



Positionnement des fongicides sur feuilles, exemple de la septoriose

Les principaux facteurs influençant le positionnement des fongicides

La septoriose est principalement influencée par **le climat**, en particulier les précipitations et les températures douces. Au niveau parcellaire les deux éléments influençant le développement de la maladie, en plus du climat, sont :

- la réceptivité de la plante à la maladie, qualifiée au travers de la **sensibilité variétale** ;
- la **précocité de la montaison**, période où la septoriose va commencer à monter les étages foliaires pour contaminer l'ensemble de la plante. Cette précocité à montaison est influencée à la fois par la date de semis et la précocité de la variété.

Plus **le climat** sera favorable, la réceptivité de la plante importante et la montaison précoce, plus la date optimale de déclenchement du premier traitement fongicide sera précoce.

Poids des caractéristiques de la parcelle sur la date de première application fongicides

Conditions
climatiques

Doux et humide

Froid et sec

Mars

Avril

Mai

Juin

Sensibilité
variétale

TS à S

MS à PS

Période
de semis

Précoce

Tardif

Avancer

Retarder

Le positionnement des interventions doit se faire à l'échelle de la parcelle

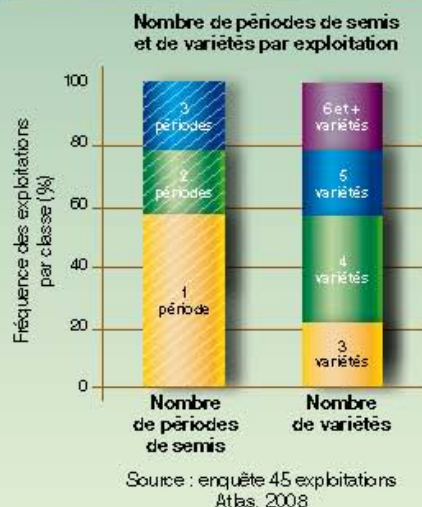
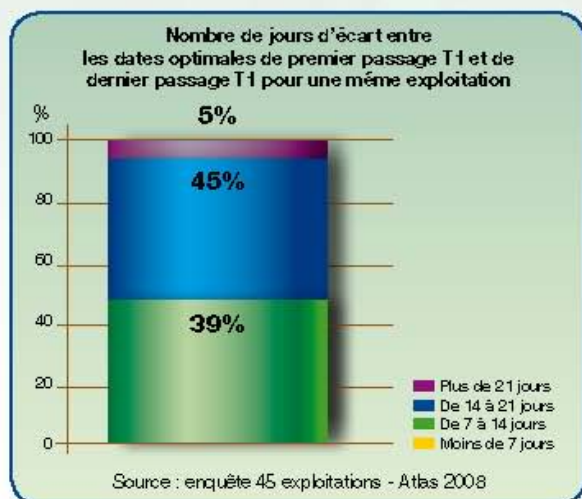
Le moment le plus opportun pour le premier traitement d'une parcelle est la période des premières contaminations de la 3^{ème} feuille définitive (Etudes Dixit SEPTO, 2005-2008).

Pour le renouvellement du traitement, il est important de veiller à ne pas laisser de ruptures de protection. Les périodes non protégées sont très préjudiciables car ces traitements visent **exclusivement la protection des 2 derniers étages foliaires**. Les facteurs influençant la durée de protection sont la dynamique de la maladie d'une part et les **performances de la solution fongicide** apportée au premier traitement d'autre part. Outre la qualité du produit la **dose sera déterminante**. Pour de nombreux produits, une demi-dose signifie une persistance amputée de plus de la moitié.

Une variabilité réelle au sein des exploitations

En fonction des précédents culturaux et des caractéristiques de précocité des variétés les agriculteurs étalent leurs semis sur 3 à 5 semaines. D'autre part, pour plus de sécurité et pour répondre aux attentes des différents débouchés, les parcelles sont emblavées par des variétés différentes.

La variabilité des **périodes de semis** et de la précocité des variétés va influencer la **date d'apparition des stades** clés auxquels s'ajoutera la variabilité de la **sensibilité variétale**.



Cette variabilité des situations montre que sur une exploitation il y a **autant de dates optimales de premiers traitements que de situations agronomiques**. Nos études montrent que pour la plupart des exploitations les dates optimales de traitement s'étalent **sur 3 semaines** environ. La connaissance par l'agriculteur de ces différentes dates lui permet de décider en fonction des contraintes liées à son exploitation (matériel de pulvérisation, charge de travail, éloignement des parcelles, climat, ...) **des regroupements de parcelles les plus judicieux**.

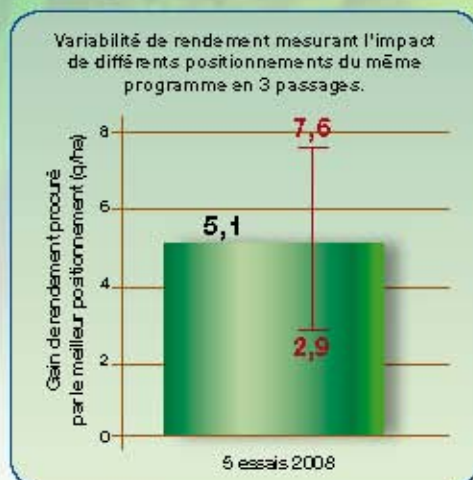
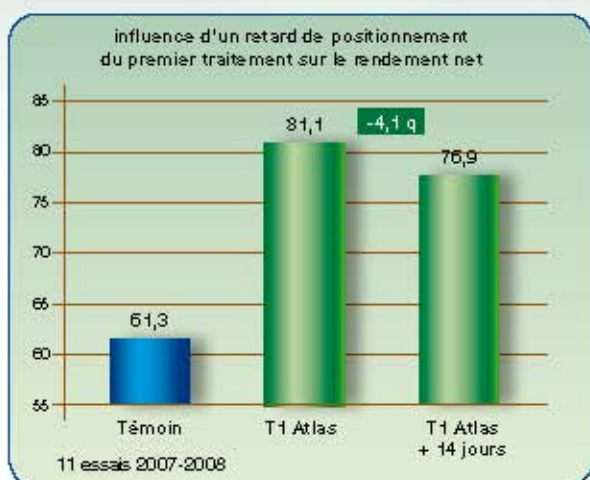




Positionnement des fongicides, utilisation des outils de raisonnement et rentabilité

Le raisonnement du positionnement source de rentabilité

Ce raisonnement des dates de traitements est source de rentabilité pour l'agriculteur. Les essais menés en 2008 montrent qu'à investissement fongicide constant la date du premier traitement fait varier le rendement de **5 quintaux en moyenne**.



De plus, l'impact d'un retard de protection pour le premier traitement feuilles est chiffré à 0,4 quintal par jour de retard, soit **plus de 4 quintaux pour 2 semaines de retard**. (Etude Atlas 2007-2008).

4 bonnes raisons qui militent pour l'utilisation d'un OAD

1. Pour utiliser le fongicide au bon moment
2. Pour mieux justifier les interventions phytosanitaires
3. Pour optimiser la rentabilité des itinéraires techniques
4. Pour produire avec plus de sérénité

BASF
The Chemical Company

Blé et maladies du pied

Le piétin-verse

(*Oculimacula* spp.)



