

02

## Prospectives

# Quelle durabilité pour ces solutions ?

**Avec ces innovations, les herbicides de la famille des inhibiteurs de l'ALS pourront s'appliquer sur une culture supplémentaire. Leur utilisation répétée dans les rotations pourrait augmenter le risque de développement d'adventices résistantes. Principe et état des lieux.**



© F. Duroueix, Cetiom

**L**es imidazolinones et les sulfonyleurées ont le même site d'action: ils bloquent l'activité de l'acéto-lactate synthase (ALS). Cette enzyme est responsable de la synthèse de certains acides aminés (constituants de base des protéines) nécessai-

res au développement des plantes.

Certaines légumineuses possèdent naturellement des résistances à ces herbicides. Ces résistances peuvent également être induites par différentes mutations du gène codant pour l'enzyme-cible de l'herbicide.

Les résistances aux imidazolinones (Clearfield - BASF) ou aux sulfonyleurées (ExpressSun - DuPont/Pioneer Semences) exploitées dans les variétés de tournesol ne sont pas issues d'OGM. La résistance développée par Pioneer Semences est

issue d'une mutation induite sur une lignée. Celle développée par BASF est issue de mutations qui sont apparues spontanément chez des formes sauvages de tournesols adventices aux États-Unis. Ces caractères sont ensuite introduits par une succession de

▲ **Une mutation débouchant sur une résistance touche une infime partie d'individus d'une large population à chaque génération.**

croisements dans les variétés cultivées.

**Quels sont les risques de sélection d'adventices résistantes ?**

Chez les adventices, deux types de mécanismes de résistance peuvent apparaître: la résistance par détoxification, c'est-à-dire que la plante dégrade la substance active, ou la résistance par mutation du gène codant pour l'enzyme cible de l'herbicide.

▶ **Un individu résistant par mutation de cible (ALS) peut apparaître au sein d'une population sensible avec la même fréquence, que l'herbicide correspondant soit appliqué ou non.**

Franck Duroueix  
duroueix@cetiom.fr

Martine Leflon  
leflon@cetiom.fr

CETIOM

Remerciements à :  
Jacques Gesquez (INRA Dijon),  
Ludovic Bonin (ARVALIS-Institut du végétal).

La fréquence d'apparition de plantes résistantes par l'un ou l'autre de ces mécanismes est faible, que l'herbicide soit utilisé ou non (*encadré 1*).

L'utilisation de l'herbicide n'est ensuite que le révélateur de cette résistance. Son emploi va sélectionner l'individu résistant qui se reproduit et se développe au cours du temps en population résistante. Pour cela, bien entendu, il faut que l'herbicide soit efficace sur l'espèce. Par exemple, une population de ray-grass résistants aux sulfonylurées ne pourrait pas se développer avec l'utilisation, même répétée, de l'amidosulfuron (Gratil), non efficace, au sens strict, sur les ray-grass.

La vitesse d'apparition de cette population et donc, le niveau croissant des échecs rencontrés, sont reliés à la fréquence d'emploi de l'herbicide.

Une utilisation systématique et annuelle, sur une même flore, d'herbicides ayant le même mode d'action, représente le risque le plus important d'acquisition de résistance.

### Une rotation des modes d'action à surveiller

La tolérance du tournesol aux sulfonylurées et aux imidazolinones procure une occasion supplémentaire d'utiliser des herbicides de la famille des inhibiteurs de l'ALS, dont font également partie les triazolpyrimidines (florasulam, métosulam...) et la propoxycarbazone (Attribut).

Leur utilisation répétée dans les rotations augmente la vitesse de sélection de populations d'adventices résistantes. La question se pose surtout pour la flore présente à la fois en blé et en tournesol (*tableau 1*), ou pour les adventices estivales dans les cas rares de rotations maïs/tournesol.

