

**AFPP – 23<sup>e</sup> CONFÉRENCE DU COLUMA**  
**JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES**  
**DIJON – 6, 7 ET 8 DÉCEMBRE 2016**

**RESISTANCE AUX HERBICIDES EN FRANCE : ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES**

C. DENIEUL <sup>(1)</sup>, L. BONIN <sup>(2)</sup>, F. DUROUEIX<sup>(3)</sup>

- <sup>(1)</sup> AGROSOLUTIONS, 83 avenue de la Grande Armée, 75782 PARIS Cedex 16, FRANCE – [cdenieul@agrosolutions.com](mailto:cdenieul@agrosolutions.com)
- <sup>(2)</sup> ARVALIS-INSTITUT DU VEGETAL, Station Expérimentale - 91720 Boigneville, FRANCE - [l.bonin@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:l.bonin@arvalisinstitutduvegetal.fr)
- <sup>(3)</sup> TERRES INOVIA, 1 rue Péchabout, 47000 Agen, France - [f.duroueix@terresinovia.fr](mailto:f.duroueix@terresinovia.fr)

## **RÉSUMÉ**

La résistance des adventices aux herbicides est une préoccupation montante en France. Au-delà des graminées les plus courantes, de plus en plus d'espèces sont concernées par la résistance aux inhibiteurs de l'ACCCase et/ou aux inhibiteurs de l'ALS. Cependant on constate un déficit d'information et les acteurs de terrain ne sont pas toujours correctement informés des cas identifiés. Pour pallier ce -manque, le COLUMA organise depuis 2012 des réunions régionales pour établir un état des lieux détaillé. Cet état des lieux a déjà été réalisé sur plus de la moitié de l'Hexagone. Il montre que les graminées céréalières, plusieurs espèces de dicotylédones et quelques populations de graminées estivales sont aujourd'hui concernées par les résistances aux herbicides. Cet état des lieux est ici complété par une analyse de la situation et des perspectives.

Mots-clés : résistance, état des lieux inhibiteurs de l'ALS, inhibiteurs de l'ACCCase, grandes cultures.

## **ABSTRACT**

Herbicide resistance is a major issue in France. Main grassweeds but also other species are affected by resistance to ACCCase inhibitors and ALS inhibitors. However, there is a lack of communication and most of stakeholders do not have good information about resistance cases. To overcome this lack of information COLUMA has organized regional meetings since 2012. The aim is to have a good assessment of resistance cases in France. This assessment has been done on half of the national territory. Main resistant weeds are cereals grassweeds but resistance cases have been found on broadleaves leaves and on summer grassweeds. An analysis of French situation and outlook complete this assessment.

Keywords: resistance, inventory, ALS inhibitors, ACCCase inhibitors, annual crops.

## INTRODUCTION

Les résistances des adventices aux herbicides sont une préoccupation montante en France. Le phénomène n'est pas nouveau mais le développement des résistances semble s'accroître ces dernières années, particulièrement en grandes cultures.

A ce jour, en grandes cultures, la résistance concerne principalement 2 modes d'action herbicide : les inhibiteurs de l'acétyl-coenzyme A carboxylase (ACCCase, groupe HRAC A) dont l'action est uniquement anti-graminées, et les inhibiteurs de l'acétolactate synthase (ALS, groupe HRAC B) qui peuvent avoir une action anti-graminées et anti-dicotylédones. Chacun de ces 2 modes d'action regroupe plusieurs familles chimiques. Chez les inhibiteurs de l'ACCCase, on trouve la famille des aryloxyphénoxy-propionates (ou « FOPs »), celle des cyclohexane-diones (ou « DIMEs ») et celle des phénylpyrazolines (ou « DENs »), utilisées sur un grand nombre de cultures. Chez les inhibiteurs de l'ALS, on trouve 4 familles chimiques, autorisées sur de nombreuses cultures : les imidazolinones, les sulfonilurées, les sulfonil-amino-carbonyl-triazolinones et les triazolopyrimidines.