Photo A RYALIS - Institut du végétal

Au stade épi 1 cm : apparition de petites plaques noires (stroma) sur la gaine inférieure alors que la gaine extérieure se brunit.



Au stade 1^{er} nœud : formation d'une tache souvent unique et située sous le premier nœud. La forme est elliptique et régulière.



Au cours du cycle du blé : brunissement généralisé de la gaine qui se déchire au centre.



- Plaque noire (stroma) sur la gaine inférieure au centre de la tache quand on soulève la 1^{ère} gaine.
- **Centrée** de gaine en gaine.
- Taches ocellées régulières jusqu'au 2^{ème} nœud.



Des préjudices directs par la pénétration en profondeur des gaines et de la tige.

Le piétin-verse à ne pas confondre avec :



Rhizoctone



Au stade épi 1 cm :
apparition, sur la gaine,
d'une tache jaune bien
délimitée et plus claire
au centre.

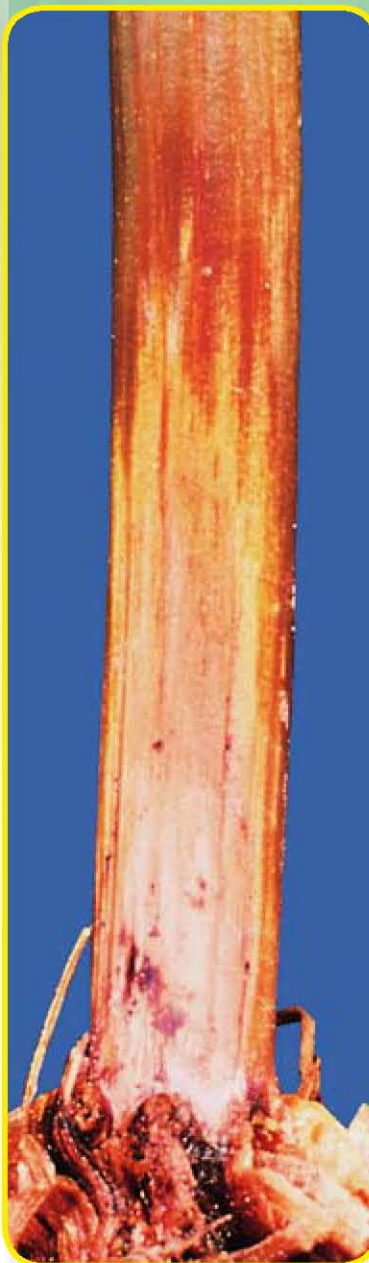
Pénétration dans la tige
peu profonde.



Au stade 1^{er} nœud : la
gaine extérieure présente
des symptômes de
« brûlure de cigarette ».
Taches à contour irrégulier
jusqu'au 3^{ème} nœud.



Fusarioses



Au stade épi 1 cm :
présence de taches
brunes violacées se
terminant en stries
verticales sur la tige
et évoluant vers une
pourriture humide
généralisée des gaines.
Pas de stroma, ni de
plaque mycélienne.

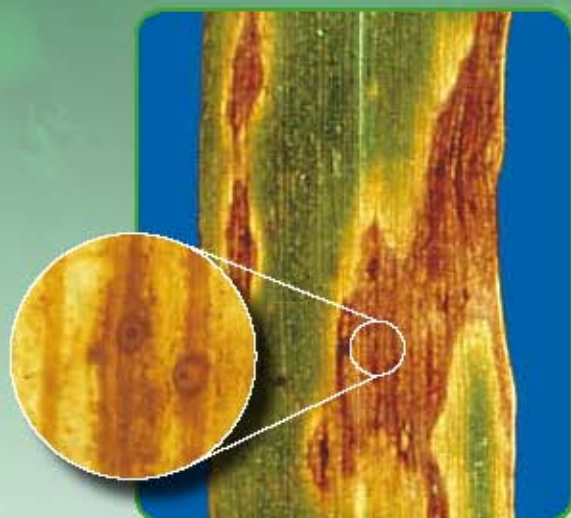


Au stade 1^{er} nœud :
généralisation des
taches sur la gaine.
Traits allongés dans le
sens des nervures.

BASF
The Chemical Company

Blé et maladies des feuilles, zoom sur les septorioses

Septoria nodorum



Pycnides de *Septoria nodorum*, de forme ronde, portant une couverture annelée à bords noirs (loupe x 60, vue par transparence).



Atteinte de la dernière feuille et de l'épi de blé.

Septoria tritici



Pycnides (points noirs) au milieu d'une tache jaune à brune.



Symptômes sur feuilles de blé.

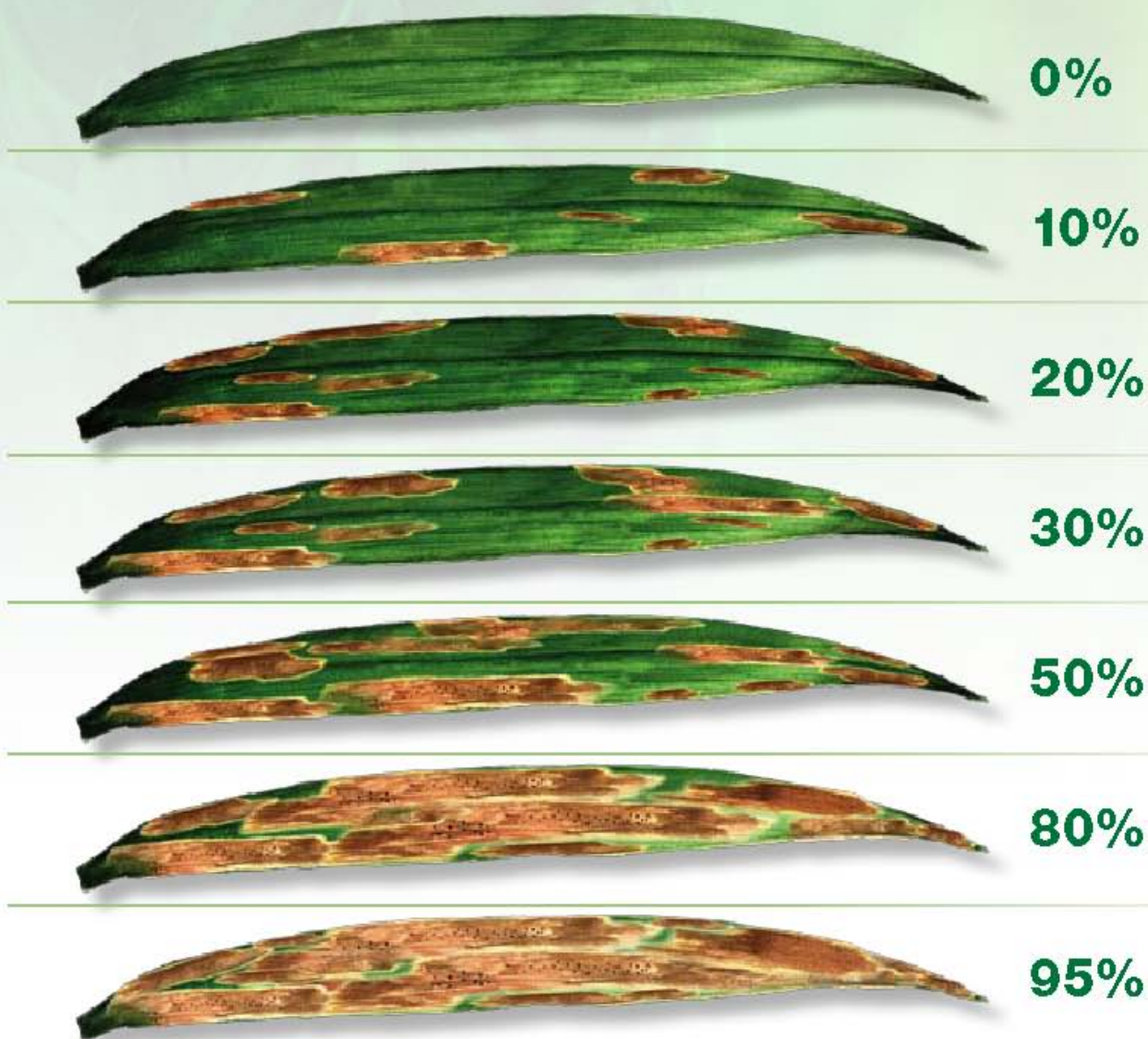
Ce sont les éclaboussures provoquées par les impacts de gouttes de pluie qui projettent les pycnidiospores vers les étages supérieurs du blé.

