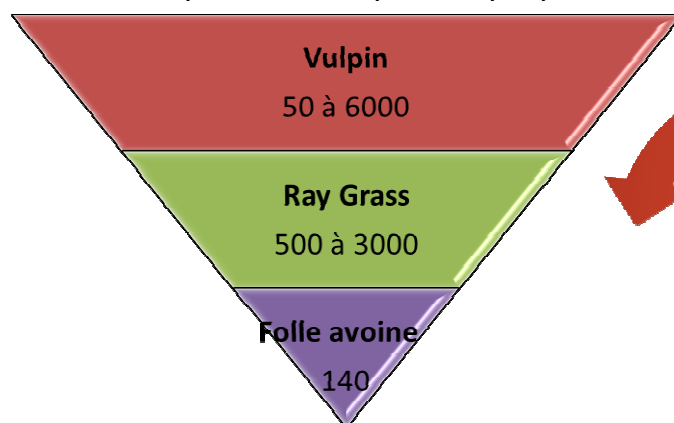
Eviter d'introduire la maladie dans la parcelle : par la gestion des bords de champs

Les graminées adventices dans/autour des parcelles constituent le premier facteur d'explication des teneurs en ergot/alcaloïdes dans les parcelles pour une culture considérée

- Des sclérotés en moyenne **10 fois plus petits que ceux de céréales**
- Mais qui germent et produisent des stroma
- Fort potentiel infectieux compte tenu du nombre de graines par plante !



Nombre de graines moyen par plante : autant de cibles potentielles pour *C. purpurea* !



... et avec une **floraison étalée dans le temps** (avril à juin)

