

Résistance aux inhibiteurs de l'ALS : gare aux dicots !

Après le coquelicot et les matricaires, la stellaire fait de la résistance.

CHRISTOPHE DÉLYE* ET ROMAIN CAUSSE*

Le premier cas en France de stellaire intermédiaire (*Stellaria media*) résistante à des inhibiteurs de l'ALS a été identifié et confirmé grâce à un test ADN. Les plantes seraient résistantes à tous les herbicides inhibiteurs de l'ALS disponibles en France.

Ceci montre que la résistance aux inhibiteurs de l'ALS chez les dicotylédones est de plus en plus présente en France. Le risque qu'elle représente doit être pris en compte lors du raisonnement d'une stratégie de désherbage. L'ambrosie à feuilles d'armoise, le chénopode blanc, les amarantes, la ravenelle et le tournesol adventice sont d'autres dicotylédones à haut risque en matière de résistance.

Désherbage chimique : une situation tendue

Les inhibiteurs de l'ALS, ou « herbicides de groupe B » dans la classification HRAC (Herbicide Resistance Action Committee, <http://www.hracglobal.com/>), sont en première ligne des herbicides « à risque » en terme de résistance. En France, ces herbicides appartiennent à quatre familles qui ont toutes le même mode d'action. Il s'agit des sulfonylurées (exemple : iodosulfuron et méso-sulfuron [Atlantis, Archipel], metsulfuron [Allié]), des triazolopyrimidines (exemples : florasulame, pyroxulame [Abak, Octogon]), des sulfonyle-amino-carbonyl-triazolinones (exemple : propoxycarbazone [Attribut]) et des imidazolinones

(exemple : imazamox [Pulsar 40]). Les inhibiteurs de l'ALS sont efficaces à faible dose (quelques g/ha ou dizaines de g/ha), et ont en général des spectres larges. Ils sont très largement utilisés sur céréales à paille et de plus en plus sur maïs.

Depuis peu, les inhibiteurs de l'ALS sont aussi utilisables sur tournesol, et pourraient l'être prochainement sur d'autres cultures comme le colza (Gloria, 2012). Ceci risque d'entraîner des rotations culturales en désherbage « tout ALS ». Or les inhibiteurs de l'ALS sont les herbicides ayant

sélectionné le plus de cas de résistance de par le monde : 127 espèces d'adventices sont actuellement concernées (Heap, 2012).

Les graminées résistent...

Sur les 127 espèces actuellement concernées par la résistance aux inhibiteurs de l'ALS dans le monde, 32 sont des graminées (Heap, 2012).

En France, la résistance aux inhibiteurs de l'ALS chez les graminées est surtout répandue chez le vulpin et les vraies (« ray-grass ») (Délye *et al.*, 2009), avec également des cas chez l'agrostis jouet-du-vent et les bromes.

... les « dicots » aussi !

Dans le monde, 95 espèces de « dicots » (dicotylédones) sont concernées par la résistance aux inhibiteurs de l'ALS, soit presque trois fois plus que d'espèces de graminées.

En France, le coquelicot a été la première dicotylédone chez laquelle la résistance à des inhibiteurs de l'ALS a été signalée. C'est aussi l'espèce chez laquelle le problème de résistance s'étend le plus rapidement (Délye *et al.*, 2011).



PH. INRA UMR 1347 Agroécologie, Dijon.

Dite aussi « mouton des oiseaux », la stellaire intermédiaire est la troisième espèce de dicotylédones à résister aux herbicides inhibiteurs de l'ALS en France.

Elle pourrait ne pas être la dernière.

RÉSUMÉ

♦ **CONTEXTE** : Les inhibiteurs de l'acétolactate-synthase (ALS) sont aujourd'hui la principale famille d'herbicides utilisés en France. Le risque de résistance à ces substances est bien vulgarisé pour les graminées mais moins pour les dicotylédones.

♦ **CAS** : Ce travail rapporte le premier cas de résistance aux inhibiteurs de l'ALS chez la stellaire intermédiaire (*Stellaria media*) en France. Il est dû à une mutation au codon 574 de l'ALS qui confère une résistance à tous les inhibiteurs de l'ALS autorisés en

France. Une fois encore, la résistance a été sélectionnée par l'absence de diversité de pratiques de désherbage (désherbage chimique du blé à base uniquement d'inhibiteurs de l'ALS).

♦ **CONSÉQUENCES** : Ce nouveau cas de résistance souligne la nécessité de raisonner l'emploi des inhibiteurs de l'ALS, et d'inclure ces herbicides dans un ensemble aussi diversifié que possible de pratiques de désherbage.

♦ **MOTS-CLÉS** : stellaire, *Stellaria media*, ALS, résistance, mutation, blé.

SUMMARY

♦ **CONTEXT** : Herbicides inhibiting acetolactate-synthase (ALS) are the current major herbicide class in France. Resistance risk is now well publicised for grasses, but less for broadleaves.