Bien évaluer l'efficacité des fongicides.

Echelle de notation. Ex. : septoriose.

L'estimation se fait en observant les symptômes bien connus de la maladie en incluant dans l'estimation de surface les halos chlorotiques parfois présents en périphérie des dessèchements attribuables à la maladie.

% de surface attaquée par la septoriose



Pour bien évaluer les performances d'une protection fongicide il faut connaître le niveau de pression de maladie dans les parcelles non protégées.



**Ne pas confondre
les septorioses avec :**



Taches physiologiques



Taches physiologiques



Photo ARVALIS - Institut du végétal

Taches physiologiques pouvant être confondues avec de l'helminthosporiose. Ces symptômes relèvent en réalité davantage de l'interaction entre climat et variétés.

Mouche mineuse des céréales



Agromyza nigrella + septoriose



Mouche mineuse
des céréales
Agromyza nigrella.



Symptômes climato-variétaux



Réaction physiologique à des amplitudes thermiques.



Sécheresse en bout de feuille due au vent.



Phytotoxicité de fongicide avec des écarts de température au-dessus de 20°C.



Nécrose due à une réaction physiologique de la plante, « coup de soleil ».

Microdochium sp.



Tache typique sur une feuille due à *Microdochium* sp.
Le tissu est régulièrement jaune pâle.



Blé et maladies des feuilles Zoom sur les rouilles

Rouille jaune

(*Puccinia striiformis*)



Les stries jaune vif, parallèles aux nervures des feuilles, sont caractéristiques des urédosores de la rouille jaune.



L'apparition sous forme de foyers caractérise la rouille jaune au stade précoce.

Seules les variétés sensibles sont attaquées par la rouille jaune. On a constaté des pertes de résistance ces dernières années. Maladie plus fréquente et plus précoce en bordure littorale (hiver doux et printemps humide).

Rouille brune

(*Puccinia triticina* anc *P. recondita*)



Infestation précoce sur feuille de blé. Pustules (urédosores) ayant infesté l'épiderme et réparties de façon irrégulière.



Forte infestation sur feuille. Pustules disposées aléatoirement et plutôt sur la face supérieure.

Blé et maladies des feuilles, l'helminthosporiose

Helminthosporiose du blé (*Drechslera tritici-repentis*)



Au stade initial, apparition de taches sombres ou ponctuations (2 jours après infection).

De 4 à 6 jours après infection, la ponctuation apparaît entourée d'une chlorose.



6 à 8 jours après infection, la chlorose évolue vers la nécrose et donne lieu à la première sporulation.



Au stade ultime, l'agent pathogène provoque la mort d'importantes parties des feuilles. La sporulation est alors à son maximum.

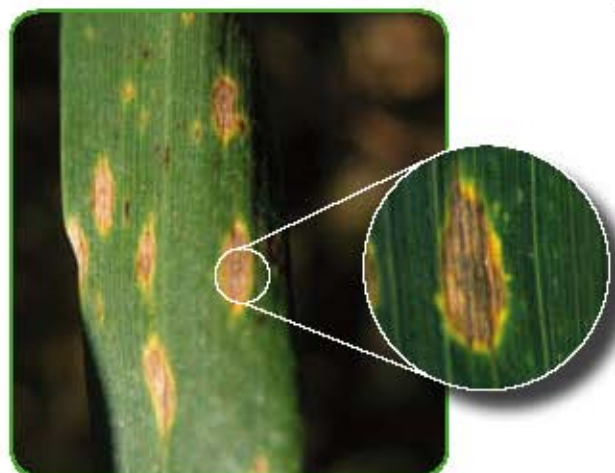


- * Débute par un point ou une auréole brun foncé.
- * Les attaques les plus graves sont observées en blé/blé sans labour et toujours sur une variété sensible.
- * Présence dans certaines régions comme la Champagne.



NE PAS CONFONDRE

L'helminthosporiose avec la septoriose, en vérifiant la présence de **pycnides**.





Zoom sur les principales maladies de l'orge

La rhynchosporiose

(*Rhynchosporium secalis*)

La rhynchosporiose apparaît souvent en foyers. Elle se voit sur les limbes et à l'insertion des feuilles. En fin de cycle, le centre des taches se dessèche et devient blanc.

Ne pas confondre avec la non-sélectivité des herbicides qui peut être généralisée à l'échelle de la parcelle ou dans les « recoupements de rampe » sur toutes les plantes.

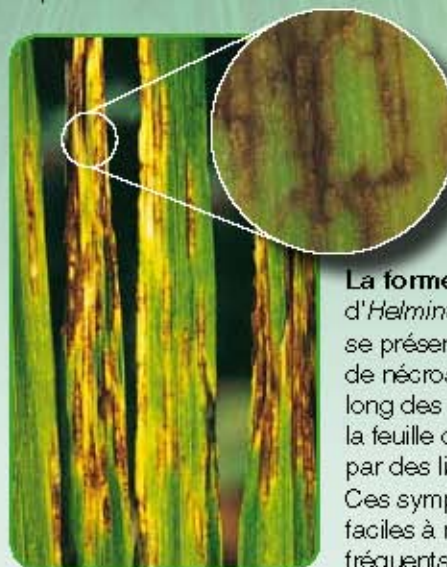
Les effets « pulvérisation » sur le feuillage sont assez nets : courbures des feuilles, nombreux impacts de gouttes, etc ...



L'helminthosporiose

(*Drechslera teres* = *Helminthosporium teres*)

La forme la plus fréquente des symptômes de l'*Helminthosporium teres* consiste en des taches allongées brun foncé que l'on distingue aussi bien des 2 côtés de la feuille. Les taches peuvent être de quelques centimètres à quelques millimètres et présenter entre les nervures des débuts de réseaux.



La forme *reticulata* d'*Helminthosporium teres* se présente sous la forme de nécroses longitudinales le long des nervures, colonisant la feuille dans la largeur par des liaisons à angle droit. Ces symptômes sont très faciles à reconnaître, mais peu fréquents.