Les espèces les plus concernées par la résistance à ces 2 groupes HRAC sont le vulpin (*Alopecurus myosuroides*) et les ray-grass (ou ivraies, *Lolium spp.*). Ces 2 cas ont été largement étudiés et sont bien documentés en ce qui concerne les mécanismes en jeu. Néanmoins, si la présence de résistance chez ces 2 espèces est considérée comme fréquente et bien installée sur la majeure partie du territoire, elle est peu détaillée. Chez les graminées, la résistance à l'un ou l'autre des modes d'action a aussi été identifiée chez les folles avoines (*Avena spp.*), l'agrostis jouet-du-vent (*Apera spica-venti*), les bromes (*Bromus spp.*) et, plus récemment, sur graminées estivales, panic pied de coq (*Echinochloa crus-galli*), sétaire verte (*Setaria viridis*) et digitale sanguine (*Digitaria sanguinalis*) (Délye *et al.*, 2015). Ces cas sont très peu documentés. Des populations résistantes aux inhibiteurs de l'ALS ont aussi été identifiées chez les dicotylédones. Les premiers cas ont concerné le coquelicot (*Papaver rhoeas*). Des populations résistantes ont aussi été détectées chez d'autres espèces, sur stellaire intermédiaire (*Stellaria media*) par exemple (Heap, 2015). Sur ces cas, très peu d'informations sont disponibles. La localisation des populations résistantes et les conditions dans lesquelles elles ont été sélectionnées notamment ne sont pas documentées. Des informations circulent aussi sur d'autres espèces, sans que l'on sache toujours s'il s'agit de cas formellement identifiés, ou de suspicions suite à des échecs de désherbage.

Face à ce constat, le COLUMA (Comité de Lutte contre les Mauvaises Herbes), comité de l'AFPP (Association Française pour la Protection des Plantes) -, a organisé plusieurs réunions spécifiques à cette thématique dès 2010. Il en est ressorti la nécessité d'avoir un état des lieux partagé par tous les acteurs, et ce à plusieurs niveaux : à l'échelle nationale mais aussi aux niveaux régional et local. A partir de 2012, un travail de recensement a donc été réalisé à l'échelle des régions. L'objectif est d'avoir un état des lieux national relativement précis mais aussi que les acteurs de terrain aient une vision partagée de l'état des lieux de la résistance sur leur région. A ce jour, cet état des lieux a été réalisé sur plus de la moitié de l'hexagone.

Cet article présente ce travail de recensement qui a été réalisé sur une partie du territoire national. Après une analyse de cet état des lieux, nous ferons un point sur les perspectives.

## MATERIEL ET MÉTHODE

### CARTOGRAPHIE DE L'ÉTAT DES LIEUX DE LA RESISTANCE AUX HERBICIDES EN GRANDES CULTURES

Le travail de recensement ne concerne que les cas de résistance identifiés en grandes cultures. Deux méthodologies ont été suivies pour établir les états des lieux régionaux.

La première consiste à réunir les principaux acteurs locaux afin d'établir un recensement des cas de résistance sur chaque département. Les participants sont sélectionnés pour leur connaissance de la problématique sur leur secteur d'implantation et/ou parce qu'ils réalisent des tests de résistance. Ils représentent généralement les instituts, les distributeurs, les fournisseurs et les organismes de conseil. Le groupe est constitué de façon à être représentatif de la région étudiée tout en étant de taille à favoriser les échanges. Cette méthode permet d'avoir rapidement une vision synthétique de la situation sur une région donnée et de favoriser les échanges d'informations.

