

# LES TRIAZOLES, incontournables dans la protection fongicide des céréales.

metconazole

epoxiconazole

prochloraze

[www.agro.basf.fr](http://www.agro.basf.fr)

Cultivons l'innovation autrement

 **BASF**

The Chemical Company

# > EDITO



**Dans l'histoire des fongicides céréales, l'avènement des triazoles au début des années 1980, constitue une étape clé dans la protection contre les maladies.**

**Avec les progrès de la génétique et des techniques culturales, cette famille de produits a permis des gains très importants de productivité en céréales.**

Au fil des années, elle s'est enrichie de molécules toujours plus performantes (époconazole, metconazole...). Et aujourd'hui encore, on estime qu'au cours des dix dernières années (de 2001 à 2010), sur blé, **la contribution des triazoles à la préservation des rendements, se chiffre en moyenne à 74 % du gain total apporté par les fongicides\*.**

Avec l'arrivée de nouvelles familles de produits, en particulier des SDHI, on aurait pu penser que le rôle des triazoles allait s'affaiblir. En réalité, les triazoles n'ont jamais été aussi importants, car **ils constituent le partenaire idéal de ce nouveau mode d'action.** Ils sont aussi le moteur de bien d'autres associations de produits.

Au travers de ce dossier, nous souhaitons mettre à nouveau en lumière les caractéristiques uniques des triazoles. Nous souhaitons aussi actualiser les connaissances que nous avons aujourd'hui, sur les performances et sur le rôle de cette famille qui contribue à la préservation des rendements, depuis plus de trente ans.

- Quelle est la spécificité des triazoles par rapport aux autres familles de produits ?
- Quel est le niveau de performance des triazoles aujourd'hui ?
- Pourquoi les associer ?
- **Pourquoi les triazoles sont-ils plus que jamais indispensables à la construction des programmes fongicides ?**

C'est à toutes ces questions que nous vous proposons de répondre.  
Bonne lecture à tous.

Stéphane Gontier  
Responsable marketing pôle Céréales

\*Extrait rapport ADAS : Evaluation of the benefit provided by the azole class of compound in wheat, and effect of losing all azoles on wheat and potato in Denmark, France and the UK -30 sep 2011.

**Chiffre repère en 2012 :**  
**100 %** des hectares de céréales protégées reçoivent un triazole



# S O M M A I R E

## > LES TRIAZOLES : LE PILIER DE LA PROTECTION FONGICIDE DES CÉRÉALES

- Les principales familles fongicides céréales
- Mode d'action des triazoles
- Zoom sur la septoriose
- Spectre d'efficacité très large

P.04 - P.05

## > LES TRIAZOLES ET L'ÉVOLUTION DES SOUCHES DE SEPTORIOSE

- Suivi des souches et résistance
- Populations de septoriose et évolution
- Mécanismes de résistance
- Nouvelle méthode d'analyse
- Intérêt d'associer les triazoles

P.06 - P.09

## > PERFORMANCE DES DIFFÉRENTS TRIAZOLES AUJOURD'HUI

- Hiérarchie des triazoles sur septoriose : en serre
- Evolution de l'efficacité des principaux IDM : au champ
- Triazoles et partenaires
- Performance en situations « septoriose et rouille »
- Bénéfices technico-économiques

P.10 - P.14

## > L'INTÉRÊT TOUT PARTICULIER DU PROCHLORAZE

- Actions comparées du prochloraze et du chlorothalonil
- Un IDM pas comme les autres

P.15

## > LES FORMULATIONS PARTICIPENT À LA PERFORMANCE DES TRIAZOLES

- Bénéfices des formulations « Stick and Stay »

P.16

## > ENJEUX DE LA GESTION DES MODES D'ACTION EN FONGICIDES CÉRÉALES

- Pourquoi associer les triazoles ?
- Comment gérer les modes d'action en céréales ?

P.17 - P.18

## > CE QU'IL FAUT RETENIR

P.19



# 1

# LES TRIAZOLES : LE PILIER DE LA PROTECTION FONGICIDE DES CÉRÉALES

## > Les principales familles fongicides céréales

Aujourd'hui, la protection fongicide des céréales repose sur 8 modes d'actions.

Si l'on regarde plus précisément la lutte contre les maladies foliaires on retrouve principalement 5 groupes de molécules : les strobilurines, les SDHI, les IDM (triazoles/imidazoles), les morpholines et les multisites.

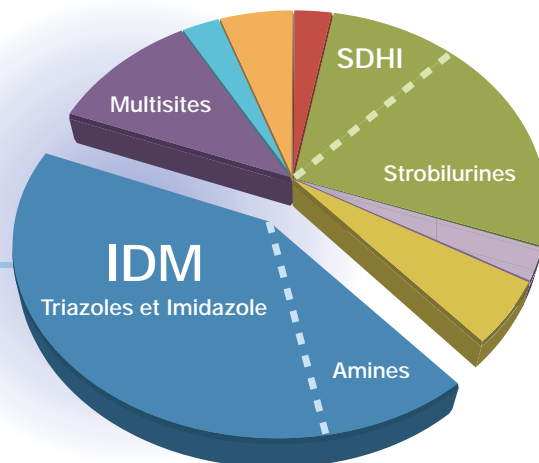
Sur ces 5 groupes, celui des **IDM rassemble à lui seul plus de 30 % des molécules utilisées dans la lutte contre les maladies foliaires des céréales.**

BASF est présent sur le marché de la protection des céréales avec **trois fongicides majeurs de la famille des IDM** : **l'époxiconazole, le metconazole et le prochloraze.**

**FONGICIDES CÉRÉALES**  
8 Modes d'actions  
- 36 molécules -

<span style="color: red;">■</span> MITOSE ET DIVISION CELLULAIRE	<span style="color: green;">■</span> RESPIRATION
<span style="color: purple;">■</span> SYNTHÈSE DES ACIDES AMINES ET PROTEINES	<span style="color: yellow;">■</span> TRANSDUCTION DES SIGNAUX
<span style="color: blue;">■</span> BIOSYNTHESE DES STÉROLS MEMBRANAIRES	<span style="color: purple;">■</span> MULTISITES
<span style="color: cyan;">■</span> STIMULATEURS DE DEFENSES NATURELLES	<span style="color: orange;">■</span> MODES D'ACTION INCONNUS

**30 %**



### RESPIRATION ET PRODUCTION D'ÉNERGIE

- > **Complexe mitochondrial III (cytochrome b) :**  
QoIs (Quinone Outside Inhibitors) : *pyraclostrobine*
- > **Complexe mitochondrial II (succinate deshydrogenase) :**  
SDHIs (Succinate dehydrogenase inhibitors) : *boscalid, Xemium\*...*

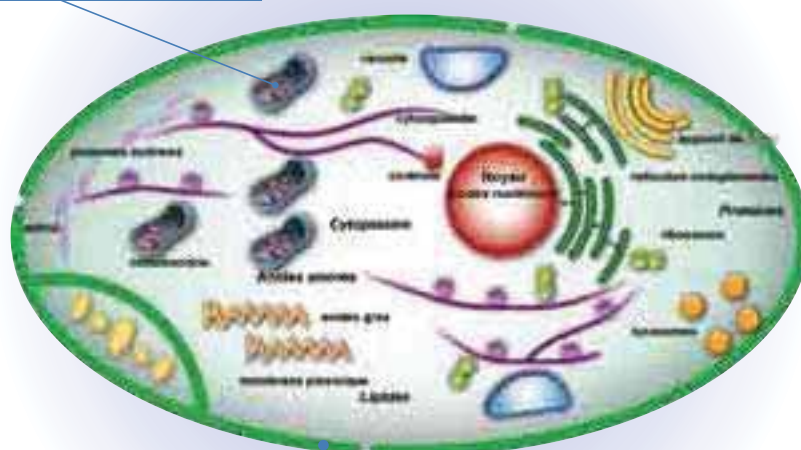
**STIMULATEURS DE DÉFENSES NATURELLES**  
*laminarine*

## > Mode d'action des triazoles

Les triazoles, comme tous les IDM (inhibiteurs de la déméthylation), agissent au sein du champignon, sur une enzyme très précise, la 14  $\alpha$ -déméthylase ou « CYP51 ».

Ils empêchent ainsi la synthèse de l'ergostérol, un des principaux constituants des membranes cellulaires, spécifique des champignons.