La forme *maculata* d'*Helminthosporium teres* provoque des taches ovales brun foncé, cernées d'un jaunissement.



Autres symptômes courants



La mosaïque jaune

(*Barley yellow mosaic virus = BaYMV*)

Symptômes sur les jeunes feuilles :
tirets vert clair en longueur.



Symptômes sur orge d'hiver après reverdissement
au printemps.



La ramulariose

(*Ramularia collo-cygni*)

Les taches de la ramulariose sont visibles sur les 2 côtés de la feuille. La ramulariose a été identifiée pour la 1^{ère} fois en France en 2002 les taches de la ramulariose se présentent comme de « mini-taches » d'helminthosporiose, mais elles sont plus claires, marrons, rectangulaires et suivent les nervures.



Complexe taches brunes

Grillures polliniques

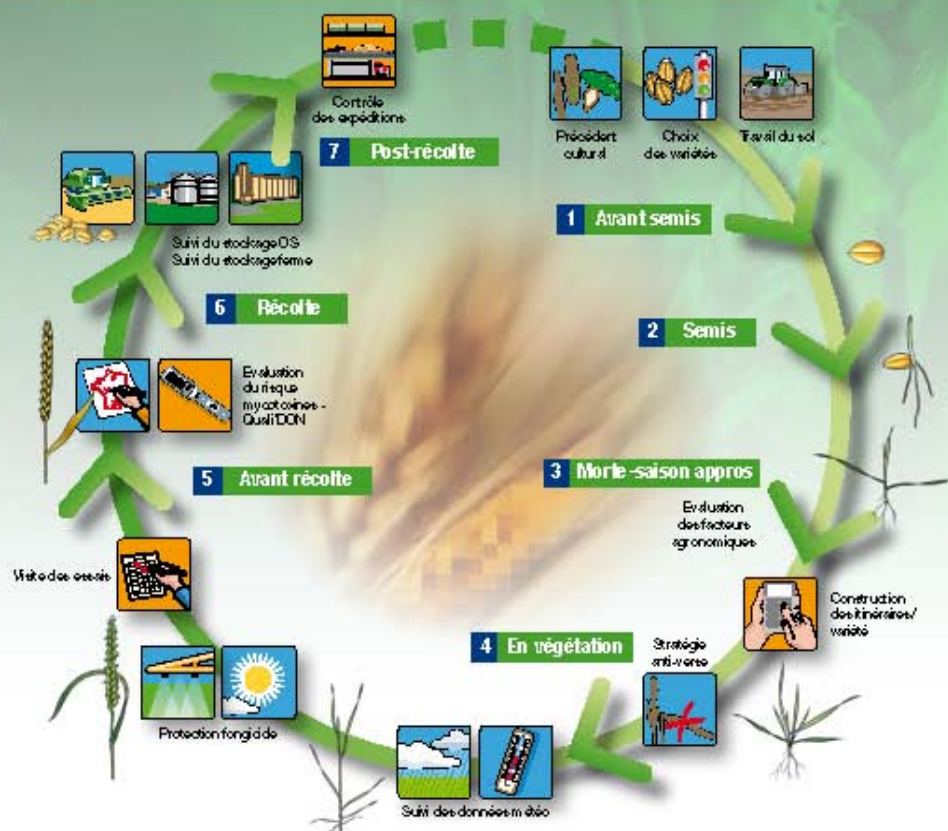
Les grillures polliniques provoquent de grandes zones
brun violacé sur les feuilles supérieures.





Contributions BASF à la **qualité sanitaire** des céréales

La qualité, un enjeu majeur pour la filière



Aujourd'hui, le blé aussi doit répondre aux attentes de qualité : sa valorisation passe d'abord par sa qualité. La qualité d'un blé tendre correspond en premier à son aptitude à être transformé en farine (valeur meunière) qui elle-même sera valorisée en panification, biscuiterie, pâtisserie...

« Tout au long du cycle du grain, du technicien au céréalier en passant par les métiers du grain, en 7 étapes-clés, chaque acteur peut agir à son niveau sur les facteurs impactant la qualité sanitaire »

La protection de l'épi contre les maladies de fin de cycle

L'ensemble des acteurs de la filière est mobilisé pour contribuer aux enjeux « Qualité » pour agir :

- sur les moyens agronomiques, sachant que la présence de fusarioses ou de DON résulte de la combinaison de facteurs climatiques, du choix des variétés, du traitement des résidus (enfouissement) de récolte
- sur la lutte contre les fusarioses avec des fongicides (60% efficacité). Peu de substances actives sont efficaces pour lutter contre les fusarioses des épis, **les fongicides à base de metconazole sont reconnus pour être efficaces contre les fusarioses en particulier les *Fusarium Roseum*, responsables de la production des mycotoxines.**

Zoom sur quelques contributions BASF pour une meilleure gestion de la qualité sanitaire des blés

Diffusion de la pochette pédagogique

Céréales, tout ce qu'il faut savoir en matière de qualité sanitaire (Mycotoxines)

11 fiches «Culture et Qualité», pour sensibiliser les équipes de la distribution et de la prescription au dossier Qualité sanitaire et ainsi faciliter leur argumentation auprès des agriculteurs.



Création d'un mémo pocket qualité sanitaire



En créant le mémo pocket de la qualité sanitaire, BASF a rassemblé sous forme de questions/ réponses, les fondamentaux de la qualité sanitaire. Il est divisé en 4 chapitres :

- Fusarioses
- Mycotoxines
- Solutions
- Facteurs de réussite

Développement d'outils d'évaluation des DON

20 minutes pour mesurer les DON c'est possible avec Quali'DON2

D'une manipulation simple, le test peut être effectué à tout moment, aussi bien à la récolte pour caractériser le risque mycotoxines, qu'à la ferme pour qualifier les grains stockés, mais aussi tout au long du travail du grain jusqu'à l'expédition. Il peut même être réalisé avant récolte, sur grains arrivés à maturité.

Le service Quali'DON est adapté aux spécificités de chaque OS et s'intègre parfaitement dans les différents process qualité de chacun.





Quelles réglementations en matière de **mycotoxines** dans les céréales destinées à l'**alimentation humaine** ?

A certaines concentrations, les mycotoxines sont toxiques pour l'homme et les animaux.

Le règlement européen est entré en application au **1^{er} juillet 2006** pour les mycotoxines issues du champ.



Zoom sur la réglementation européenne en matière de mycotoxines pour les céréales destinées à l'alimentation humaine

Actuellement les **réglementations européennes** relatives aux mycotoxines sont fixées en fonction

- des produits (graines de blés, d'orges, maïs...),
- des produits transformés,
- des destinations (alimentation humaine ou animale),
- du type de mycotoxines.

Au niveau réglementaire, on distingue 2 catégories :

- Les **mycotoxines de champ** :
 - ♦ la **Désoxynivalénol (DON)**,
 - ♦ la **Zéaralénone (ZEA)**,
 - ♦ les **Fumonisines (FB1 et FB2)** (produites sur le maïs).

Pour les céréales destinées à l'**alimentation humaine** le règlement (CE) n° 1126/2007 du 28 septembre 2007 fixe les seuils par type de céréales (céréales à pailles + maïs).