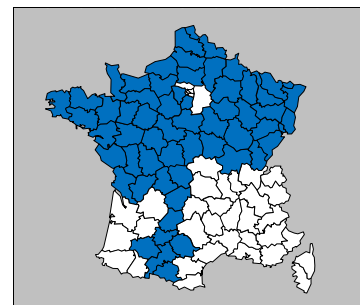
La deuxième méthode, utilisée sur la région Midi-Pyrénées consiste à envoyer une enquête aux acteurs de terrains afin d'établir l'état des lieux par département. Cette enquête est complétée par des rendez-vous bilatéraux avec les principales firmes réalisant des tests de résistance. Cette méthode présente l'avantage de pouvoir interroger un grand nombre d'acteurs mais sans garantie d'avoir un constat partagé et parfaitement représentatif.

Ces 2 approches permettent d'incrémenter une base de données. Pour chaque département, celle-ci répertorie un certain nombre d'éléments pour chaque couple espèce adventice \* mode d'action herbicide : la présence ou non de cas de résistance, l'année du premier cas détecté, le nombre de cas formellement identifiés (< 5 cas / entre 5 et 20 / >20 et non quantifiable), le(s) mécanisme(s) de résistance identifié(s), un qualifiant de l'importance de la résistance à l'échelle du département (« premier cas détecté » / « rare » / « modéré » / « fréquent »). L'état des lieux comporte aussi des informations de contexte agronomique : la présence de résistance dans des situations *a priori* considérées comme étant à faible risque, Les secteurs et les situations agronomiques les plus touchés. Seuls les cas de résistance ayant été formellement identifiés (test au champ ou test laboratoire) sont répertoriés. De ce fait, l'état des lieux réalisé a tendance à sous-estimer le nombre de populations résistantes. Les éléments de dénombrement et la qualification de l'importance de la résistance sont synthétisés sur des cartes légendées (Tableau I).

Tableau I : Légende des cartographies de résistance  
Key of resistance maps

	non renseignée
	pas de résistance répertoriée
	1er cas détecté
	rare (entre 2 et 5 cas répertoriés)
	modéré (entre 5 et 20 cas répertoriés)
	fréquent (plus de 20 cas répertoriés)
	répartition hétérogène selon zones

Les régions pour lesquelles l'état des lieux a déjà été effectué sont les suivantes (Figure 1): Bourgogne-Franche Comté (2012, réactualisé en 2015) ; Midi-Pyrénées (2013, réactualisé en 2015) ; Centre-Val de Loire et une partie de l'Île de France (2014) ; Grand Est (anciennement Alsace, Lorraine et Champagne-Ardenne) en 2015 ; Normandie (2015) ; les anciennes régions de Poitou-Charentes, du Limousin et le département de la Vendée en 2015 ; Bretagne et une partie des Pays de la Loire en 2015 ; Hauts de France en 2016.



## RESULTATS

### CARTOGRAPHIE DE L'ÉTAT DES LIEUX DE LA RESISTANCE AUX HERBICIDES EN GRANDES CULTURES

#### Résistance des graminées aux inhibiteurs de l'ACCase

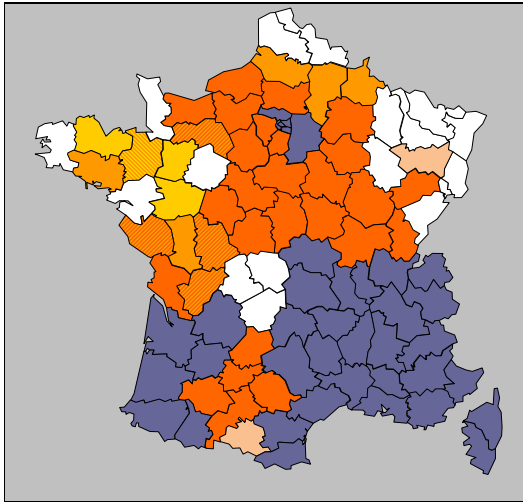


Figure 2 : Nombre de cas de ray-grass résistant aux inhibiteurs de l'ACCCase identifiés par département  
Number of ACCCase resistant *Lolium* populations per department

La résistance aux inhibiteurs de l'ACCCase touche le ray-grass, le vulpin, l'agrostis et la folle avoine.