**La perméabilité des membranes augmente et les cellules se désagrègent provoquant la mort prématurée de l'agent pathogène.**



**MULTISITES / MULTICIBLES**  
Dithiocarbamates,  
Chloronitriles :  
*chlorothalonil*

### TRIAZOLES, IMIDAZOLES

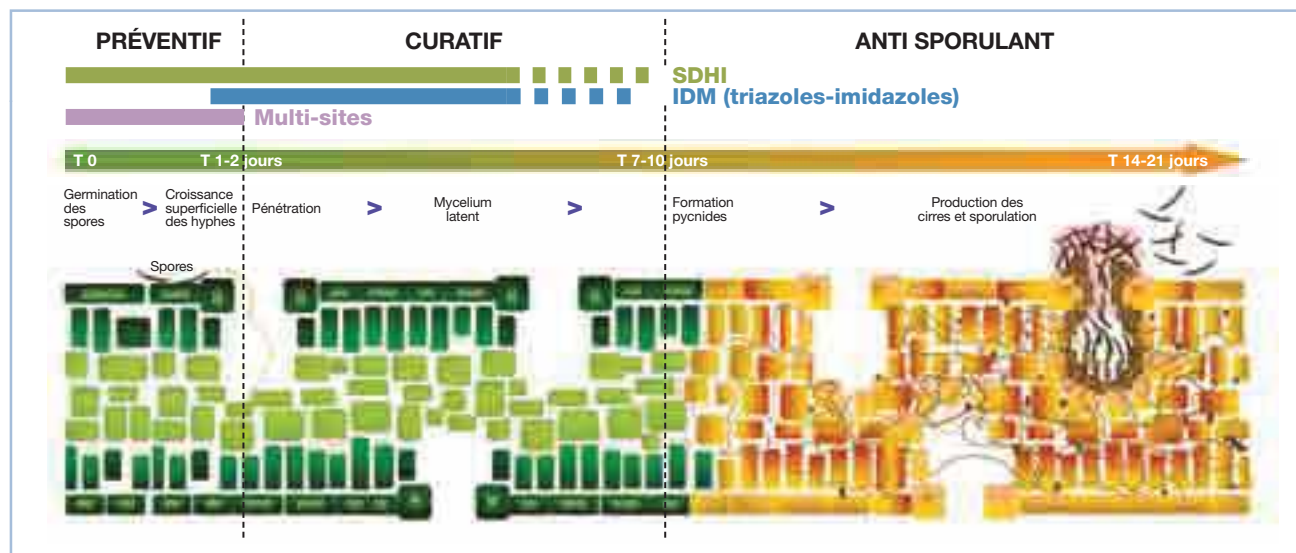
#### BIOSYNTHESE DES MEMBRANES CELLULAIRES

- > **14 $\alpha$  - déméthylase** : DMIs (De-Methylation Inhibitors) : *époxiconazole, metconazole, prochloraze...*
- >  **$\Delta 14$  reductase et  $\Delta 8 > \Delta 7$  isomerase** : Amines : *fenpropimorphe...*

\*Xemium = nom d'usage de la substance active fluxapyroxad.

## ➤ Zoom sur la septoriose

Activité des fongicides sur le cycle de développement de la septoriose.



Les triazoles bénéficient de propriétés systémiques qui confèrent à certains d'entre eux une **activité curative**, c'est à dire lorsque le mycélium du champignon est déjà présent à l'intérieur des tissus végétaux.

**Privilégier un positionnement avant l'apparition des symptômes de la maladie pour une meilleure efficacité du fongicide.**

Un positionnement tardif anti-sporulant n'est pas à conseiller car les dégâts sont déjà faits et la réduction de la sporulation n'est pas déterminante pour enrayer l'épidémie.

## ➤ Les triazoles, un spectre d'efficacité très large

Les triazoles sont des substances actives très polyvalentes qui bénéficient d'un spectre d'efficacité très large contre les maladies des céréales.

MOLECULES	g/ha	ACTIVITÉ SUR LES MALADIES DU BLÉ								ACTIVITÉ SUR LES MALADIES DE L'ORGE					
		Piétin verse	Oïdium	Septorioses		Rouilles		Helminthosporiose	Fusarioses/ épis		Rhynchosporiose	Oïdium	Rouille naine	Helminthosporiose	Grillures / Ramulariose
				<i>S. tritici</i>	<i>S. nodorum</i>	jaune	brune		<i>F. graminearum</i>	<i>M. nivale/majus</i>					
prochloraze	450	•		•	••					••	••			•	
cyproconazole	80 à 100		•		•	•••	•••	•	•		•	••	•••		
difénoconazole	125				••	••	•	•	•						
époconazole	125	•		••	•••	•••	•••	•	•	•	•••	••	•••	•	•
flusilazole	200	•			•••	••	••	•	•		•••	••	••	•	
flutriafol	125				•	••	•				•	••	•		
metconazole	90			••	•••	•••	•••	•	••		••	••	•••	•	
propiconazole	125				••	••	•	••	•		••	••	••	•	
tébuconazole	250		•		•••	•••	•••	••	••		••	••	•••		
tétraconazole	125	•	•		••	••	••	•							
triadiménol	125				•	•••	•	•							
prothioconazole	200	••		•••	•••	••	••	•••	••	•••	•••	••	••	•••	•••

Source : Arvalis-Institut du végétal, Lutte contre les maladies des céréales, 2012.

Activité : •••• excellente ••• bonne •• moyenne • faible vide : insuffisante ou absence d'information.

## ➤ Sensibilité des populations pathogènes

Quand une maladie fongique se déclare, elle est la résultante d'une infection provoquée par des spores différentes, ou **souches**, d'un même champignon.

On appelle cet ensemble, une **population**.

À l'instar de la population humaine, chacune de ces spores présente des caractéristiques intrinsèques, un patrimoine génétique propre.

Ces spores, peuvent être de manière naturelle plus ou moins sensibles à certains stress, au rayonnement ultraviolet pour les unes, à des températures élevées pour d'autres, à une hygrométrie élevée pour les suivantes, à la sécheresse...

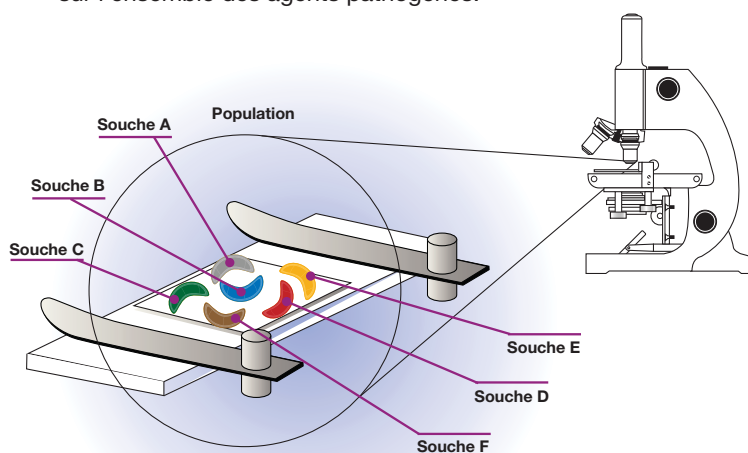
De même, certaines spores pourront être plus ou moins sensibles **naturellement** à l'action d'un fongicide unisite. On dit communément qu'elles sont moins sensibles ou résistantes.

Des traitements successifs d'un même fongicide appliqués de manière systématique année après année aboutiront à une sélection naturelle de spores moins sensibles à ce produit.

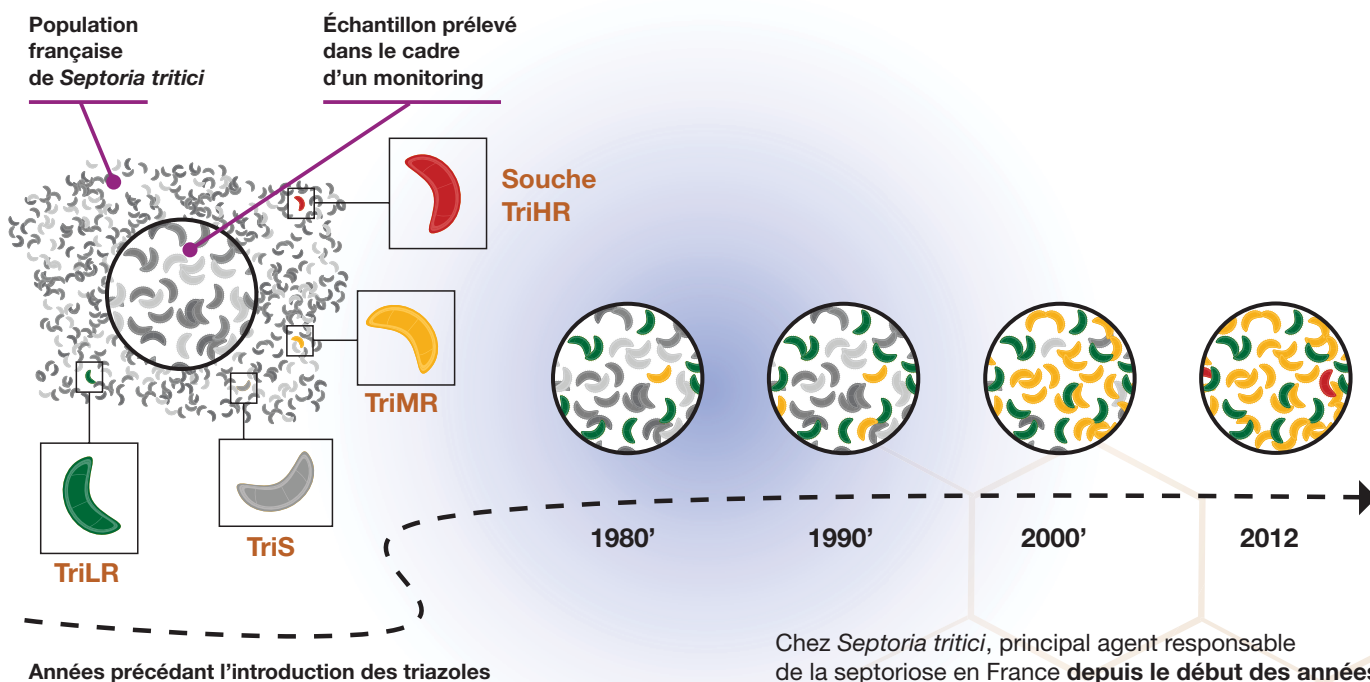
En effet, ces spores en très petit nombre dans la nature au départ, non détectables dans la parcelle, **se développeront après élimination des plus sensibles par un jeu naturel de**

**croisements génétiques au fur et à mesure des applications successives** de ce produit.

Depuis près de quarante ans, les fongicides utilisés pour la protection des céréales ont exercé une pression de sélection sur l'ensemble des agents pathogènes.