- Les **mycotoxines de stockage**

Pour les céréales, il s'agit principalement de l'OTA (Ochratoxine A). Les seuils sont fixés à 5 ppb pour les céréales brutes et 3 ppb pour les céréales nettoyées et produits céréaliers.

Une réglementation européenne (Règlement (CE) n° 472/2002 du 12/02/2002) est appliquée pour les céréales et produits finis destinées à l'alimentation humaine et animale.

Définitions :

- ♦ **Céréales brutes** (non transformées) : céréales n'ayant subi aucune transformation.
- ♦ **Céréales après « première transformation »** : céréales ayant subi un traitement physique ou thermique, autre que le séchage du grain. Les opérations de nettoyage, de tri et de séchage ne sont pas considérées comme « première transformation ».

La réglementation est applicable dans les 27 états de l'union européenne mais aussi pour les céréales importées.

Elle est accompagnée d'une directive concernant les procédures d'échantillonnage et d'analyses pour le contrôle des mycotoxines concernées.

Réglementation en Désoxynivalenol (DON)

Produits	Seuils DON en ppb
Céréales non transformées autres que le blé dur, avoines et maïs	1250
Blé dur et avoines et maïs*	1750
Farines de céréales et fractions de mouture de maïs > 500 µm	750
Fractions de mouture de maïs < 500 µm	1250
Pâtes	750
Céréales petits déjeuners, pains, pâtisserie, biscuits, produits à base de maïs, snacks	500
Alimentation infantile	200

Réglementation en Zéaralénone (ZEA)

Produits	Seuils ZEA en ppb
Céréales brutes autres que le maïs	100
Maïs*	350
Farines de céréales à l'exception de la farine de maïs	75
Fractions de mouture de maïs < 500µm	300
Fractions de mouture de maïs > 500 µm	200
Huile raffinée de maïs	400
Céréales petits déjeuners, pains, pâtisseries, biscuits à l'exception des préparations à base de maïs	50
Céréales petits déjeuners et produits à base de maïs, snacks	100
Alimentation infantile	20

Réglementation en Fumonisines

Concerne les produits à base de maïs.

La teneur maximale s'applique à la somme de Fumonisine B1 (FB1) et de Fumonisine B2 (FB2).

Produits	Seuils FUMO en ppb
Maïs*	4000
Fractions de mouture de maïs < 500 µm	2000
Fractions de mouture de maïs > 500 µm	1400
Produits à base de maïs, snacks	1000
Céréales petits déjeuners à base de maïs	800
Alimentation infantile	200

* Le maïs brut destiné à être transformé par voie humide (production d'amidon, maïs waxy) n'est pas concerné par ce règlement car l'amidon et les produits dérivés de l'amidon utilisés comme ingrédients alimentaires ne contiennent quasiment plus de mycotoxines. Les amidonniers doivent vérifier que les co-produits du maïs soient conformes avec les valeurs recommandées pour les matières premières destinées à l'alimentation animale.



MYCOTOXINES, la législation pour l'alimentation animale s'étoffe.

Le 17 août 2006, la Commission européenne a émis une recommandation concernant la présence de Désoxynivalénoïl, de Zéaralénone, de Fumonisines et d'Ochratoxine A dans les produits destinés à l'alimentation animale.

Recommandations pour les céréales destinées à la filière alimentation animale



Recommandations 2006/576/CE du 17 Août 2006.

Elles concernent les mycotoxines :

- produites au champ par les *Fusarium* : **Désoxynivalénoïl (DON)**, **Zéaralénone (ZEA)**, **Fumonisines (FUMO)** ;
- produites au stockage par les *Aspergillus* et *Penicillium* : **Ochratoxine A (OTA)**.

Mycotoxines	Matrices	Recommandations (ppb)
Désoxynivalénoïl (DON)	Matières premières	
	• Céréales et sous-produits céréaliers	8000
	• Sous-produits du maïs	12000
	Aliments complémentaires ou complets	5000
Zéaralénone (ZEA)	Matières premières	
	• Céréales et sous-produits céréaliers	2000
	• Sous-produits du maïs	3000
	Aliments complémentaires ou complets	
Ochratoxines A (OTA)	• porcelets et jeunes truies	100
	• truies et porcs à l'engraissement	250
	• veaux, bétail laitier, ovins, caprins	500
	Matières premières	
Fumonisines B1+B2	• Céréales et sous-produits céréaliers	250
	Aliments complémentaires ou complets	
	• porcs	50
	• volailles	100
	Matières premières	
	• Maïs et sous-produits du maïs	60000
	Aliments complémentaires ou complets	
	• porcs, chevaux, lapins, animaux de compagnie	5000
	• poissons	10000
	• volailles, veaux (< 4 mois), agneaux et chevreux	20000
	• ruminants adultes (> 4 mois), visons	50000

La commission européenne demande une mise en application dans chaque état membre en demandant aux acteurs de la filière de renforcer les **contrôles** sur ces mycotoxines pour juger de l'acceptabilité des aliments composés.

Les recommandations n'impliquent pas de destruction des matières premières (recyclage possible) et n'ont **pas de caractère obligatoire**, c'est une difficulté de plus à gérer sur le plan juridique.

De plus il y a un **réel décalage** entre les seuils fixés aux matières premières et les aliments finis (ex : DON pour aliments porcs).



Règlement mycotoxine pour la filière alimentation animale



En matière d'aliments à destination des animaux, l'**Aflatoxine B1** est la **seule mycotoxine réglementée** (Directive 2002/32/CE).

Contrairement au principe de la recommandation, les seuils réglementaires ont un **caractère obligatoire**. **Tout dépassement rend l'aliment impropre à la consommation.**

Les matières premières qui contiennent des teneurs supérieures aux limites réglementaires (**seuils d'exclusion**) ne peuvent pas être incorporées dans les aliments au prétexte que la fabrication d'un aliment consiste en un mélange de lots dont certains seraient sains et que ce mélange revient à une dilution.

L'**Aflatoxine B1** est considérée comme une des substances indésirables dans les aliments pour animaux. En Europe, les Aflatoxines (mycotoxine de stockage) sont **pratiquement absentes dans les céréales**.

Mycotoxines	Matrices	Seuils (ppb)
Aflatoxines	Matières premières	50
	♦ Sauf pour les matières premières issues du maïs et arachides	20
	Aliments complémentaires ou complets	
	♦ bovins viandes, ovins, caprins	50
	♦ veaux et agneaux	10
	♦ bovins laitiers	5
	♦ porc et volailles	20
	♦ autres	10

Autres mycotoxines

Les mycotoxines de **Claviceps** (alcaloïdes de l'ergot dit du seigle) sont réglementées indirectement par des limites sur la proportion pondérale d'ergot dans un aliment. La directive 2002/32 et l'arrêté du 12 janvier 2001 limitent cette présence à **1 g d'ergot par kg d'aliment** pour « animaux contenant des céréales non moulues ».

Il est possible que dans l'avenir, tous les textes relatifs à l'ergot évoluent pour se baser non plus sur le poids d'ergots contenu dans un kilogramme d'un lot de céréales, mais sur la teneur en certains alcaloïdes de ce lot.



Les enjeux d'une bonne pulvérisation

Définition

La pulvérisation consiste à fractionner un **volume de bouillie** (eau + produit phytopharmaceutique) en gouttelettes.