Le ray-grass et le vulpin sont particulièrement concernés. Tous les départements où ces espèces sont présentes de manière significative sont concernés (Figure 2). Dans les départements céréaliers, les populations résistantes sont trop nombreuses pour être dénombrées et la résistance est souvent considérée comme « fréquente ». Dans ces départements, si la résistance a, dans un premier temps, été identifiée sur les parcelles estimées « à risque » (rotations courtes, techniques culturales simplifiées, utilisation fréquente du mode d'action, faibles doses...), elle se retrouve aussi aujourd'hui dans des parcelles présentant un risque plus faible. La résistance aux inhibiteurs de l'ACCCase peut concerner les 3 familles chimiques : les FOPs, les DIMEs et les DENs, mais pas systématiquement. Elle peut être liée à la cible ou non liée à la cible.

Malgré l'importance de la résistance aux inhibiteurs de l'ACCCase chez ces 2 espèces, on constate de fortes disparités territoriales. Ainsi, les premières populations de ray-grass résistants aux inhibiteurs de l'ACCCase ont été

identifiées dans les années 90 sur les départements du Cher (1993), du Lot (1993), de la Côte d'Or (1995), la Marne (1998), l'Indre (1998) et l'Oise (1999). Dans d'autres départements, les premières populations résistantes aux inhibiteurs de l'ACCCase ont été identifiées beaucoup plus tard. C'est le cas en Ile et Vilaine et dans les Côtes d'Armor que les premiers cas ont été identifiés en 2013. De même, à l'échelle d'un département, la répartition des populations résistantes peut être très hétérogène. Cette répartition hétérogène à l'échelle d'un département est souvent en lien avec la présence naturelle de la graminée, le système de culture, les pratiques agronomiques (particulièrement le type d'assolement) et la dynamique de dispersion de la résistance.

L'agrostis et la folle avoine sont, en revanche, peu concernées par la résistance aux inhibiteurs de l'ACCCase. L'agrostis est une espèce peu présente à l'échelle du territoire. Quelques cas de résistance ont été identifiés dans les Hauts de France (départements 02, 60, 59 et 62) entre 2013 et 2015. Moins de 5 cas par département ont été identifiés. Un cas a également été identifié dans le département de la Sarthe en 2014. Concernant la folle avoine, quelques cas ont été identifiés sur plusieurs départements (02, 28, 45, 41, 72, 53, 37, 85, 86, 81, 82, 31, 32). Dans la plupart de ces départements, un seul cas a été identifié. Certaines identifications sont assez anciennes (en 2001 en Indre et Loire par exemple) sans que l'on ait constaté d'évolution de la résistance depuis.

### Résistance des graminées aux inhibiteurs de l'ALS

Dans les départements étudiés, la résistance aux inhibiteurs de l'ALS touche le ray-grass, le vulpin, le brome, l'agrostis, la folle avoine, la digitale sanguine (*Digitaria sanguinalis*) et 2 espèces de sétaire (*Setaria viridis* et *Setaria verticillata*).

Avec des premiers cas identifiés dès le début des années 2000, le ray-grass et le vulpin sont particulièrement touchés. Tous les départements où ces espèces sont présentes de manière significative sont concernés (Figure 3). Dans les départements céréaliers, les populations résistantes sont trop nombreuses pour être dénombrées et la résistance est souvent considérée comme « fréquente ». Les 2 types de résistance ont été identifiés : résistance liée à la cible et résistance non liée à la cible. De nombreuses populations sont concernées par la résistance aux 2 modes d'action : herbicides du groupe A et herbicides du groupe B. Les observations faites sur la disparité territoriale de la résistance aux inhibiteurs de l'ACCCase sont aussi faites pour la résistance aux inhibiteurs de l'ALS.