♦ **FACT** : After corn poppy and mayweed, this is the first case of resistance of chickweed (*Stellaria media*) to ALS inhibitors in France.

Resistance is endowed by a mutation at ALS codon 574, which confers resistance to all ALS inhibitors authorised for application in France. Yet again, resistance has been selected because of an absence of diversity in weed control practices, to wit, exclusive use of ALS-inhibiting herbicides in wheat.

♦ **CONSEQUENCES** : This new resistance case emphasizes the need to ponder ALS inhibitor applications, and to use them in association with the highest possible diversity of weed control practices.

♦ **KEY WORDS** : Chickweed, *Stellaria*, ALS, resistance, mutation, wheat.

Tableau 1 - Historique cultural de la parcelle où les échantillons de stellaire résistante aux inhibiteurs de l'ALS ont été prélevés. Les formulations à base d'inhibiteurs de l'ALS sont en bleu.

Année	Culture	Labour	Traitement	Herbicide(s)	Efficacité sur stellaire
2012	Blé d'hiver	Non	Second traitement	Iodosulfuron + mésosulfuron + thifensulfuron + tribénuron + florasulame	< 50 %
			Premier traitement	Metsulfuron	
2011	Blé d'hiver	Non		Iodosulfuron + mésosulfuron + thifensulfuron + tribénuron + metsulfuron + florasulam	< 50 %
2010	Colza d'hiver	Non		Métazachlore + quinmérac	Non évaluée
2009	Blé d'hiver	Non		Iodosulfuron + mésosulfuron + thifensulfuron + tribénuron + florasulame	Non évaluée

Quelques cas avérés de résistance chez les matricaires sont également connus, et ont été signalés par lettre officielle.

Un premier cas de résistance chez la stellaire en France

En 2012, un échec de désherbage sur une parcelle de blé d'hiver normande a laissé 100 à 200 plantes/m² de stellaires intermédiaires (*Stellaria media*) sur plus de 50 ha.

Cet échec faisait suite à un très mauvais contrôle de cette adventice l'année précédente (Tableau 1).

Des plantes ont été prélevées sur une surface de 100 m² et analysées à l'INRA de Dijon. Un test ADN a montré que toutes les plantes prélevées contenaient une mutation de l'ALS qui rend les plantes résistantes à des inhibiteurs de l'ALS (Figure 1). Cette mutation au codon 574 de l'ALS est connue pour rendre les plantes résistantes à tous les inhibiteurs de l'ALS, quelle que

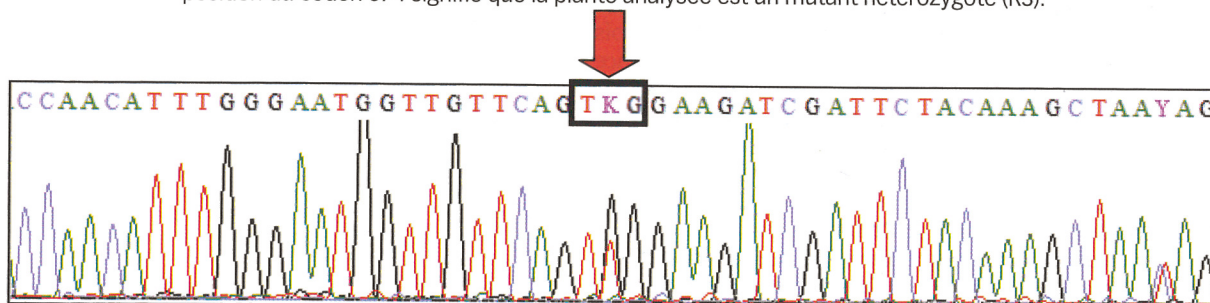


De la plantule à gauche à la plante fleurie ci-dessous, des stellaires ont prospéré en 2012 dans un parcelle de blé normande après désherbage. Cet échec était-il dû à une résistance aux herbicides ? La réponse est oui.



Fig. 1 : Le test ADN qui a révélé le mécanisme de résistance.

Chromatogramme de séquençage montrant la détection d'une mutation au codon 574 dans la séquence de l'ALS de stellaire. Le codon 574 est encadré. Le codon sauvage (plante non mutante) est TGG (Tryptophane). Le codon mutant (plante résistante) est TTG (Leucine). La présence de deux pics superposés (noir : G et rouge : T ; traduits par « K » sur le chromatogramme) à la seconde position du codon 574 signifie que la plante analysée est un mutant hétérozygote (RS).



Aujourd'hui, la stellaire résiste. Et demain quelles autres espèces ? Baser le désherbage sur une seule famille d'herbicides, et même sur le seul usage des herbicides dans une rotation simplifiée, c'est aller dans le mur.