Les gouttelettes ainsi obtenues doivent atteindre **la cible** en nombre adapté au mode d'action du produit et y être réparties de façon homogène en limitant les pertes et la pollution entraînées dans l'air (dérive), dans l'eau (accidentelle ou ruissellement), dans le sol (mauvais positionnement ou ruissellement).

Une bonne pulvérisation est le résultat croisé

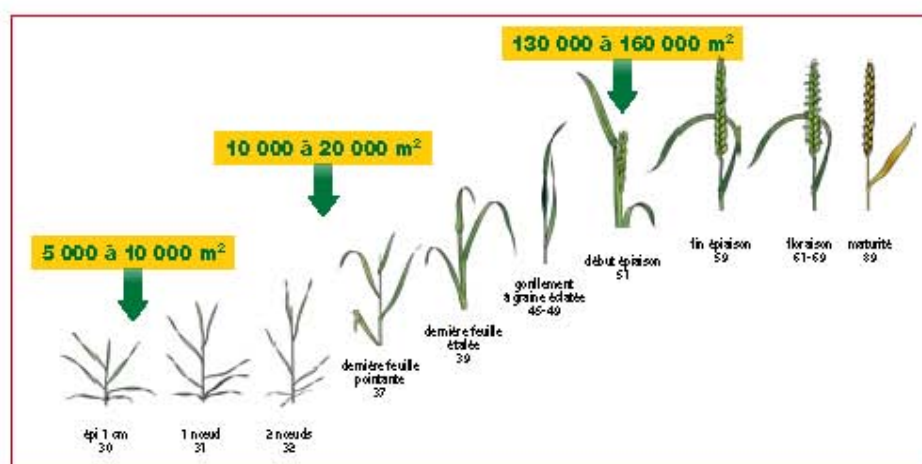
- ♦ d'un **pulvérisateur adapté**, entretenu et réglé ;
- ♦ d'une **buse en bon état** adaptée à l'objectif,
- ♦ d'une **dose de produit efficace**,
- ♦ d'une prise en compte des **conditions climatiques** tant pour la plante que pour la gouttelette,
- ♦ d'un minimum de **connaissances** et de savoir-faire...

La bonne connaissance de l'évolution de la culture à protéger

Permet de définir :

- ♦ Le meilleur moment en fonction du stade et de l'**objectif de la pulvérisation** (traitement préventif ou curatif, contrôle ou destruction)
- ♦ La quantité de produit nécessaire en fonction de la masse végétative ou de la **surface foliaire à atteindre** (et non surface réelle)
- ♦ Le choix de la buse en fonction de la **couverture souhaitée**.

Surface foliaire et stade de développement



Zoom sur les applications à l'épiaison

Les traitements épiaisons sont l'exemple même de la diversité des approches et des stratégies d'application en ce qui concerne les volumes d'eau, le choix des buses, des pressions, des adjuvants.

Exemple pour une protection contre les fusarioses : une application au début floraison (soit à la sortie des premières étamines)

Début floraison



Mi-floraison



Fin-floraison



Les produits utilisés à l'épiaison sont soit de contact soit le plus souvent systémiques (système ascendante, utilisation limitée de la systémie à l'épiaison). La systémie étant limitée au niveau de l'épi, au rachis ou en-dessous du col de cygne, il faudra gérer le produit comme un contact pénétrant et essayer d'optimiser le positionnement à la base de l'épillet ou en contact avec le rachis pour utiliser un fond de systémie.

Que retenir sur les volumes de bouillie à l'épiaison ?

Il est indispensable de s'attacher à optimiser **le nombre d'impacts** pour obtenir **la plus grande couverture et rétention possible**.

Le volume de pulvérisation est d'abord lié au nombre et à la taille des gouttes.

- **Volume classique à 150 L/ha : avec des bonnes conditions climatiques**
et avec des gouttes de l'ordre de 250 à 300 μ .
- **Volume 50 à 100 L/ha d'eau : possible de réduire le volume (attention taille et nombre de gouttes) si hygrométrie élevée**

La présence de rosée séchante sur l'épi permettra de diffuser la bouillie sur une surface plus grande et à des endroits habituellement inaccessibles. L'utilisation d'un adjuvant mouillant peut être un renfort au traitement pour la surface couverte et la rétention.

- **Volume à 200 L/ha et plus : si conditions climatiques non optimales**
Pour augmenter le nombre d'impacts et donc la surface couverte. Cette solution est la plus sécuritaire si la taille de gouttes reste inférieure à 300 μ . Ces situations volumiques sont souvent le fruit de l'utilisation de buses à double fente ou anti-dérives à injection d'air et parfois d'un choix raisonné pour gommer partiellement les limites de conditions météo.

La « stratégie volume » est un choix lié au matériel, à la taille de gouttes ainsi qu'aux horaires de travail voire d'une « stratégie » adjuvant. Il est possible de traiter avec un volume d'eau réduit pour autant que les gouttes soient adaptées (en taille et en nombre).



Incidence des formulations sur la pulvérisation.

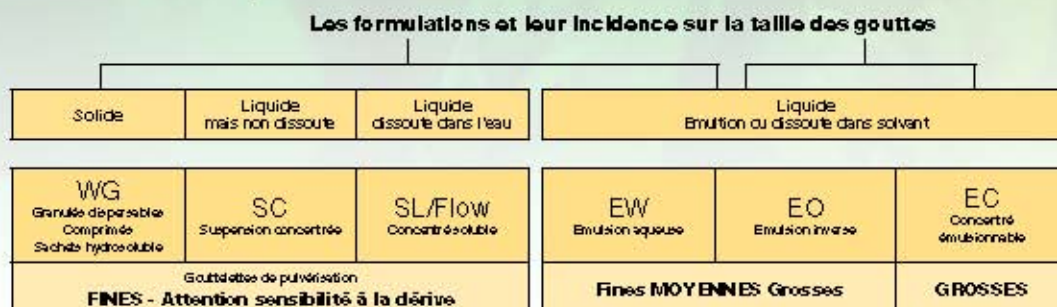
Les formulations ont une incidence directe sur la pulvérisation et la granulométrie d'où l'importance d'identifier celles-ci pour optimiser l'intervention.

Les co-formulants et le support du produit ont des comportements physico-chimiques pouvant **modifier soit la fluidité, la stabilité** de l'émulsion ou de la suspension soit l'homogénéité des gouttes produites lors de la pulvérisation.

On peut également constater parfois **des variations en taille ou d'homogénéité des gouttes du fait de la concentration du produit** (dose ou variation du volume d'eau).

Classification simplifiée des formulations et effet sur la taille des gouttes

La substance active est présentée sous différentes formulations



La taille des gouttes est exprimée par rapport à de l'eau seule

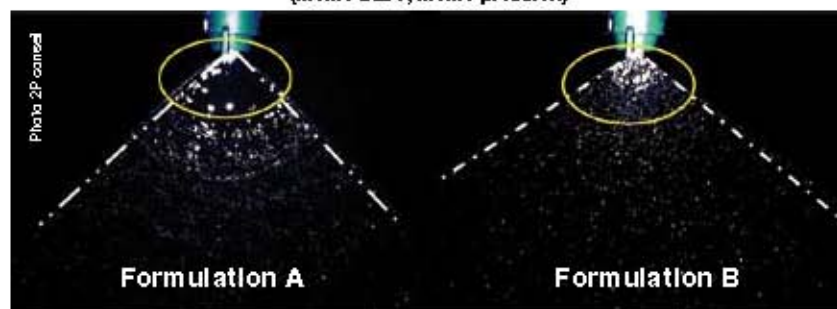
Par ailleurs, les produits ayant un support type aqueux auront en général une sensibilité accrue à l'hygrométrie, pouvant induire une perte de taille plus ou moins rapide des gouttelettes et de ce fait modifier leur durée de vie.