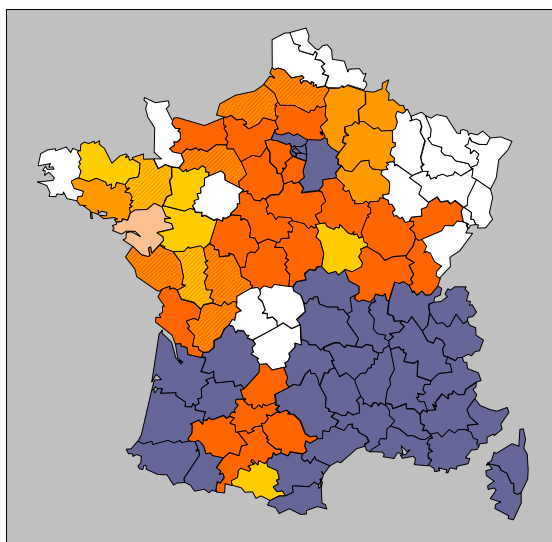


Figure 3 : Nombre de cas de ray-grass résistant aux inhibiteurs de l'ALS identifiés par département  
Number of ALS inhibitors resistant *Lolium* populations per department

cas ont été identifiés. Deux autres populations résistantes ont été identifiées, l'une dans l'Aisne (2009), l'autre dans la Marne (2008). Plusieurs cas de résistance aux inhibiteurs de l'ALS ont été identifiés chez *Apera spica venti*, particulièrement dans les Hauts de France (départements 02, 60, 59 et 62), à partir de 2009. Dans l'Aisne en particulier, plus d'une vingtaine de cas ont été identifiés. C'est le département le plus touché. Deux autres populations résistantes ont été identifiées, dans le Loiret (2013) et dans l'Eure (2014).

Les premières populations de folle avoine résistantes aux inhibiteurs de l'ALS ont été identifiées en 2014 dans quelques départements du sud-ouest (31, 32, 81, 82). Ces cas restent rares.

Les premiers cas de résistance aux inhibiteurs de l'ALS ont été identifiés récemment chez les graminées estivales. Dans les départements sur lesquels cette étude a été menée, on a observé les premiers cas de résistance en 2012 et 2013. Ils ont été identifiés en Charente et en Charente Maritime sur sétaires verte et sétaires verticillée. Une population de digitaire sanguine résistante aux inhibiteurs de l'ALS a aussi été identifiée en Ile-et-Vilaine en 2015.

#### Résistance des dicotylédones aux inhibiteurs de l'ALS

Les premiers cas de résistance chez les dicotylédones ont été identifiés plus tardivement que chez les graminées, alors que les inhibiteurs de l'ALS à action anti-dicotylédones sont utilisés depuis longtemps (premières utilisations du chlorsulfuron au milieu des années 80 et du metsulfuron-méthyle à la fin des années 80).

Les premiers cas ont été identifiés sur coquelicot (*Papaver rhoeas*), en 2005. Aujourd'hui, beaucoup de départements sont concernés, même si le nombre de cas reste relativement faible (Figure 4). Dans tous les cas analysés de notre étude, c'est de la résistance liée à la cible qui a été identifiée. La résistance concerne toutes les matières actives de la famille des sulfonyles utilisées dans les tests. Elle peut aussi concerner le florasulam (famille des triazolopyrimidines), souvent dans une moindre mesure, et pas systématiquement. Des cas de résistance aux inhibiteurs de l'ALS ont ensuite été identifiés sur matricaire (*Matricaria spp*), à partir de 2010. A chaque fois, c'est la résistance liée à la cible qui a été identifiée. Sur les régions étudiées, 9 départements sont aujourd'hui concernés (Figure 5). Sur ces départements, la résistance n'a pas, ou très peu, évolué. Ainsi, dans l'Eure (1<sup>er</sup> cas identifié en 2010), la Seine maritime (2010), la Somme (2011) et le Tarn (2011), la population initialement identifiée comme