Population : ensemble de souches au patrimoine génétique différent



Chez *Septoria tritici*, principal agent responsable de la septoriose en France **depuis le début des années 1990, ce phénomène s'est traduit par la sélection de souches moins sensibles aux fongicides, et notamment aux triazoles.**



## > Un suivi rigoureux des souches de champignons

Chaque année, BASF conduit des études que l'on appelle « monitorings », destinées à suivre la sensibilité aux substances actives des principaux agents pathogènes des céréales prélevés dans les champs.

Ce suivi est primordial, il permet de comprendre l'évolution de leurs populations et d'évaluer le plus précisément possible, le risque de sélection ou d'extension de résistances.

**L'objectif final est de définir des stratégies les plus adaptées de gestion des résistances, spécifiques à chaque mode d'action fongicide.**

## > Les mécanismes de résistance en jeu

Les nouvelles générations de fongicides ont des **modes d'action unisites**, c'est-à-dire qu'au sein des cellules des champignons, la substance active agit sur une seule enzyme ou une seule voie métabolique. On parle alors de « site d'action », de « protéine-cible », ou plus simplement de « cible ».

**Les mécanismes de résistance liés à ces fongicides sont multiples. Ils peuvent impliquer :**

- la sélection de mutations ponctuelles au niveau de la protéine-cible,
- la surexpression de cette protéine-cible,
- des processus de détoxification,
- l'excrétion de la substance active en dehors de la cellule (efflux) par la surexpression de protéines de transport. Ce mécanisme non spécifique d'une famille chimique, est rencontré chez les souches de type « multidrug-résistant » ou « MDR ».

**L'évolution de la sensibilité aux fongicides des champignons phytopathogènes repose essentiellement sur l'altération du site d'action du fongicide suite à la sélection de mutations.**

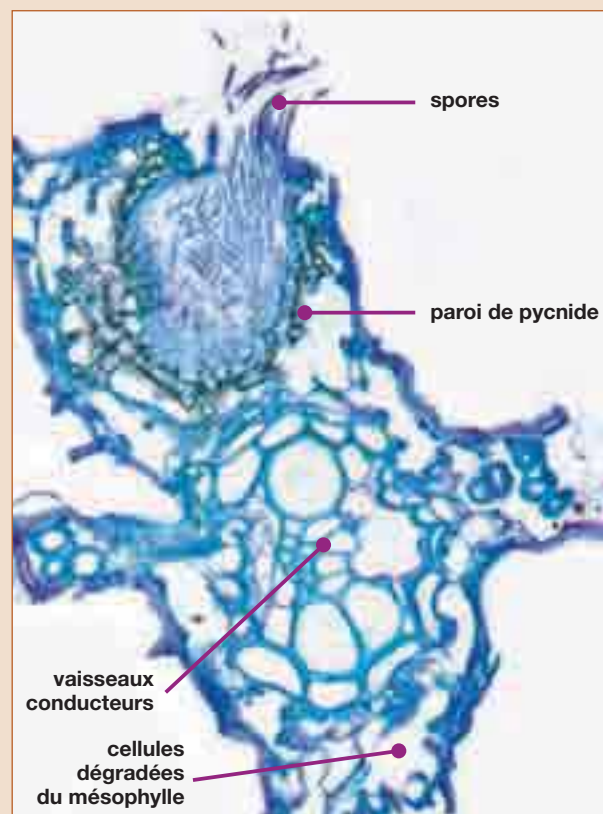
En prenant l'exemple de *Septoria tritici*, l'évolution peut être brutale et rapide (résultant d'une mutation unique au niveau d'un gène, cas des strobilurines), ou plus progressive (résistance souvent de type polyallélique, cas des triazoles).

## > Le risque de résistance des champignons

Le risque de sélection ou d'extension d'une résistance à un fongicide dépend :

- de son mode d'action et des modes d'action complémentaires disponibles pour l'usage concerné,
- de son utilisation,
- du type de résistance sélectionné (inconnu lors du lancement),
- de l'évolution des populations du champignon portant cette résistance.

### Sporulation de *Septoria tritici*



Développement de *Septoria tritici* à l'intérieur d'une feuille de blé 18 jours après infection : coupe longitudinale d'une feuille infectée préalablement colorée au bleu de toluidine (Échelle : 100 µm). Crédit: A. Cousin- Université Paris-Sud.

## > Tests biologiques et évolution des souches de Septoriose en France

L'Unité de recherche Bioger-CPP<sup>(1)</sup> de l'INRA a développé un test biologique pour caractériser les souches de *Septoria tritici* en fonction de leur sensibilité à divers triazoles : il s'agit de caractérisations « phénotypiques » (TriR-types = Résistance aux triazoles).

Les tests biologiques permettent d'observer l'évolution des fréquences de souches de *Septoria tritici* au sein de chaque groupe phénotypique **en fonction de leur niveau de sensibilité : sensibles (TriS), légèrement résistants (TriLR), moyennement résistants (TriMR) et hautement résistants (TriHR).**

### Pas d'évolution significative en 2012

Comme en 2010 et 2011, plus de 97 % des populations de *Septoria tritici* se situent en 2012, dans les groupes phénotypiques [TriMR] et [TriLR].

Quelques rares isolats qualifiés de [TriHR] (< 3 % de phénotypes émergents MDR) montrent une sensibilité moins élevée en laboratoire.

### Structure des populations françaises de *S. tritici* en termes de phénotypes.

Fréquence moyenne de chaque phénotype. Analyses réalisées par BIOGER-CPP à partir d'échantillons prélevés lors du monitoring par les responsables d'expérimentation BASF (70 en 2010, 78 en 2011 et 120 en 2012).

Classes phénotypiques	Phénotypes	% dans les populations 2010	% dans les populations 2011	% dans les populations 2012
TriS	TriS	0.0	0.0	0.0
TriLR	TriR1, -R2, -R3, -R4 et -R5	12.4	7.5	9.2
TriMR	TriR6, -R7 et -R8	80.5	84.9	79.8
	Phénotypes émergents non MDR*	5.4	5.9	8.4
TriHR	Phénotypes émergents MDR**	1.7	1.7	2.6

97%

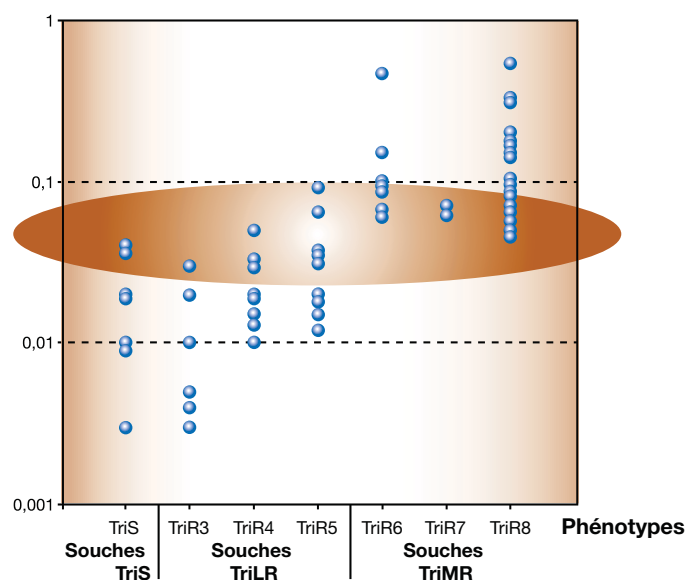
\* TriR5+, -R8+, -R9, -R10, -R11 et -R12. \*\* MDR6, MDR7 et MDR10.

## > Sans doute plusieurs mécanismes de résistance impliqués

Des tests biologiques complémentaires réalisés à partir de souches de *Septoria tritici* prélevées dans la nature montrent que des souches de types légèrement résistant (TriLR) et moyennement résistant aux triazoles (TriMR) peuvent avoir les mêmes niveaux de sensibilité à l'époxiconazole que certaines souches sensibles (TriS).

L'information donnée par les fréquences de groupes phénotypiques (TriS, TriLR, TriMR et TriHR) ne reflète pas totalement la sensibilité moyenne des populations naturelles de *Septoria tritici*.

### ED<sub>50</sub> Epoxiconazole (mg/l)



Tests de sensibilité à l'époxiconazole de plusieurs souches de *Septoria tritici*

(tests réalisés en plaques de microtitration. D'après Stammler, 2010).