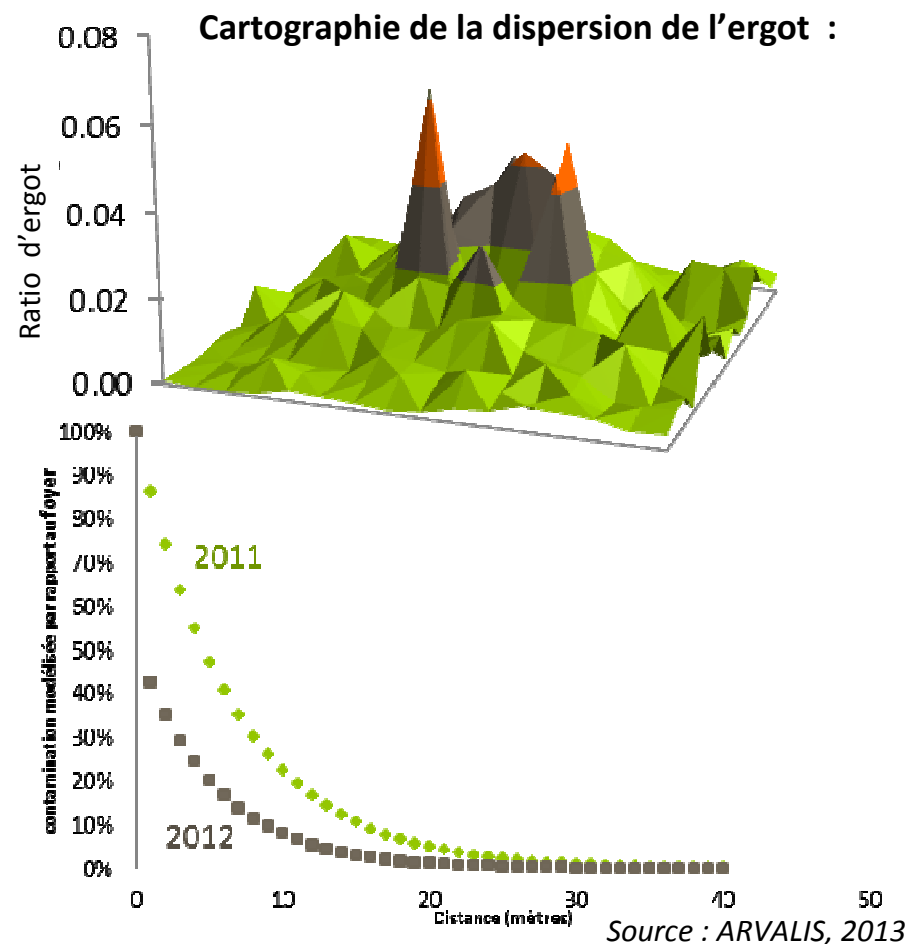


Eviter d'introduire la maladie dans la parcelle : par la gestion des bords de champs

La dispersion des ascospores est possible sur une vingtaine de mètres



Faucher les bords de champ au moment de la floraison des graminées les plus présentes permet de réduire de 10% le risque ergot sur la parcelle
Et limite l'effet conservation/relai de la maladie

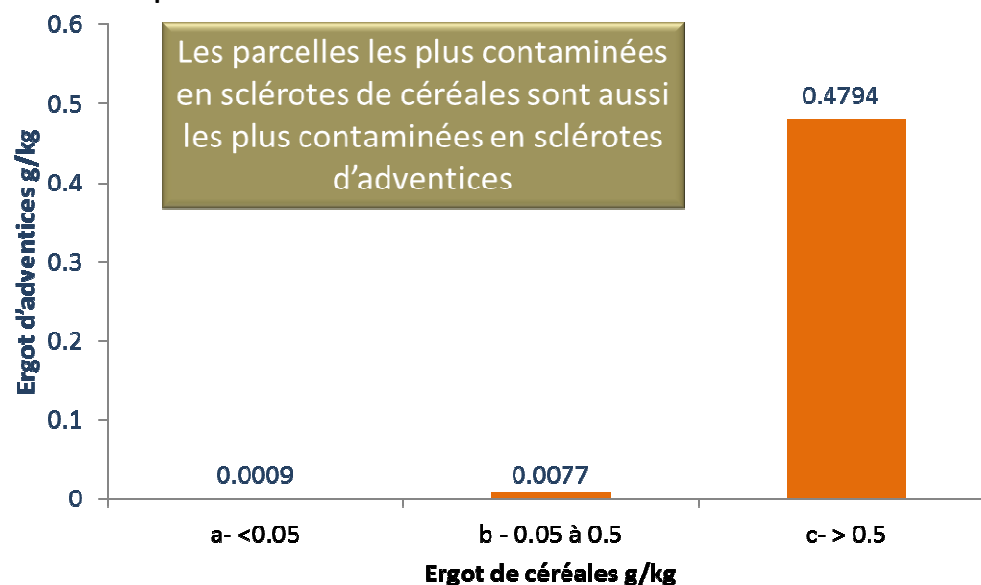




Eviter de multiplier l'inoculum : par la gestion du désherbage

Pour les mêmes raisons que précédemment, les graminées présentes dans la parcelle sont des sources de relai et propagation de la maladie

Quand il y a ergot dans une parcelle, il est autant de source endogène à la culture qu'issu des adventices présentes dans la parcelle