Dans beaucoup de départements céréaliers, on note que la résistance aux inhibiteurs de l'ALS a été sélectionnée très rapidement, parfois dès leurs premières années d'utilisation (premiers cas identifiés en 2001 sur le Cher, l'Eure et le Loiret par exemple), après la résistance aux inhibiteurs de l'ACCase. Dans d'autres départements, où la résistance est arrivée plus tardivement, la résistance aux inhibiteurs de l'ALS est arrivée de façon concomitante avec la résistance aux inhibiteurs de l'ACCase. C'est le cas par exemple dans les Côtes d'Armor où les premières populations de ray-grass résistant, à la fois aux inhibiteurs de l'ALS et de l'ACCase, ont été identifiées en 2013. En Ile et Vilaine, les premiers cas de résistance aux ALS ont même été identifiés (en 2007) avant qu'on ait identifié de résistance aux inhibiteurs de l'ACCase (en 2012).

Le brome et l'agrostis sont concernés dans une moindre mesure par la résistance aux inhibiteurs de l'ALS. Quelques populations de brome résistant aux inhibiteurs de l'ALS ont été identifiées dans les Côtes d'Or (en 2009) et dans la Nièvre. Ce type de résistance est considéré comme « rare » sur ces 2 départements où moins de 5

résistante reste le seul cas de résistance sur le département. Un seul département fait figure d'exception : l'Ille et Vilaine où l'on dénombre aujourd'hui entre 10 et 20 cas, répartis sur différents secteurs du département.

Quelques cas de résistance aux herbicides du groupe HRAC B ont aussi été détectés sur stellaire intermédiaire (*Stellaria media*). Là aussi, c'est la résistance liée à la cible qui a été mise en évidence. Le premier cas a été identifié en 2009 dans le Nord. Deux autres cas ont ensuite été identifiés : en Seine Maritime (2013) et dans le Maine et Loire (2015). Ces 3 cas restent, pour l'instant, isolés.

En 2013, on a identifié les premières populations de séneçon vulgaire (*Senecio vulgaris*) résistant aux inhibiteurs de l'ALS en grandes cultures. Là aussi, la résistance est liée à la cible. Ces premiers cas ont été identifiés dans les Côtes d'Armor, sur le secteur d'Erquy. On a ensuite constaté une diffusion très rapide de la résistance sur le nord-est du département, puis sur le nord-ouest de l'Ille et Vilaine (2014). Ceci correspond à une dispersion de la résistance sous les vents dominants à partir du secteur d'Erquy. L'ouest du département des Côtes d'Armor, secteur sur lequel plusieurs tests ont aussi été réalisés, n'est pas concerné par ces problèmes de résistance. Ces 2 départements sont aujourd'hui fortement touchés, avec plus de 20 cas identifiés sur les secteurs mentionnés précédemment.

Depuis 2010, les inhibiteurs de l'ALS sont disponibles sur tournesol (variétés tolérantes) et soja. On observe aujourd'hui les premiers cas de tournesols-adventices résistants aux inhibiteurs de l'ALS. Le premier cas a été identifié en 2012, dans la Vienne, le second en 2015 en Haute Garonne. En soja, le premier cas d'ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) résistante aux inhibiteurs de l'ALS a été identifié en 2015 dans le Tarn et Garonne. -

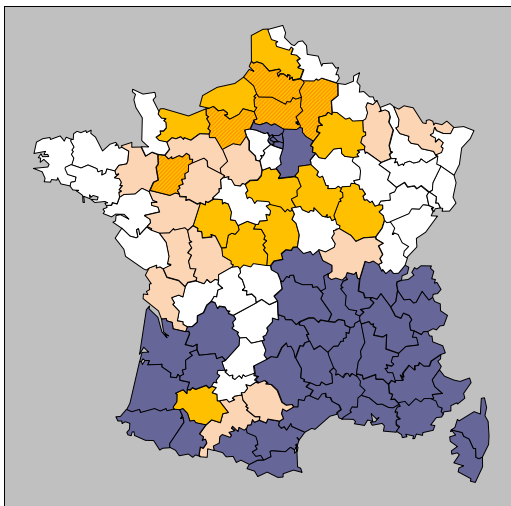


Figure 4 : Nombre de cas de coquelicot résistant aux inhibiteurs de l'ALS identifiés par département  
Number of ALS inhibitors resistant poppy populations per department