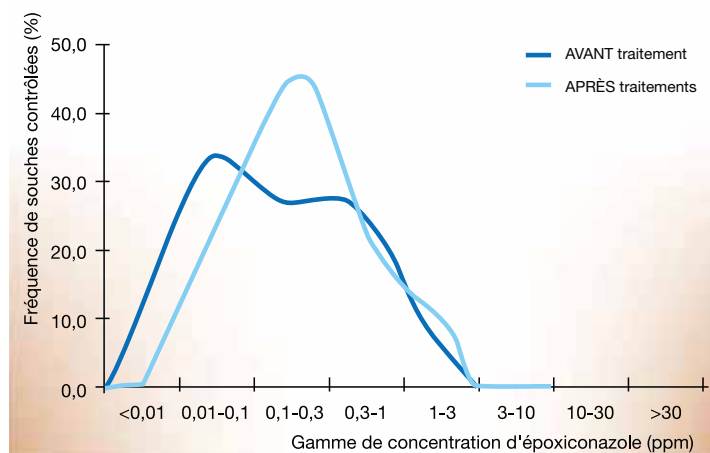
## > Une nouvelle méthodologie d'analyse

BASF, en partenariat avec le laboratoire Conidia, a développé une nouvelle méthode d'analyse de la sensibilité des populations de *Septoria tritici* aux différentes molécules fongicides utilisées dans sa lutte.

Il s'agit d'une méthode quantitative basée sur la croissance des tubes germinatifs de spores déposées sur un milieu de culture contenant des doses croissantes de fongicides.

De multiples photographies de chacune des conditions envisagées sont ensuite prises avant d'être décryptées et interprétées grâce à un **logiciel novateur d'analyse automatisée d'images**.

Cette méthodologie permet de travailler sur un très grand nombre de spores par échantillon. On obtient ainsi pour un échantillon donné, le profil général de la population naturelle de *Septoria tritici*.



Ce même échantillon a également été envoyé au laboratoire INRA BIOGER-CPP afin d'être caractérisé phénotypiquement :

Classes phénotypiques	Phénotypes	% AVANT traitement	% APRES traitements
TriS	TriS	0	0
TriLR	TriR1, -R2, -R3, -R4 et -R5	5	15
TriMR	TriR6, -R7 et -R8	93	45
	Phénotypes émergents non MDR*	2	40
TriHR	Phénotypes émergents MDR**	0	0

A la lecture conjointe de ces résultats, il apparaît que 40 % de souches émergentes ne modifient pas de façon significative la sensibilité globale de la population de *Septoria tritici* à l'époxiconazole.

\* TriR5+, -R8+, -R9, -R10, -R11 et -R12. \*\* MDR6, MDR7 et MDR10.

Des paramètres autres que la sensibilité aux triazoles régissent l'efficacité des molécules en conditions pratiques : pour survivre, un champignon pathogène est en constante interaction avec son environnement (plante, complexe parasitaire, climat, etc.). Le placer dans un contexte artificiel de laboratoire, c'est n'obtenir que des réponses partielles aux questions pratiques que nous nous posons ! **C'est pourquoi, la complémentarité des expertises est essentielle.**

## > Intérêt d'associer plusieurs triazoles et imidazole

**Impacts de différentes mutations sur l'activité de plusieurs triazoles en conditions de laboratoire** (tests en plaques de microtitration).

- La mesure de l'efficacité des fongicides au laboratoire montre que **les souches de *Septoria tritici*** (classes phénotypiques TriLR, TriMR et souches émergentes) **ne réagissent pas toutes de la même manière à un triazole donné.**
- L'époxiconazole, le metconazole et le prochloraz présentent des activités très complémentaires.

Phénotypes	époxiconazole	prochloraz	metconazole	triazole 1	triazole 2
Souches représentatives TriLR	Sensibilité	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée
	Sensibilité	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée
	Sensibilité	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée
Souches représentatives TriMR	Sensibilité	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée
	Sensibilité	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée
	Sensibilité	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée
Souches représentatives des souches émergentes	Sensibilité	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée
	Sensibilité	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée
	Sensibilité	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée	Sensibilité modérée

Pour limiter la sélection massive de certaines souches et renforcer l'efficacité des traitements, il est judicieux d'associer les triazoles entre eux, comme c'est le cas avec l'époxiconazole et le metconazole, dans Osiris® Win.

# 3 PERFORMANCE DES DIFFÉRENTS TRIAZOLES AUJOURD'HUI



## > Hiérarchie des triazoles sur septoriose : en serre

L'évolution des souches de *Septoria tritici* sur le territoire français a-t-elle une incidence sur l'efficacité des triazoles ?

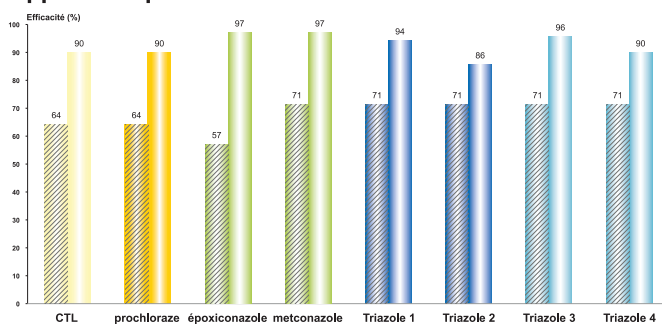
Pour le savoir, un dispositif expérimental sous serre a été mis en place avec contamination des plants de blé avec 3 souches :

TriLR, TriMR émergente, à fond génétique TriR6.

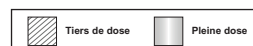
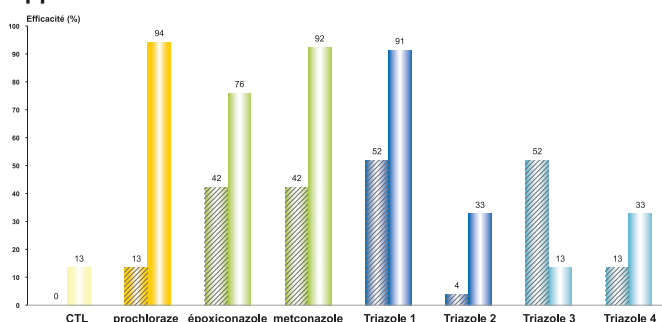
L'efficacité de plusieurs triazoles représentatifs du marché, du prochloraze et du chlorothalonil, a été mesurée en fonction de 2 doses d'application (pleine dose et tiers de dose) et de leur positionnement vis-à-vis du cycle de développement de la maladie (en préventif, 1 jour avant l'inoculation - en curatif, 4 jours après l'inoculation).

### Efficacité sur souche de *Septoria tritici* TriLR

#### Application préventive



#### Application curative

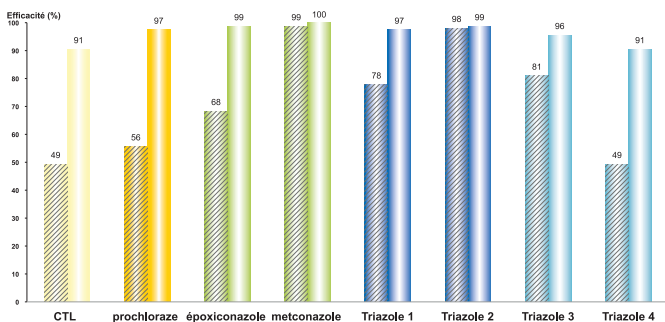


#### Sur souche de *Septoria tritici* TriLR (légèrement résistantes) on constate :

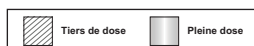
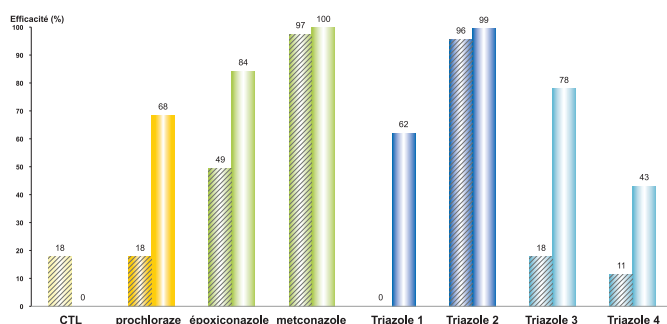
- En préventif, un très bon comportement de l'ensemble des triazoles et du chlorothalonil.
- En curatif, seul le prochloraze, l'époxiconazole, le metconazole et le triazole 1 apportent encore de l'efficacité à dose N.
- Une faible efficacité des triazoles 2, 3 et 4 en curatif.

## Efficacité sur souche de *Septoria tritici* TriMR émergente

### Application préventive



### Application curative

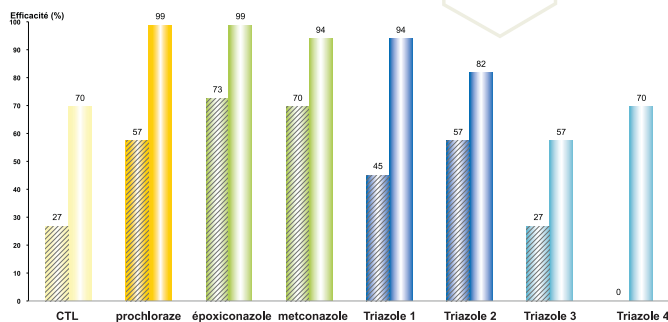


### Sur souche de *Septoria tritici* TriMR émergente (moyennement résistante) on constate :

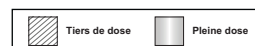
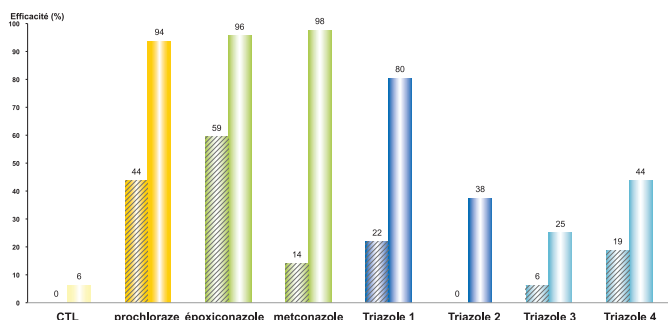
- En préventif, un très bon comportement de l'ensemble des triazoles, du prochloraze et du chlorothalonil à dose N.
- Sur cette souche, le metconazole et le triazole 2 semblent particulièrement efficaces.
- L'efficacité en curatif sur cette souche, semble affectée pour le triazole 1 et le prochloraze et dans une moindre mesure pour l'époxiconazole.