L'observation du jet de pulvérisation met en évidence deux variables importantes

1 - l'angle de jet

Plus l'angle s'ouvre, plus le pourcentage de grosses gouttes diminue par rapport à la valeur d'origine et inversement s'il se ferme.

Effet de la formulation sur la qualité de pulvérisation et ses signes extérieurs
(même buse, même pression)



2 - La zone de formation des gouttes

Plus cette zone est importante plus les gouttelettes formées sont hétérogènes et très fines sensibles à la dérive (cas de la formulation A).

- La variation de l'angle indique la variation de taille des gouttes
- La variation de la zone de diffraction indique l'homogénéité de gouttes et de dispersion

Les adjuvants : autre facteur impactant la qualité de pulvérisation

Les adjuvants sont des produits permettant d'optimiser l'intervention phytosanitaire voire de la qualité de pulvérisation pour certains.

Il n'y a pas d'adjuvants universels ; il est donc indispensable d'identifier leurs fonctionnalités afin de les utiliser à bon escient et de lever les facteurs limitants de l'intervention.

4 principaux effets ou fonctionnalités des adjuvants :

- ♦ **Mouillant :**

Étaler la gouttelette pour augmenter sa surface de contact avec la cible, sa rétention (rôle des tensioactifs, baisser les tensions superficielles existantes à la surface de la gouttelette)

- ♦ **Pénétrant :**

Faire pénétrer la substance active dans le végétal, par différents moyens (diffusion, solubilisation, dislocation des cires, ...)

- ♦ **Humectant :**

Maintenir une atmosphère humide à la surface de la feuille afin de limiter le dessèchement trop rapide de la bouillie et de la substance active

- ♦ **Adhésif :**

Faire adhérer à la surface de la feuille la substance active (augmenter la résistance au lessivage des contacts)

Il ne faut pas oublier que les adjuvants utilisés en extemporané agissent également en complément des coformulants contenus dans le produit (formulation) **ce qui change parfois** d'autres paramètres comme **la sélectivité, le niveau de pénétration...**

Point sur l'ordre de mise en bouillie

Facteurs déterminant l'ordre de mise en bouillie :

Formulation des produits, qualité de l'eau, utilisation d'adjuvants

1. Remplir la cuve au moins au 3/4
2. Arrêter le remplissage, lancer l'agitation si nécessaire (retour en cuve bien au fond)
3. Si l'adjuvant a une action sur l'eau ou la dispersion, le mettre en premier
4. Puis incorporer les produits phytopharmaceutiques dans l'ordre suivant :
 - a. Les formulations sèches : les poudres, WG...
 - b. Les SL, SC
 - c. Les EW, EO
 - d. Les EC
 - e. L'éthephon, les oligos et autres
5. Finir avec l'adjuvant (s'il n'a pas d'action sur l'eau ou s'il mousse)
6. Compléter et ajuster le volume d'eau
7. Utiliser si nécessaire un anti-mousse





Que retenir sur le choix de la buse ?

Le **choix de la buse** se fera en fonction de son extrême polyvalence ou spécificité, sur des critères qui sont la **taille de la goutte objectivée** (rétention, nombre, couverture, feuille ou sol, réglementation) et les **pressions** de travail possible avec le matériel (pompe et anti-goutte). Il existe plusieurs normes permettant de les classer ou de les comparer parmi différents groupes.

La norme **ISO 10625** permet de **classer par un code couleur les buses par leur débit**.

A 3 bar les buses, même de type différent, mais de même couleur ont le même débit minute (on est dans la notion de volume).

La variation de la pression fera varier l'angle et la taille des gouttes.

Attention, le code couleur tient compte que du débit et pas du VMD (VMD = Diamètre du volume médian). Des buses de même débit mais de conception différente auront un VMD différent.

Ex : **Buses différentes mais avec le même code couleur**

La taille des goutelettes



Catégorie	Symbole	Code couleur
Très fine (Very fine)	VF	Rouge
Fine	F	Orange
Moyenne	M	Jaune
Grosse (Coarse)	C	Bleu
Très grosse (Very coarse)	VC	Vert
Extrêmement grosse (extremely coarse)	XC	Blanc

Type de buse	Référence Buse	VMD à 2 bar	VMD à 4 bar
Injection d'air	AI 110 03	636 microns	530 microns env
Miroir	TT 110 03	433 microns	350 microns env
A fente	XR 110 03	267 microns	220 microns env

Décrypter les Informations sur la buse :

XR : Type de buse

04 : Débit d'une buse
Référence internationale :
0,4 gallon par minute
@ 40 PSI (1,54 L/min
à ± 2,8 bar)

110 : Angle de dispersion



TEEJET : Marque

V : Code couleur VisiFlo®
(marque Teejet)

«K» : Matériaux de l'orifice

K : Céramique

P : Polymère

S : Acier inoxydable

Zoom sur les principales buses



LES BUSES A FENTES les plus courantes et les plus polyvalentes

Pression : basse avec des angles généralement de 80 ou 110°

Couverture : bonne rétention, bonne couverture

Gouttes et Dérive : Gouttes généralement plutôt fines et sensibilité accrue à la dérive en particulier dans des pressions supérieures à 1,5 bar.



LES BUSES À DÉRIVE LIMITÉE (à chambre de décompression, pastille ou autre)

Pression : leur conception provoque une chute de pression dans le corps de buse

Gouttes et Dérive : gouttes plus grosses donc résistant mieux à la dérive, mais risque de moindre rétention.



LES BUSES À TURBULENCE OU BUSES CONIQUES produisent une pulvérisation fine, très sensible à l'hygrométrie et au vent. Intéressant pour des applications proches de la cible si l'écartement est réduit sur la rampe.

Gouttes et Dérive : La production de très fines gouttelettes est caractéristique de ces buses (attention à la dérive)

Couverture : plus grande couverture et meilleure rétention.



LES BUSES A INJECTION OU INDUCTION D'AIR

Gouttes et Dérive : Grosses gouttes. Limitation de la dérive par augmentation de la taille de gouttes.

Ce type de buse est la meilleure réponse physique à la dérive. Certaines sont agréées dans le cadre de la réduction de la ZNT de 50 et 20 m à 5 m.

Couverture : pour le même volume de pulvérisation c'est celle qui produira le moins de gouttes et d'impacts et de ce fait la moindre surface couverte.



Photos Teejet

LES BUSES DOUBLES FENTES (ou des supports double buse) visent à augmenter la surface de couverture. Inconvénient, cela limite le débit de chantier du fait d'une vitesse généralement inférieure

Pression : les 2 fentes entraînent un volume et un taux de dérive plus important.

Gouttes et Dérive : le système des 2 fentes permet d'augmenter légèrement le volume et le nombre de fines gouttes.