Photos: Arvalis Institut du végétal

soit leur famille chimique (Marshall *et al.*, 2010 ; Tranel *et al.*, 2012). L'emploi de ces herbicides n'est donc plus possible contre la stellaire intermédiaire dans cette parcelle. Cette mutation, naturellement présente dans la population des stellaires, a été sélectionnée par l'emploi des inhibiteurs de l'ALS.

Stellaire résistante : un cas d'école illustrant ce qu'il ne faut pas faire !

L'historique cultural de la parcelle concernée (Tableau 1) illustre clairement pourquoi ces stellaires résistantes ont été sélectionnées. La rotation est très simplifiée (essentiellement du blé d'hiver) ; le désherbage est uniquement chimique et exclusivement basé sur des inhibiteurs de l'ALS en blé : tout pour aller dans le mur, et vite !

On ne répétera donc jamais assez qu'en matière de désherbage, les deux clefs du succès sont l'anticipation et la diversité des techniques mises en œuvre (diversité des modes d'action des herbicides, diversité des techniques de désherbage, diversité des cultures dans la rotation).

Une rotation simplifiée à l'excès avec un désherbage uniquement chimique et exclusivement basé sur le même mode d'action peut fonctionner quelques saisons, et donc être rentable à court terme. Mais cette rotation est à très haut risque en matière de résistance et les mesures à employer une fois la résistance en place sont souvent coûteuses et/ou contraignantes.

En matière de résistance, prévenir est généralement plus rentable dans la durée que tenter de gérer la résistance une fois qu'elle est en place (Duroueix *et al.*, 2010). En outre, l'absence prévisible de mise sur le marché de nouveaux modes d'action herbicide dans la décennie à venir impose de préserver l'efficacité des substances herbicides encore disponibles, qui restent un outil vital pour le désherbage.

Et maintenant, à qui le tour ?

Les informations sur le risque de résistance aux inhibiteurs de l'ALS chez les graminées sont bien diffusées au sein de la profession agricole. Le risque de résistance aux inhibiteurs de

En matière de désherbage, il faut anticiper mais aussi diversifier les techniques.

l'ALS chez les dicotylédones, plus récent, doit à présent être lui aussi pris en compte.

L'élargissement actuel de la gamme de cultures sur lesquelles des inhibiteurs de l'ALS peuvent être employés impose de garder à l'œil certaines espèces de « dicots » qui sont particulièrement à risque en terme de résistance.

Ce sont les espèces fréquemment rencontrées dans les parcelles, souvent présentes en densité importante, et pour lesquelles des cas de résistance aux inhibiteurs de l'ALS sont déjà connus dans le monde.

Au premier rang, on trouve le chénopode blanc, les amarantes, la ravenelle, le tournesol adventice et, surtout, l'ambrosie.

Cette espèce est non seulement une adventice et une invasive, en zones agricoles et non agricoles, mais elle est connue pour son fort impact sur la santé publique (allergies). □

Remerciements : Les auteurs remercient Bernard Couloume et Teddy Mailly (Bayer CropScience) pour avoir fourni les échantillons de stellaire.

POUR EN SAVOIR PLUS

AUTEURS : *C. DÉLYE ET R. CAUSSE, INRA, UMR 1347 Agroécologie, 17, rue Sully, 21000 Dijon.

CONTACT : dely@dijon.inra.fr

BIBLIOGRAPHIE : – Délye C., Boucansaud K., Pernin F., Bertin G., 2011 - Résistance du coquelicot aux inhibiteurs de l'ALS : la mise au point d'outils de diagnostic rapide a permis de révéler la présence de cette résistance en France. *Phytoma-LdV* 645, pp 47-50.

– Délye C., Boucansaud K., Pernin F., Couloume B., 2009 - Vulpin et ivraies : détecter vite les résistances à certains herbicides blé. Diagnostic rapide de la résistance aux inhibiteurs de l'ALS (sulfonyles, triazolopyrimidines, sulfonyle-amino-carbonyl-triazolinones). *Phytoma-LdV* 622-623, pp. 33-37.

– Duroueix F., Lecomte V., Leflon M., Liéven J., 2010 - Tournesol et colza, rendre durables les nouvelles solutions de désherbage. Comment gérer l'arrivée des herbicides inhibiteurs de l'ALS sur oléagineux pour éviter les résistances. *Phytoma-LdV* 639, pp 32-37.

– Gloria C., 2012 - Du plomb dans l'ail pour les colzas Clearfield. *Réussir Grandes Cultures* 260, pp. 42-43.

– Heap I., 2012 - International survey of herbicide-resistant weeds, <http://www.weedresearch.com/in.asp>

– Marshall R., Hull R., Moss S.R., 2010 - Target site resistance to ALS inhibiting herbicides in *Papaver rhoeas* and *Stellaria media* biotypes from the UK. *Weed Research* 50, pp. 621-630.

– Tranel P.J., Wright T.R., Heap I.M., 2012 - ALS mutations from herbicide-resistant weeds, <http://www.weedscience.com>