## Efficacité sur souche de *Septoria tritici* à fond génétique TriR6

### Application préventive



### Application curative



### Sur souche de *Septoria tritici* à fond génétique TriR6 on constate :

- Un très bon comportement à dose N de l'époxiconazole, du metconazole, du prochloraze et du triazole 1, en situation préventive et curative.
- Une meilleure souplesse de dose pour l'époxiconazole et le prochloraze sur cette souche.
- Une faible efficacité des triazoles 2, 3 et 4 en particulier en situation curative.
- Le chlorothalonil est très inférieur au prochloraze en situation préventive.

## Efficacité contre la septoriose : toutes les substances actives ne se valent pas

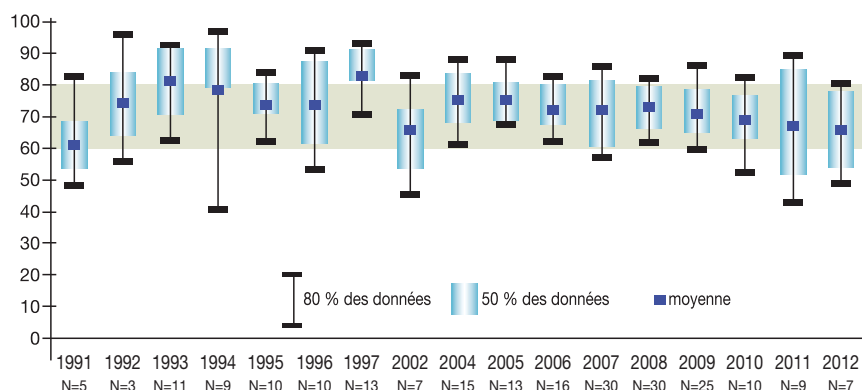
En conclusion de cette étude en serre :

- **3 triazoles performantes** : époxiconazole, metconazole, triazole 1.
- **Prochloraze** : intérêt en curatif et aussi en préventif.
- **Peu de souplesse de dose et de positionnement sur les souches étudiées.**
- **L'efficacité du chlorothalonil n'est pas identique sur toutes les souches.**



## > Suivi de l'efficacité de l'époxiconazole au champ

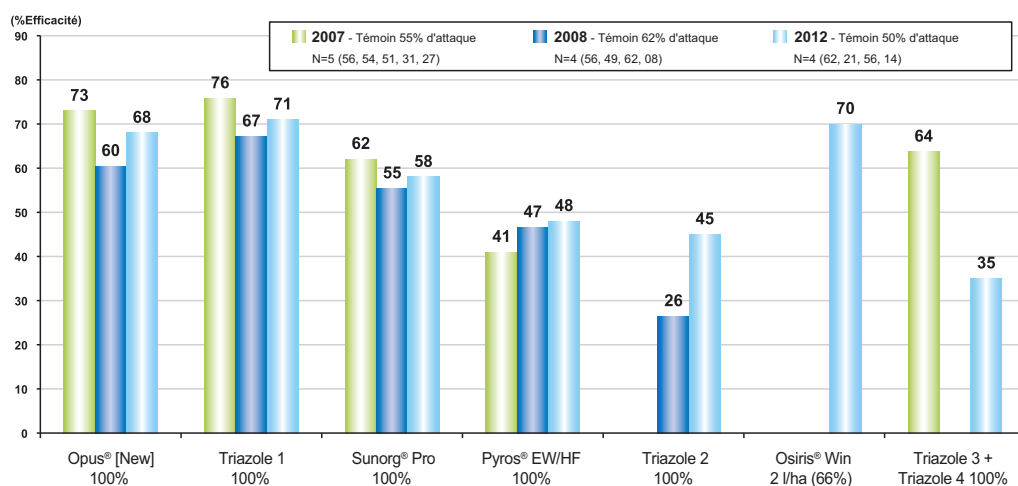
Efficacité septoriose de 1991 à 2012 (époxiconazole 125 g/ha)



Malgré l'évolution des souches de *Septoria tritici* ces 20 dernières années, l'efficacité d'Opus® au champ est toujours comprise entre 60 et 80 %, fourchette d'efficacité liée à la pression de la maladie et au positionnement du traitement.

## > Évolution de l'efficacité des principaux IDM (triazoles et imidazoles)

Efficacité sur septoriose



L'association triazole 3 et triazole 4 semble particulièrement affectée par l'évolution des souches entre 2007 et 2012, inversement l'efficacité du triazole 2 semble s'améliorer dans le contexte des populations de *Septoria tritici* en 2012.

La performance au champ des triazoles les plus efficaces (époxiconazole, metconazole notamment) reste stable depuis 2007.

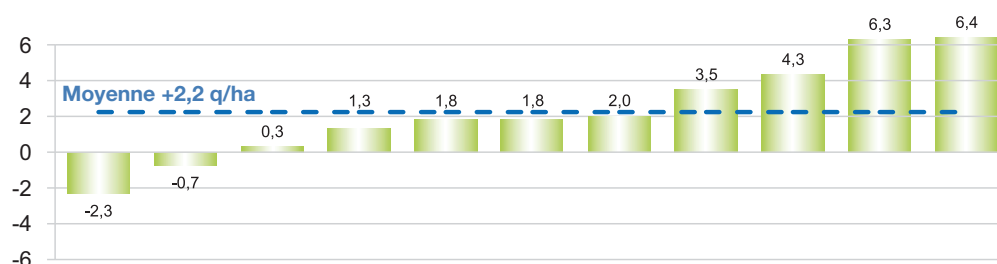
Le prochloraze apparaît comme un IDM robuste malgré l'évolution des souches.

## Est-ce que l'apport d'un partenaire comme le prochloraze ou le chlorothalonil, modifie la hiérarchie des triazoles ?

### > Les associations triazoles + chlorothalonil

**Bénéfice rendement Sunorg® pro 0,75 + CTL 0,75 (375 g CTL) comparé à triazole 3 + triazole 4 + CTL (0,7N = 525 g CTL)**

N=11 essais 2012 / Application en T1 (BBCH 31-32) d'un programme



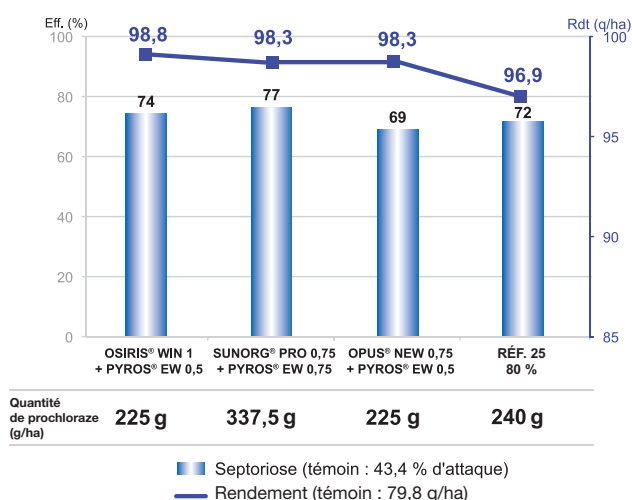
En association avec le chlorothalonil, le metconazole est supérieur à l'association triazole 3 + triazole 4.

L'apport de chlorothalonil (même à plus forte dose) ne compense pas les limites d'efficacité des triazoles.

### > Les associations triazoles + prochloraze

**Efficacité sur septoriose et rendement**

N=2 essais 2012 [Dpt 14, 56] – Application BBCH 31-32 en T1 d'un programme



- Comme dans le cas du chlorothalonil, l'apport d'efficacité du prochloraze ne compense pas les limites d'efficacité des triazoles.
- Associé au prochloraze, l'époxiconazole est supérieur au triazole 3.
- L'association époxiconazole + metconazole est supérieure à l'époxiconazole seul.