Couverture : bonne couverture, bonne répartition. Permet une couverture accrue si la buse est utilisée correctement et avec une vitesse d'avancement limitée < 8 km/h permettant de garder les deux jets bien distincts.

LES BUSES ROTATIVES visant à faire des gouttes plus homogènes et généralement des volumes d'eau réduits à très réduits. Le principe est de projeter le flux de bouillie sur un plateau cranté, une grille ou brosse tournant à des vitesses variables plutôt élevées afin de produire avec la force centrifuge des gouttelettes fines à très fines et homogènes.



La taille des gouttes détermine la qualité de pulvérisation

La **taille des gouttes** est liée au choix de la buse, du débit, de la pression, de l'angle et de l'adjuvant.

Un **même volume**, peut être obtenu par un nombre et une taille de goutte différents.

La taille définit la **surface de couverture**, mais aussi les risques de dérive ou de ruissellement.

Dérive et ruissellement

Couverture

Caractéristique des produits phytosanitaires



100 µ
Risques de dérive et évaporation

Entre 100 µ et 400 µ
Bouillie potentiellement retenue

> 400 µ
Lessivage et ruissellement

Contact et systémie locale
Produit efficace uniquement sur l'impact

Systémique
Produit absorbé par les tiges, feuilles puis transporté dans la plante

À volume égal des gouttes de 100 µ sont : 10 fois plus petites que des gouttes de 1 000 µ, 1 000 fois plus nombreuses que des gouttes de 1 000 µ.

Un volume en pulvérisation n'a de réalité qu'avec une taille de gouttes.

Pour un volume identique, plus les gouttes (viabiles) sont fines, plus leur nombre est important, plus la surface couverte est importante et plus la rétention est élevée, mais il faut aussi tenir compte des conditions climatiques (hygrométrie et vent) qui peuvent altérer ces gouttes et en réduire l'efficacité.

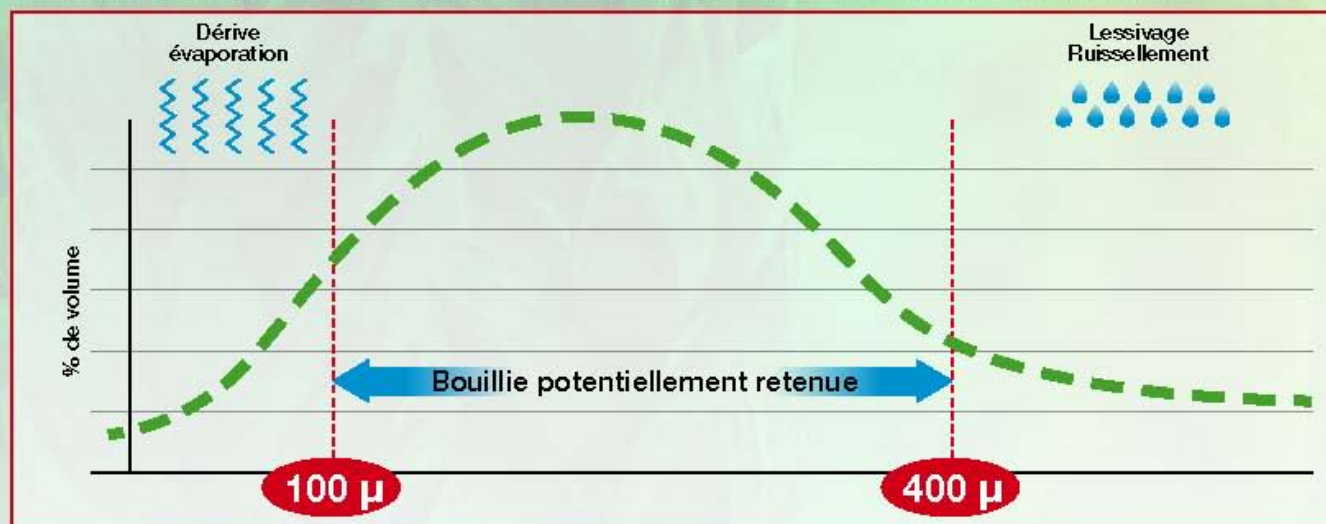
Correspondance entre taille et nombre de gouttes et couverture

pour 1 cm³ de bouillie appliquée avec des gouttes de la taille :

1 000 µ	(1 mm)	1 900 gouttes	15 cm ² de couverture
500 µ	(0,5 mm)	15 000 gouttes	30 cm ² de couverture
200 µ	(0,2 mm)	240 000 gouttes	75 cm ² de couverture
100 µ	(0,1 mm)	1 910 000 gouttes	150 cm ² de couverture

C'est la taille des gouttelettes qui détermine le nombre d'impacts pour un même volume !

Influence de la taille des gouttes sur l'efficacité réelle et les risques de pollution



Relation entre mode d'action du produit, le nombre de gouttes par cm² à rechercher et le volume de bouillie/ha (Volume théorique obtenu avec de l'eau sans adjuvant)

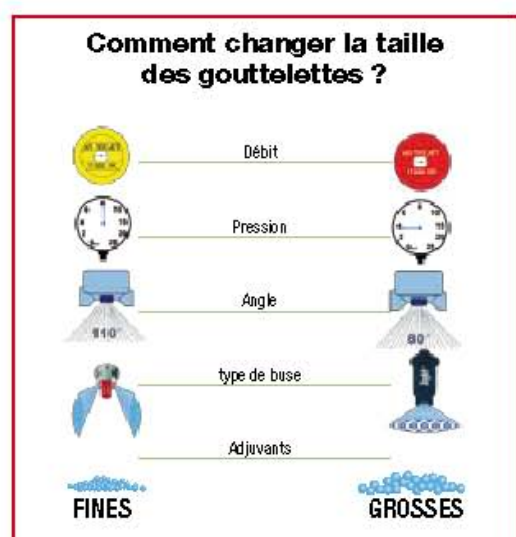
Mode d'action du produit	Diamètre des gouttes	150 µ	200 µ	250 µ	350 µ	450 µ	600 µ
	Gouttes au cm ²						
Systémie	20	3,5	8,3	16,3	44,9	101	228
	30	5,3	12,5	24,5	67,3	151,5	343
Ingestion*	40	7	18,7	32,7	89,8	202	458
	50	8,8	20,9	40,9	112,2	252,5	572
Contact	60	10,6	25,1	48,1	134,7	303	687
	70	12,3	29,3	53,7	157,2	353,5	801

* Cas des insecticides

Le mode d'action des produits (systémie, ingestion, contact) détermine le nombre de gouttes optimal par cm². La taille des gouttes détermine le volume d'eau qui en découle.

Comment lire le tableau ?

Ex : pour les produits systémiques 20 à 30 gouttes/cm² sont recherchés, il suffit de 100 à 150 L d'eau/ha pour atteindre l'objectif avec un diamètre de gouttes de 450 µ.



La pression a un rôle Important dans la taille des gouttes et pas uniquement sur le volume.

Ex : % approché du volume avec des gouttes inférieures à 200 microns (référence eau).

Type de buses	Pression à 1,5 bar	Pression à 3 bar
XR 110 °	14 %	34 %
XR 80 °	2 %	23 %
DG 110 °	<1%	20 %
DG 80 °	<1%	16 %