Source : enquêtes au champ ARVALIS 2012-2014 toutes cultures, 1354 parcelles

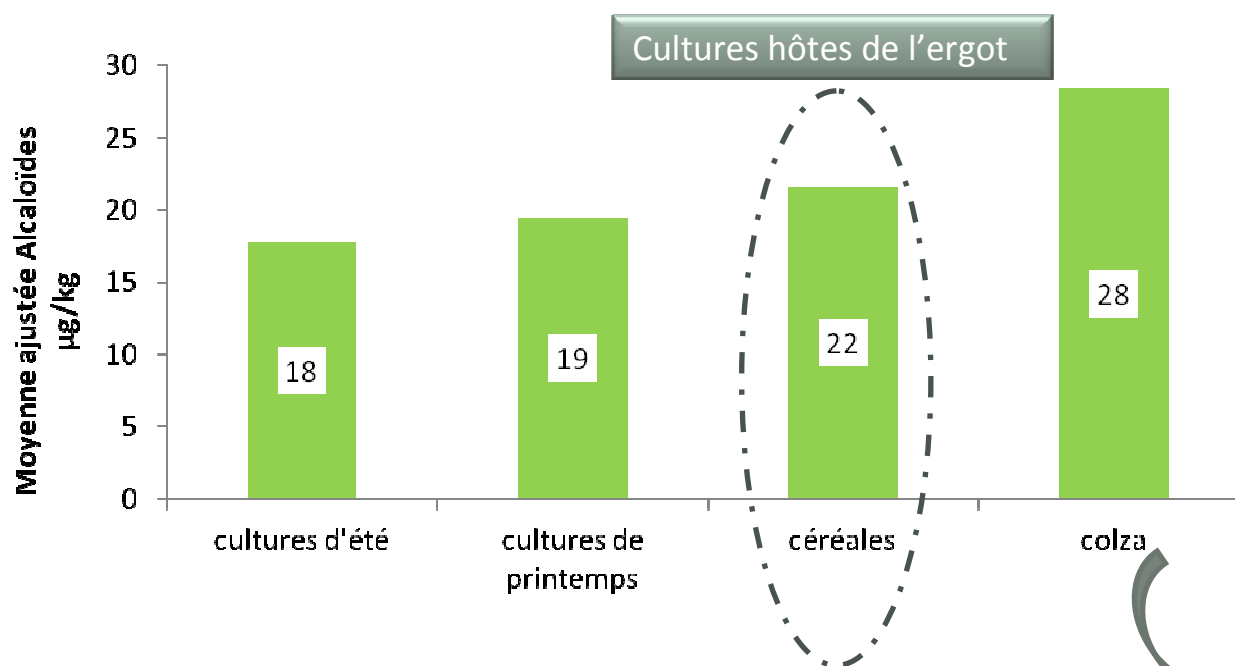
Un désherbage efficace permet de diminuer de 20% les niveaux de contamination moyens en alcaloïdes des parcelles



Eviter de multiplier l'inoculum : par la gestion de la rotation (si possible)



Le colza serait associé à une rotation favorable à l'ergot ?



Attention aux précédents
céréales à paille, et plus
largement aux choix des
rotations induisant des
difficultés de désherbage

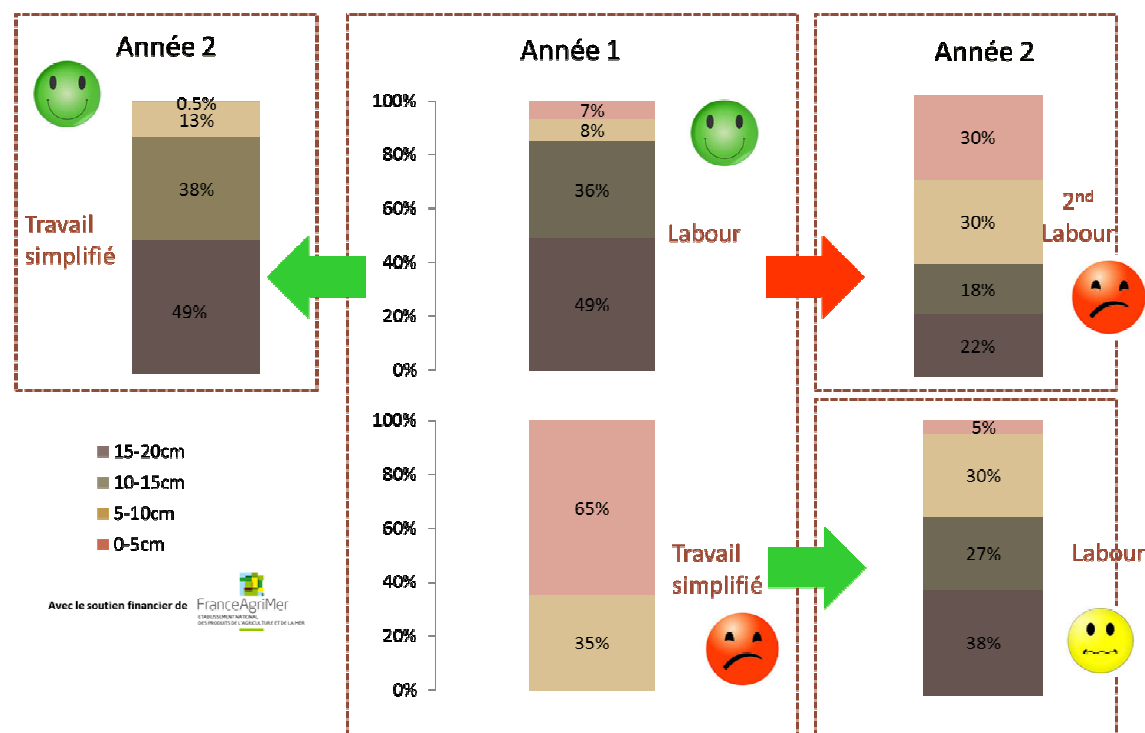
Source : enquêtes au champ ARVALIS 2012-2014 toutes cultures, 2060 parcelles