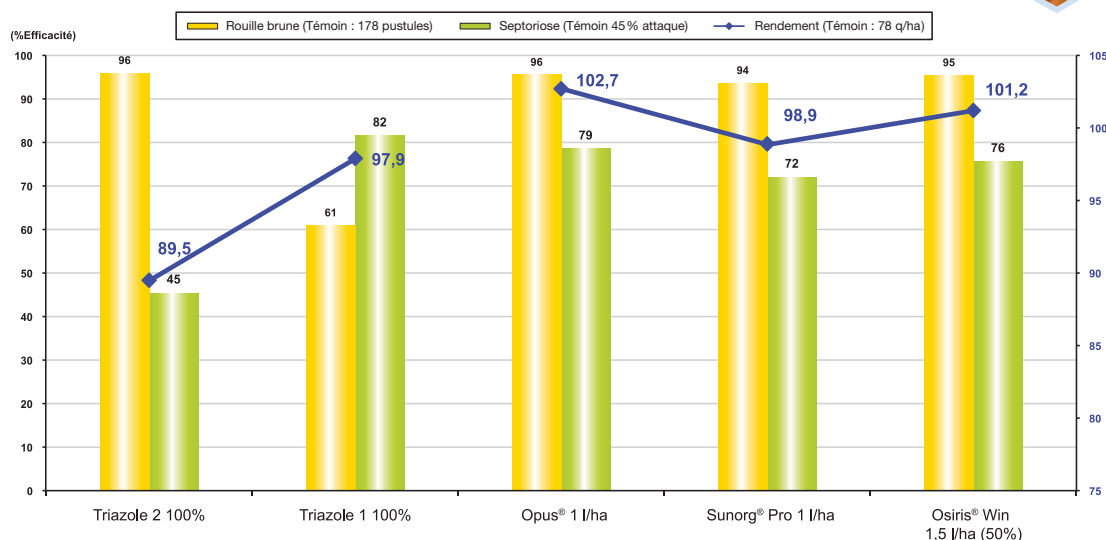
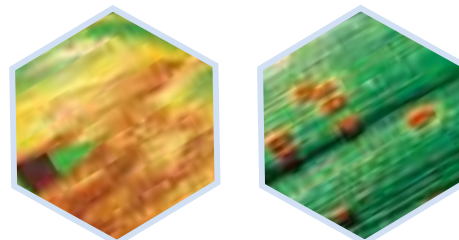
**Le choix du ou des triazoles dans la performance fongicide est déterminant.**

# PERFORMANCE DES DIFFÉRENTS TRIAZOLES AUJOURD'HUI

## > Performance des triazoles dans un contexte «septoriose - rouilles»

### Efficacité septoriose, rouille brune et rendement

N=2 essais 2012 Simple et double application



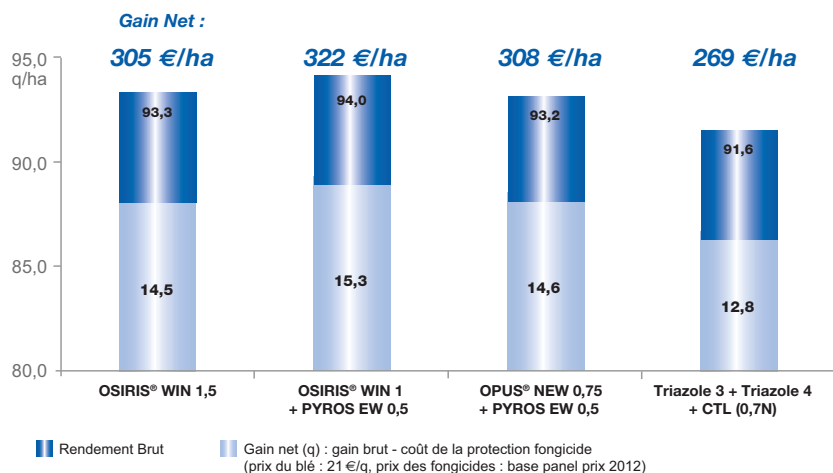
En situation mixte « septoriose-rouilles », l'époxiconazole reste le triazole de référence incontesté. Il est suivi du metconazole.

L'association de ces 2 triazoles fait d'Osiris® Win, dès la demi dose le nouveau standard triazole pour contrôler la septoriose et les rouilles.

## > Bénéfices technico-économiques des triazoles

### Rentabilité comparée de solutions à base de triazoles

N=4 essais - Application en T1 d'un programme (situations septoriose)



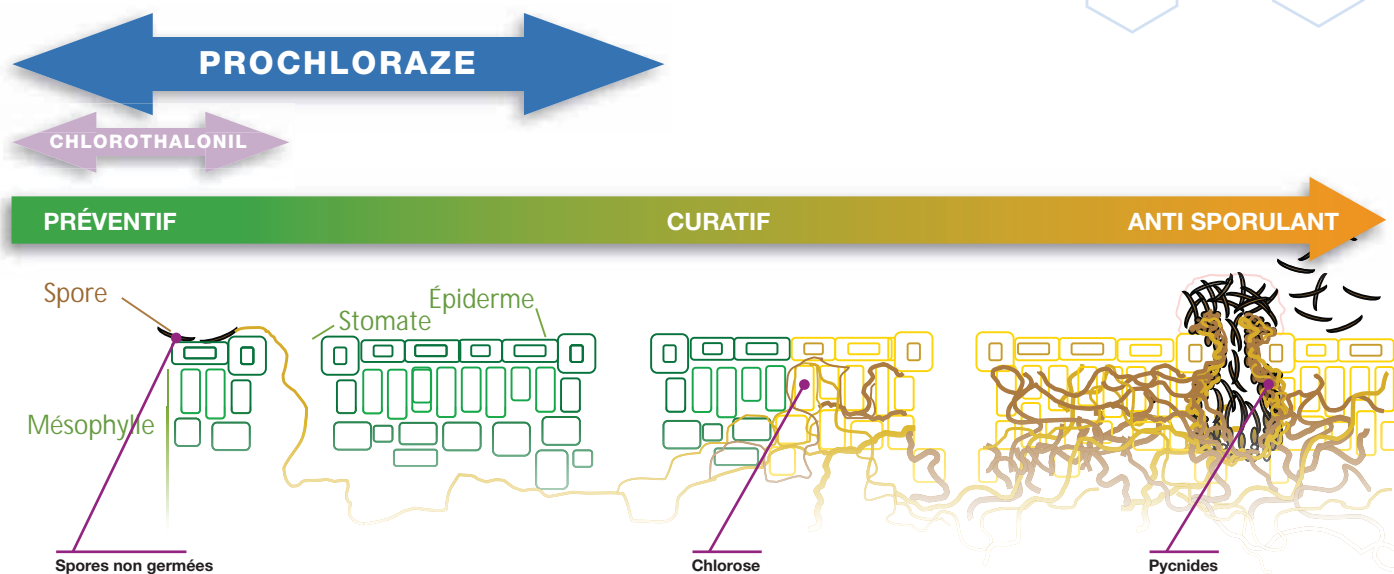
Les solutions Osiris® Win seules ou associées bénéficient d'un excellent rapport technico-économique, supérieur aux références triazoles actuelles, Opus® New ou association triazoles + chlorothalonil.



# 4

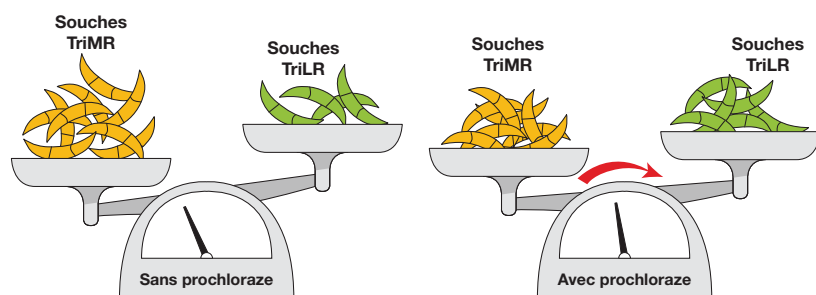
## L'INTÉRÊT TOUT PARTICULIER DU PROCHLORAZE

### > Actions comparées du prochloraze et du chlorothalonil sur le cycle de développement de *Septoria tritici*



#### Le prochloraze, un IDM avec une action originale

Bien que le prochloraze partage la même protéine-cible que les triazoles (CYP51), il a tendance, contrairement à eux, à diminuer les fréquences des souches moyennement résistantes aux triazoles (TriMR) au profit de souches plus sensibles (TriLR). C'est à ce jour, la seule molécule qui apporte ce type de bénéfice.



Avec le prochloraze, contre-sélection des souches TriMR au profit de souches TriLR

De nouvelles technologies qui combinent modélisation des protéines en 3D, biologie structurale et reconnaissance moléculaire, suggèrent un mode de fixation du prochloraze à sa cible différent de celui des triazoles.