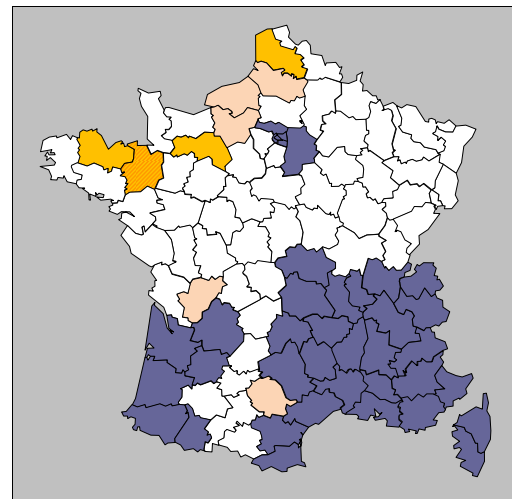


Figure 5 : Nombre de cas de matricaire résistante aux inhibiteurs de l'ALS identifiés par département  
Number of ALS inhibitors resistant mayweed populations per department

## DISCUSSION

### DISCUSSION SUR L'ÉTAT DES LIEUX

Cet état des lieux est imparfait. D'une part parce qu'il ne repose que sur la synthèse des cas identifiés et déclarés. Cette approche a donc tendance à sous-estimer le nombre de cas réellement présents. Elle ne permet pas non plus d'identifier la fréquence de parcelles résistantes à l'échelle d'un territoire. D'autre part, parce que la sélection de résistances est un phénomène dynamique. L'état des lieux est donc pertinent au moment où il est réalisé mais peut devenir obsolète assez

rapidement. Pour pallier en partie cette problématique, il a été décidé de l'actualiser tous les 2 ans. Néanmoins, malgré ces faiblesses, c'est la seule synthèse d'état des lieux qui existe en France et qui permette à tous les acteurs d'avoir le même niveau d'information. L'étude permet de tirer des enseignements intéressants.

Tout d'abord, ce travail de recensement confirme l'étendue de la résistance aux inhibiteurs de l'ACCase et aux inhibiteurs de l'ALS chez le ray-grass et le vulpin. Tous les départements, et de manière plus fine, tous les territoires, ne sont pas concernés de la même façon. Les secteurs où la graminée est peu présente ou peu problématique ne sont pas ou peu concernés par les problèmes de résistance. Cependant, des départements, et des territoires, pendant longtemps épargnés, sont aujourd'hui également concernés. C'est le cas par exemple en Ille et Vilaine et dans les Côtes d'Armor où les premières populations de ray-grass résistantes aux herbicides du groupe B ont été identifiées en 2013 et 2012. Cela montre que les pratiques en place peuvent retarder la sélection de populations résistantes mais ne peuvent l'empêcher.

D'autres phénomènes de résistance évoluent peu. C'est le cas pour le brome, l'agrostis et la folle avoine. Cela s'explique par les caractéristiques biologiques de ces espèces mais aussi par le fait qu'elles soient présentes sur des surfaces peu importantes : la folle avoine a une prédilection pour le sud, l'agrostis est surtout présente dans le nord-Est et le brome est essentiellement présent dans les parcelles en travail simplifié. La pression de sélection qui s'exerce sur ces espèces pourrait encore évoluer avec le retrait de l'isoproturon et les menaces qui pèsent sur d'autres herbicides racinaires, sur céréales mais aussi sur colza.

Il est important de préciser que cette étude n'aborde pas la question de la résistance croisée des graminées aux herbicides des groupes HRAC A et B. Cependant, nous avons pu recenser quelques cas.