Difficultés de désherbage ?



Eviter de multiplier l'inoculum : par la gestion du travail du sol

Enfouis au-delà de 10cm, les pédicelles des sclérotés ne sont **pas assez longs** pour extraire les têtes à périthèces du sol, les spores produites restent donc dans le sol. Attention ! **Les sclérotés enfouis dans le sol peuvent germer les 2 années suivantes.**



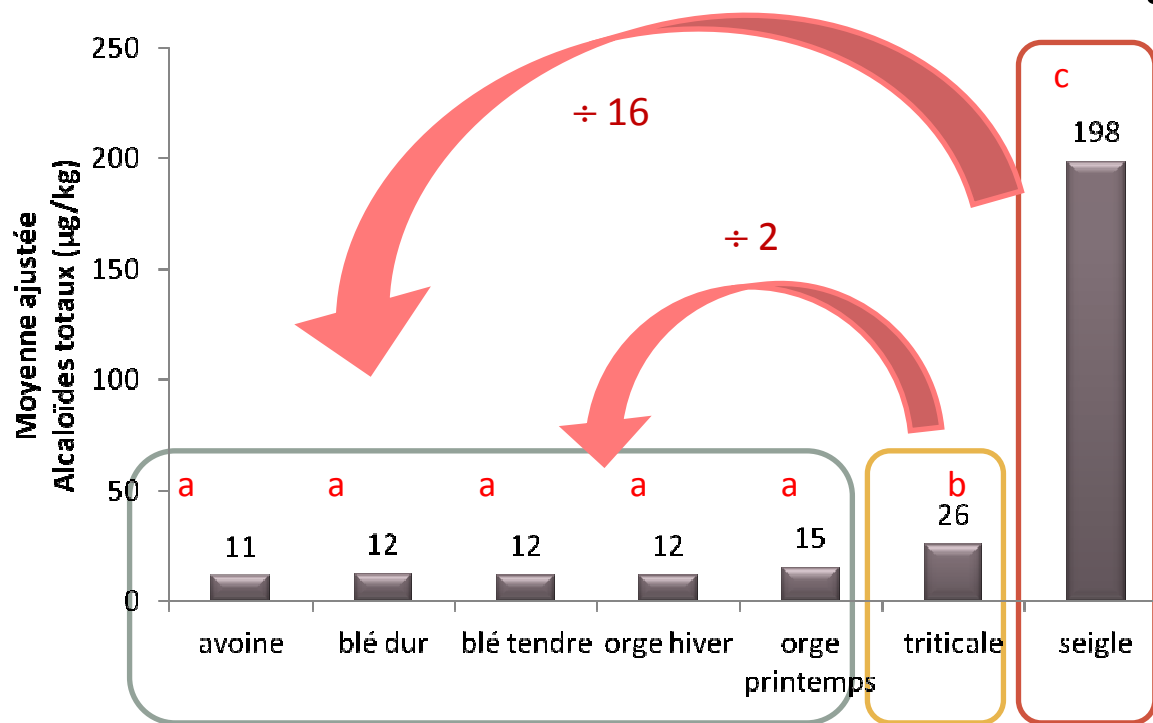
Source : ARVALIS- Institut du végétal 2014