**Le prochloraze stabiliserait l'impact des mutations I381V et A379G + I381V.**

**Il s'agit d'une découverte importante car ces mutations, seules ou combinées, se trouvent chez les souches de *Septoria tritici* les plus fréquentes en France (TriMR).**

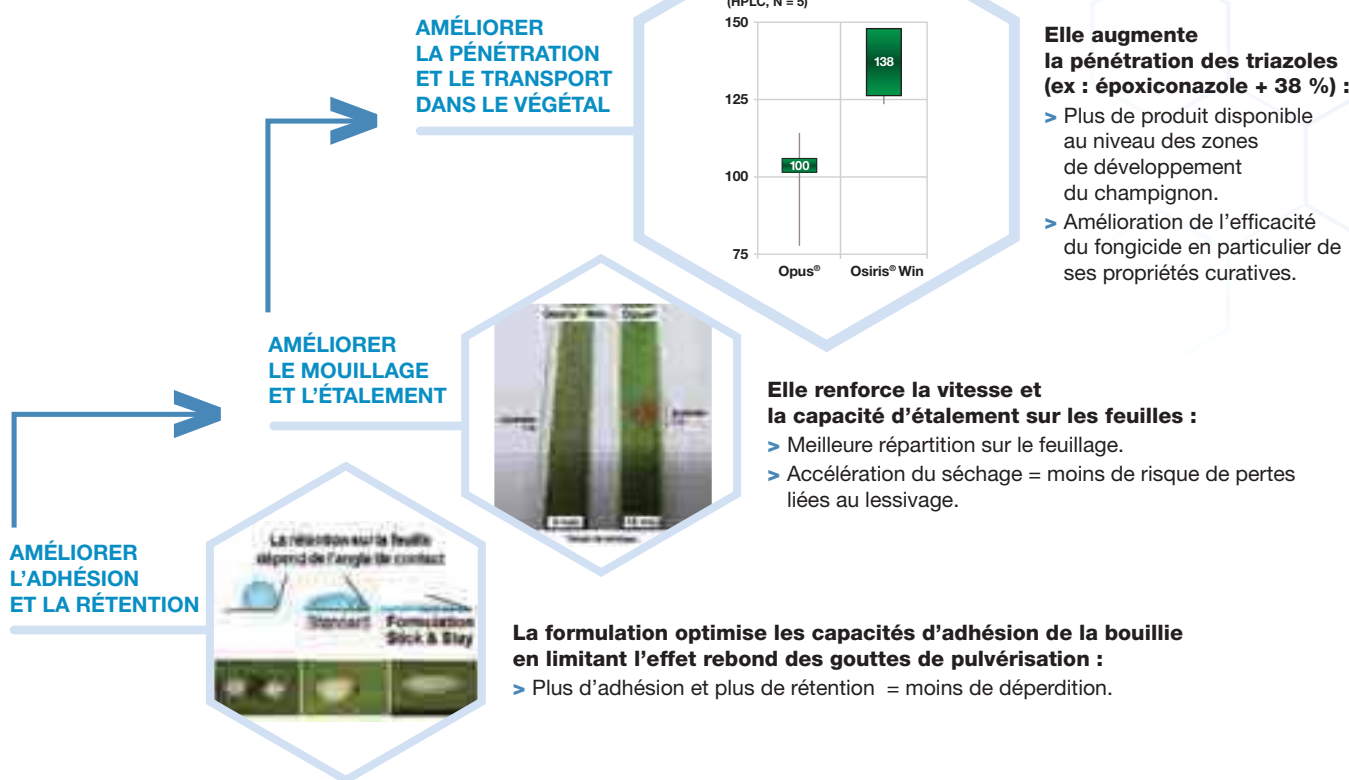
# 5 LES FORMULATIONS PARTICIPENT À LA PERFORMANCE DES TRIAZOLES

## ➤ Comment les formulations «Stick & Stay» renforcent la performance des triazoles

On a longtemps considéré que seuls la concentration et le type de substances actives apportées étaient responsables de l'efficacité des fongicides, en particulier des triazoles.

Bien que l'efficacité biologique soit liée aux triazoles mis en oeuvre, ce serait un peu vite oublier la contribution de la formulation à la biodisponibilité et à l'efficacité de ces matières actives.

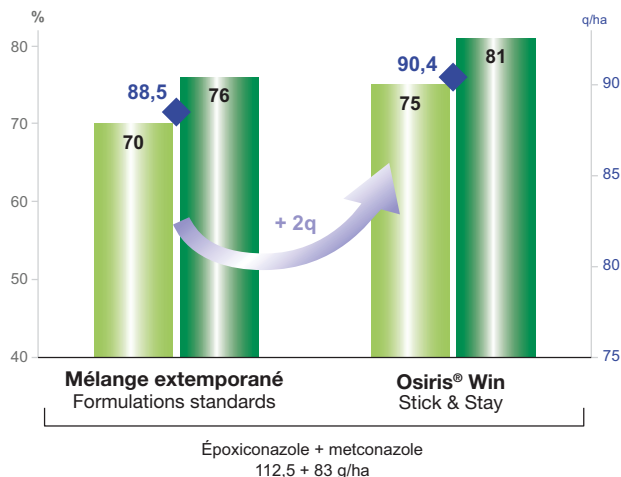
Parmi toutes les étapes qui permettent d'optimiser cette biodisponibilité, voici détaillées au travers d'Osiris® Win, les nouvelles propriétés apportées par les formulations «Stick & Stay».



## ➤ Les bénéfices apportés par la formulation «Stick and Stay»

### Efficacité sur septoriose et rendement

N=4 essais - Double application



- F3 - T+3 sem. (Témoin : 42 % attaque)
- F1/F2 - finale (Témoin : 80% aat.)
- ◆ Rendement (Témoin : 52,3 q/ha)

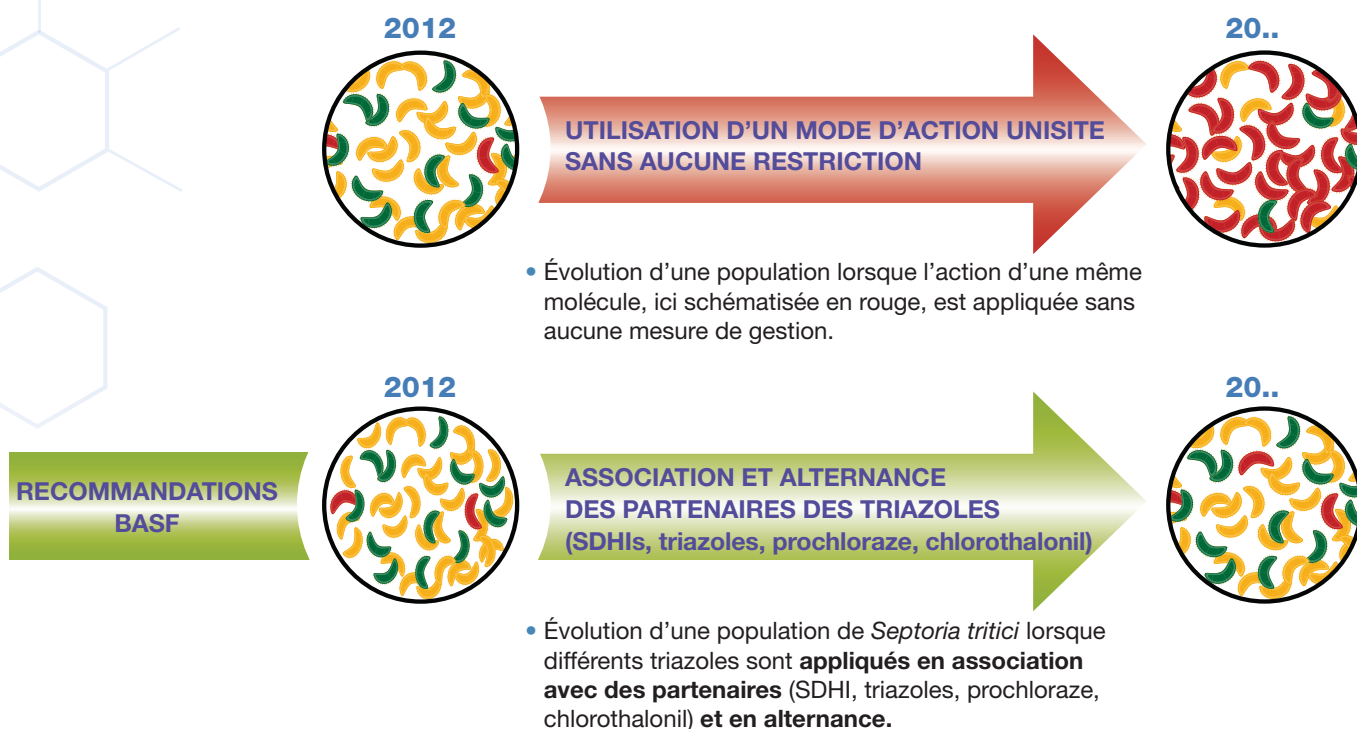
### Comparaison entre Osiris® Win et Opus® + Sunorg® Pro :

- 5 % d'efficacité supplémentaire sur septoriose.
- Près de 2 quintaux en plus.

**À grammage équivalent de substances actives les formulations «Stick & Stay» permettent d'accroître la performance fongicide des triazoles.**

## > Pourquoi associer les triazoles

Évolution d'une population de *Septoria tritici* en fonction de la pression de sélection exercée par les différentes molécules, année après année.



( Diversifier les molécules permet de ne pas sélectionner massivement certaines souches de *Septoria tritici* (les spores rouge sur l'infographie par exemple). )

## > Comment gérer les modes d'actions des fongicides céréales

On sait que n'importe quelle molécule fongicide, nouvellement introduite sur le marché, sera confrontée un jour ou l'autre, au développement de résistances.

( Pour maintenir une efficacité optimale de la lutte chimique dans l'espace et dans le temps, il est essentiel de définir une stratégie « de gestion des modes d'action fongicides » et de la respecter. )

Cet engagement doit être l'affaire de tous : des sociétés phytopharmaceutiques, des autorités en charge de l'homologation, des prescripteurs, des distributeurs et des agriculteurs.

Elle doit pour cela être claire, facilement applicable et utilisée à l'échelle la plus large possible.