Le risque de développement de résistance par les adventices est évalué en prenant en compte l'utilisation ou non d'une substance active de la famille des inhibiteurs de l'ALS



© J. Charbonnaud, Cefiom

▲ En culture de tournesol, dans la lutte contre le ray-grass, l'utilisation de Mercantor Gold en prélevée est incontournable pour faciliter l'alternance des modes d'action sur cette flore dans la rotation.

### Les mutations à l'origine des résistances (*enc. 1*)

Les mutations au sein des plantes, et dans le monde vivant, sont courantes. Elles se produisent à chaque génération dans une infime partie d'individus. Ces mutations sont héréditaires et peuvent donc être transmises au fil des générations par la graine ou par le pollen. Elles concernent parfois des caractères importants comme une résistance à un herbicide.

Un individu résistant par mutation de cible (ALS) peut apparaître au sein d'une population sensible avec la même probabilité, que l'herbicide correspondant soit appliqué ou non. L'INRA évalue cette probabilité de 1 sur 1 million à 1 sur 1 milliard.

Selon la mutation, la plante possède une tolérance à l'une, à l'autre ou à ces deux familles d'herbicides que sont les sulfonylurées et les imidazolinones. De plus, dans quelques cas, certaines mutations ne confèrent la résistance qu'à une partie et non à l'ensemble des substances actives d'une même famille d'herbicides, en particulier dans la famille des sulfonylurées.



▲ La lutte agronomique, comme la pratique de faux semis, doit être prise en compte. Elle limite la pression de sélection par une même famille d'herbicides.

## Principales adventices susceptibles de développer des résistances en rotation blé/ tournesol (tab. 1)

	Risque de développement de résistance	Solutions agronomiques *	Alternative: efficacité des herbicides actuels sur tournesol	Alternative herbicide sur céréales
Ray-grass	■	Faux-semis, labour, décalage de semis du blé	Programme avec Mercantor Gold	Urées, prosulfocarbe (Défi)
Ammi-majus	■	Faux-semis septembre	Programmes avec Novall	
Crucifères (sanve, ravenelle)	■	Faux-semis en septembre, rotation	Programmes avec Racer, Nickeyl, etc.	
Autres ombellifères	■		Programmes avec Novall	
Matricaire/anthémis	■		Tous programmes de prélevée	
Mouron des oiseaux	■		Tous programmes de prélevée	

Échelle de risque: ■ = risque important - ■ = risque moyen, alternative ou solution moyennement satisfaisante  
 ■ = risque faible à moyen - ■ = risque faible, alternative ou solution efficace  
 \* = rotation, labour, faux semis, etc.

Certains ray-grass ou vulpins résistants aux sulfonylurées peuvent présenter une résistance aux solutions ExpressSun et Clearfield.

ainsi que sa fréquence dans les deux cultures. Par exemple, le risque est beaucoup plus important sur ammi-majus que sur matricaire car l'ammimajus se désherbe quasi-exclusivement avec des sulfonylurées dans le blé. Ce n'est pas le cas pour la matricaire, les autres ombellifères ou le mouron des oiseaux qui, de surcroît, sont beaucoup moins fréquentes en tournesol.

L'emploi de plus en plus fréquent d'herbicides de cette famille répond à de réels besoins techniques. C'est flagrant sur certaines adventices du tournesol. Néanmoins, il s'agit d'être vigilant pour conserver une bonne durabilité de ces solutions. Ce raisonnement dépasse bien entendu l'échelle de la culture du tournesol pour une approche à la rotation.

### Les mesures concrètes à suivre

Tous les moyens doivent être mis en œuvre pour compléter une lutte chimique efficace sans exercer une pression de sélection pour cette famille d'herbicides. Plus une

population d'adventices est abondante (mauvaise gestion du désherbage, abandon du labour, etc.), plus le risque que cette population renferme quelques mutants résistants est élevé. Dans ce cas:

- pratiquer une lutte agronomi-

que dans la rotation (faux-semis, labour, décalage de semis, etc.).