Alternier judicieusement les techniques d'enfouissement des précédents et des sclérotés éventuels



Eviter les espèces / variétés sensibles : par le choix de la culture (si possible)

Une sensibilité des cultures liée à l'allogamie



Le seigle est une plante allogame, plus sensible car plus exposé aux contaminations par l'ergot à floraison

Le triticale, plante autogame, présente une tendance plus prononcée à l'allogamie que les autres céréales. Il est donc plus sensible à l'ergot

Test de Tukey, 5%

Source : enquêtes au champ ARVALIS 2012-2014 toutes cultures, 2060 parcelles

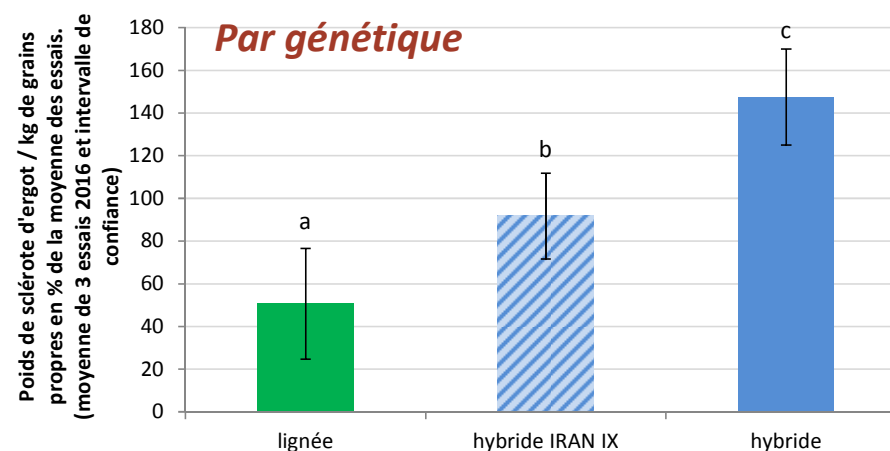
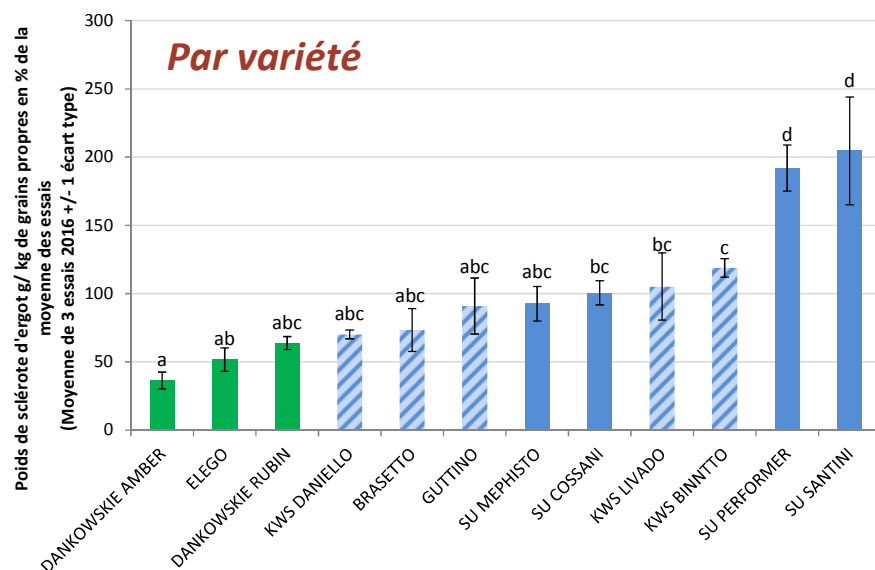
Mettre en œuvre l'ensemble des bonnes pratiques quand on a une culture à risque dans sa rotation