# ENJEUX DE LA GESTION DES MODES D'ACTION EN FONGICIDES CÉRÉALES

## > L'expertise de BASF

**BASF Agro a développé une grande expertise en matière de gestion des modes d'action fongicides avec :**

- Le développement d'outils de modélisation informatique pour comprendre les interactions entre les molécules fongicides et leur site d'action.
- La conduite de monitorings afin de suivre l'évolution de la sensibilité des populations d'agents pathogènes à ses molécules.

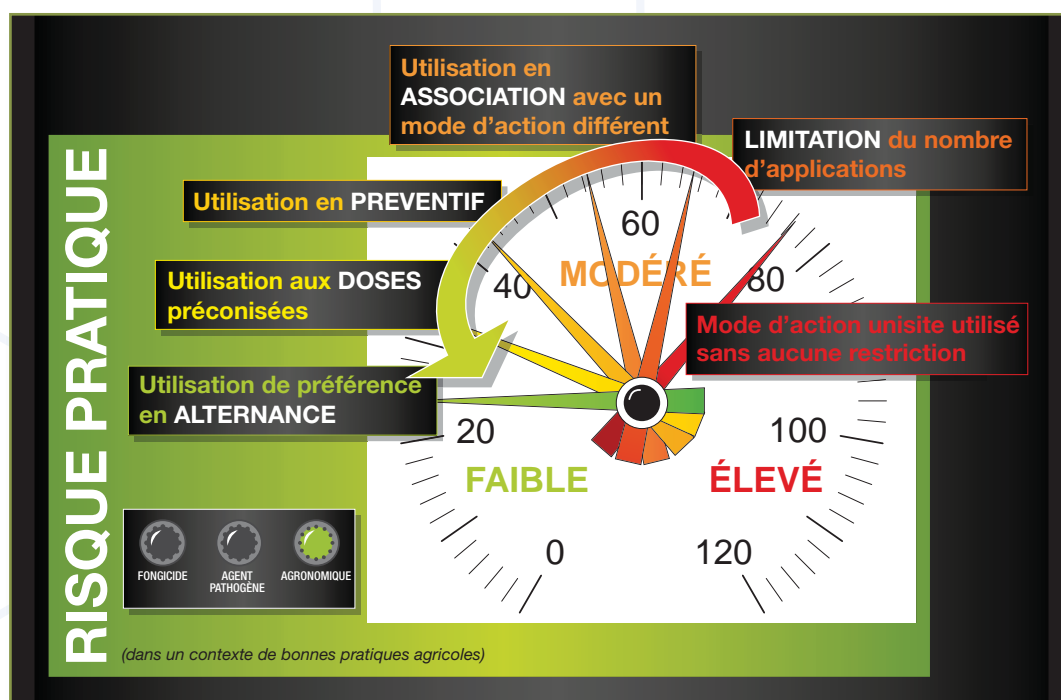
En 2012, la sensibilité moyenne des populations de *Septoria tritici* aux fongicides n'a pas évolué de façon significative par rapport aux deux années précédentes. Ce qui montre que nous avons les moyens d'agir et que la mise en application des recommandations est efficace.

### Gestion des modes d'action fongicides, recommandations de BASF

Pour maintenir un contrôle efficace de la septoriose et une gestion optimisée de la résistance, il est important de :

1. Maintenir la **DIVERSITÉ** des triazoles et des modes d'action.
2. Utiliser les triazoles, et de façon générale les molécules, **LES PLUS EFFICACES**.
3. **ASSOCIER** et **ALTERNER** les partenaires des triazoles (SDHIs, triazoles, prochloraze, chlorothalonil).
4. Utiliser les produits de manière **PREVENTIVE**, aux **DOSES RECOMMANDÉES**.
5. Mettre en place les **PRATIQUES CULTURALES** qui permettent de réduire le risque « agent pathogène », notamment en limitant l'inoculum primaire (rotation, labour, date de semis, gestion des repousses de céréales dans l'interculture, etc.) ou la progression de la maladie (densité, azote).

## > Stratégies à mettre en place pour une gestion optimisée des modes d'action fongicides sur céréales



### > Les triazoles, un pilier de la protection fongicide des céréales

- Malgré l'évolution des souches de *Septoria tritici* résistantes aux triazoles, l'epoxiconazole et le metconazole restent efficaces, alors que l'efficacité de certains triazoles moins performants est affectée (en serre comme au champ).
- Le prochloraze a un comportement différent des triazoles, il est particulièrement efficace sur les souches dominantes TriMR (moyennement résistantes aux triazoles).
- Sur certaines souches émergentes, le metconazole présente une efficacité particulièrement intéressante.
- Associer entre eux, les triazoles les plus efficaces, renforce l'efficacité du traitement et limite la sélection massive de certaines souches.
- L'apport de chlorothalonil ne compense pas les limites d'efficacité des triazoles. Il constituera un partenaire d'autant plus intéressant qu'il sera associé aux triazoles les plus efficaces.
- L'alternance des triazoles ne doit pas se faire au détriment de l'efficacité, le choix des plus efficaces est déterminant dans la performance fongicide.
- En tendance pour contrôler les souches de *Septoria tritici* les plus résistantes, il sera nécessaire d'apporter des doses de triazoles suffisantes.



**Dans la construction  
des programmes fongicides,  
il est indispensable de retenir  
les meilleurs triazoles.**

## Marques déposées BASF

**Opus®** - Autorisation de vente n°9200018.  
Composition : 125 g/L d'époxiconazole.  
Classement : Attention, H315 - H332 - H351 - H361fd - H400 - H410.

**Opus® New** - Autorisation de vente n°2100182  
Composition 83,3 g/l d'époxiconazole.  
Classement : Attention, H319 - H315 - H332 - H351 - H361fd - H400 - H410

**Osiris® Win** - Autorisation de vente : n°2090092.  
Composition : 37,5 g/L d'époxiconazole + 27,5 g/L de metconazole.  
Classement : Attention, H317 - H351 - H361fd - H400 - H411

**Pyros® EW** - Autorisation de vente n° 9300305  
Composition : 450 g/l prochloraze  
Classement : Attention, H373 - H400 - H410

**Sunorg® Pro** - Autorisation de vente n°201280  
Composition : 90g/l metconazole  
Classement : Attention, H319 - H373 - H335 - H361fd - H411

«Usages, doses, conditions et restrictions d'emploi : consulter [www.agro-basf.fr](http://www.agro-basf.fr)»

674FCEFGES1012R - Novembre / 2012 - annule et remplace toute version précédente. Il appartient à l'utilisateur de ce(s) produit(s) de s'assurer avant toute application auprès de BASF au n° Azur BASF Agro 0 810 02 30 33 qu'il dispose bien des dernières informations mises à jour.


Avant toute utilisation des spécialités phytosanitaires citées s'assurer de son adéquation avec la filière de production et avec les recommandations officielles régionales.

## 10 gestes responsables et professionnels de la pulvérisation




### AVANT L'APPLICATION

-  **1** ▶ Stocker les produits dans un local phytosanitaire conforme et fermé à clé.
-  **2** ▶ Bien lire l'étiquette et les précautions d'emploi avant utilisation.
-  **3** ▶ Se protéger efficacement (gants, lunettes, masque, combinaison, bottes).
-  **4** ▶ Vérifier régulièrement et maintenir le bon état et le réglage du matériel d'application.
-  **5** ▶ Surveiller le remplissage de la cuve du pulvérisateur et ajuster le volume de bouillie (clapet anti-retour, dispositif de surverse).
-  **6** ▶ Rincer les emballages trois fois, vider l'eau de rinçage dans la cuve, ou utiliser l'incorporeur.

### PENDANT L'APPLICATION





-  **7** ▶ Ne pas traiter les cours d'eau et fossés en eau. Appliquer la bouillie dans les cultures par temps calme, sans vent fort pour éviter toute dérive de pulvérisation vers les fossés, cours d'eau, chemins, abords de ferme ou bâtiments.

### APRÈS L'APPLICATION

-  **8** ▶ Appliquer après dilution les fonds de cuve et les eaux de rinçage sur la parcelle.
-  **9** ▶ Nettoyer les équipements de protection. Se laver les mains. Prendre une douche.
-  **10** ▶ Recycler les emballages dans le cadre des collectes **ADIVALOR**. Prévenir les pollutions ponctuelles : traitement des effluents phytosanitaires, BASF Agro recommande Osmofilm®.

® Marque déposée Sté PANTEK France

### CONTACTS UTILES

Informations techniques FDS	BASF Agro	 N°Azur 0 810 02 30 33 ou <a href="http://www.agro.basf.fr">www.agro.basf.fr</a>
Une question de santé	MSA	  N°Vert 0 800 887 887 <small>APPEL GRATUIT D'UN POSTE FIXE</small>
En cas d'urgence (incident ou accident)	BASF Agro	Service Sécurité 24h/24 : <b>01 49 64 57 33</b>
Collecte des emballages vides	ADIVALOR	 N°Azur 0 810 12 18 85 ou <a href="http://www.adivalor.fr">www.adivalor.fr</a>

## BASF Agro S.A.S.

21, chemin de la Sauvegarde  
69134 ECULLY Cedex  
Tél. : 04 72 32 45 45  
Fax : 04 78 34 28 86  
[www.agro.basf.fr](http://www.agro.basf.fr)

 **BASF**

The Chemical Company