- alterner les modes d'action sur les flores à risque. Par exemple, en culture de tournesol, dans la lutte contre le ray-grass, l'utilisation de Mercantor Gold en

prélevée est incontournable. Ce produit efficace contre le ray-grass pourra être intégré dans un programme avec postlevée.

- viser un haut niveau d'efficacité des herbicides par une utilisation à l'optimum. L'expérience sur les résistances nous montre qu'il est nécessaire de conserver un tel objectif pour assurer une meilleure durabilité des solutions. Cela passe par la bonne dose et/ou le bon programme herbicide et le respect des bonnes conditions d'application (réglage du matériel, hygrométrie, préparation du sol et humidité pour les produits racinaires, etc.). ■

## Cas recensés d'adventices résistantes (enc. 2)

Les herbicides inhibiteurs des ALS, tels que les imidazolinones ou les sulfonylurées, sont utilisés sur un grand nombre de cultures à l'échelle mondiale depuis plus de 25 ans.

Des cas d'apparition de populations d'adventices résistantes sont régulièrement mis en évidence, la plupart aux États-Unis ou en Australie. On compte actuellement une centaine d'espèces sauvages, graminées ou dicotylédones, pour lesquelles des populations résistantes aux imidazolinones ou aux sulfonylurées ou aux deux sont apparues. Leur rapidité d'apparition est liée à la fréquence d'utilisation de ces herbicides. C'est par exemple le cas des ambroisies ou des xanthiums résistants apparus rapidement en monoculture de soja aux États-Unis.

En Europe, seules une dizaine d'espèces sont concernées (tableau 2). La plupart sont apparues dans des cultures de céréales en monoculture ou en rotation courte avec utilisation répétée d'un même herbicide.

En France, seules deux espèces graminées sont répertoriées pour le moment: le vulpin et le ray-grass. Pour ces deux espèces, des populations résistantes ont été détectées

dans des cultures de blé. Dans le même type de situation, les dicotylédones peuvent bien entendu être concernées (cas du coquelicot en Espagne et en Angleterre).

### Liste des espèces sauvages et des pays pour lesquels des populations résistantes aux inhibiteurs de l'ALS ont été répertoriées en Europe (tab. 2)

Espèce	Pays
Amarante ( <i>Amaranthus retroflexus</i> )	Italie, Serbie
Coquelicot ( <i>Papaver rhoeas</i> )	Espagne, Grèce, Italie, Grande-Bretagne, Danemark
Folle-avoine ( <i>Avena fatua</i> )	Grande-Bretagne
Erigeon du Canada ( <i>Conyza canadensis</i> )	Pologne
Ivraie ( <i>Lolium rigidum</i> )	France
Jouet du vent ( <i>Apera spica-venti</i> )	Rép. Tchèque, Allemagne
Mouron des oiseaux ( <i>Stellaria media</i> )	Danemark, Suède, Irlande, Grande-Bretagne, Norvège
Moutarde blanche ( <i>Sinapis alba</i> )	Espagne
Moutarde des champs ( <i>Sinapis arvensis</i> )	Turquie
Panic pied de coq ( <i>Echinochloa crusgali</i> )	Serbie, Italie
Plantain d'eau ( <i>Alisma plantago-aquatic</i> )	Italie, Portugal, Espagne
Ray-grass italien ( <i>Lolium multiflorum</i> )	Italie, France
Scirpe ( <i>Scirpus mucronatus</i> )	Italie
Souchet à petite fleur ( <i>Cyperus difformis</i> )	Italie, Espagne
Vulpin ( <i>Alopecurus myosuroides</i> )	Grande-Bretagne, France, Belgique, Allemagne

(D'après www.weedscience.com, novembre 2008)

Plus une population d'adventices est abondante, plus le risque qu'elle renferme quelques mutants résistants est élevé.