Eviter les espèces / variétés sensibles : par le choix de la variété

Pas de travaux systématiques en France actuellement, mais des essais préliminaires encourageants sur seigle. L'évaluation variétale nécessite la mise en place de dispositifs d'évaluation spécifiques

Il n'existe pas de variété résistante à l'ergot



Lignée
Hybride
Hybride IRAN IX
(Source obtenteur)

Source : ARVALIS institut du végétal - 2016 en partenariat

avec



Choisir une variété plus tolérante quand l'information est connue



Conclusions



La teneur en alcaloïdes d'un lot dépend essentiellement de sa teneur en ergot.

Définir la teneur en ergot d'un lot :

- Permet d'estimer un niveau de contamination **approximatif** en **alcaloïdes**
- Ne permet pas d'estimer **précisément** la teneur en **alcaloïdes** du lot !



Les déterminants de l'ergot sont identifiés. Outre le **climat qui conditionne en premier lieu le développement du pathogène**, la **maîtrise des graminées adventices joue un rôle primordial**

Plus largement, la maîtrise du désherbage est un levier incontournable dans la lutte contre les adventices toxiques susceptibles de contaminer les prairies, fourrages et/ou récoltes de grain. Nous pouvons notamment citer 2 exemples :

Seneçon de Jacobée

prairies



**Alcaloïdes
pyrrolizidiniques**

Datura stramonium

**maïs
prairies**

**Alcaloïdes
tropaniques**



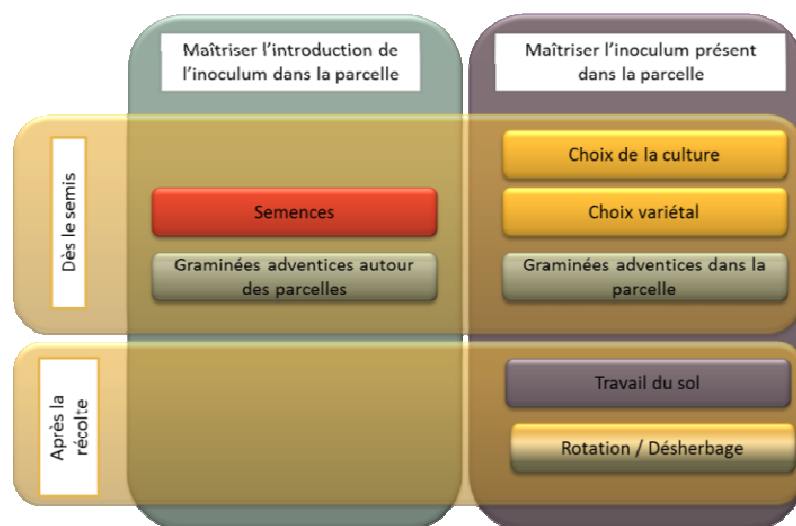
Conclusions



Les déterminants de l'ergot sont identifiés

Attention au cumul des facteurs !

- **Eviter toute contamination par les semences,**
- **Soigner le désherbage...**
- **...et adapter le travail du sol en cas d'infestation,**
- **Faucher les bords de champs,**
- **Eviter les espèces / variétés les plus sensibles.**





Merci pour votre attention

...et Merci à l'ensemble des collaborateurs et partenaires d'ARVALIS qui ont contribué à la réalisation de ces travaux