Les flores inféodées aux cultures de printemps, jusque-là relativement épargnées par les phénomènes de résistance, sont aujourd'hui également concernées. L'enquête menée dans le cadre du COLUMA a révélé les premiers cas de résistance aux inhibiteurs de l'ALS sur sétaires en Charente et Charente Maritime ainsi que sur digitale sanguine. Fin 2015, des populations résistantes chez le panic pied-de-coq (*Echinochloa crus-galli*, 2 parcelles), la sétaire verte (*Setaria viridis*, une parcelle) et la digitale sanguine (*Digitaria sanguinalis*, 2 parcelles) a aussi été identifiées, sans que leur localisation n'ait été précisée (Délye, 2015). L'utilisation de programme avec des herbicides de la famille des chloroacétamides (groupe HRAC K3) permet probablement d'expliquer que le phénomène a mis plus de temps à s'exprimer.

L'étude permet aussi de mettre en lumière les facteurs liés à la sélection de populations résistantes. Concernant la sélection de populations de graminées résistantes, les parcelles en rotation courte ont souvent été les premières concernées (c'est le premier facteur cité). D'autres facteurs comme l'abandon du labour, les semis précoces et la récurrence du même mode d'action herbicide sont aussi fréquemment mentionnés. Ces pratiques sont parfois fortement territorialisées au sein d'un département, ce qui explique que certains secteurs soient plus touchés que d'autres. Les zones de polyculture-élevage sont souvent moins rapidement concernées par la résistance. Sur les départements les plus touchés, si les premières populations résistances sont apparues sur les parcelles à risque, on les retrouve également aujourd'hui dans des parcelles ne répondant pas forcément aux caractéristiques mentionnées plus haut, notamment sur des rotations longues. Le transfert de matériels et de pailles semble exacerber ce phénomène.

Concernant la résistance aux herbicides du groupe HRAC B chez les dicotylédones, elle a, pour le moment, été identifiée presque uniquement sur des parcelles jugées à risque (ce n'est pas le cas pour la dispersion rapide de la résistance chez le séneçon en Bretagne). Sur ces espèces, la monoculture et la récurrence du mode d'action ALS sont souvent citées comme premiers facteurs favorables à l'apparition de résistance. Ainsi, dans l'Aisne et dans la Marne, les premières populations de coquelicot résistant aux inhibiteurs de l'ALS ont été identifiées dans des parcelles proches des vignobles. La proximité de cette culture sensible empêchant l'utilisation d'herbicides de type auxinique, la gestion des dicotylédones a reposé presque uniquement sur l'utilisation des herbicides du groupe B.

Plusieurs facteurs permettent d'expliquer l'arrivée plus tardive de la résistance aux inhibiteurs de l'ALS sur dicotylédones. D'une part, ces espèces sont souvent moins fortement présentes que les graminées. Elles sont aussi souvent sensibles à un grand nombre de modes d'action à l'échelle de la rotation. D'autre part, elles n'ont pas été soumises à une pression de sélection de la part des inhibiteurs de l'ACCase qui, chez les graminées, a permis la sélection de résistance croisée. Enfin, les caractéristiques biologiques (TAD souvent faible, peu de pollinisation allogame...).

Enfin, il est important de préciser que cet état des lieux ne permet pas de déterminer la fréquence de parcelles en situation de résistance. Pour ce faire, il aurait fallu réaliser un monitoring, avec des prélèvements aléatoires ce qui ne nous a pas été permis par les moyens consacrés à cette étude.

## PERSPECTIVES

Le système agricole français tend à se fragiliser et le phénomène de résistance est amené à prendre de l'ampleur. D'une part, la taille des exploitations, qui continuent souvent à s'agrandir, et le contexte économique ne facilitent pas la mise en place de mesures agronomiques qui limiteraient le salissement et le risque de résistance. D'autre part, le retrait ou les restrictions d'usage de nombreuses matières actives tendent à limiter l'offre herbicide, exerçant une pression de sélection croissante des modes d'action disponibles (Gasquez *et al*, 2013).

Sur graminées, le retrait de l'isoproturon et le risque qui pèse sur de nombreuses autres matières actives, sur céréales mais aussi sur colza et sur cultures de printemps, entraînent une augmentation de la fréquence d'utilisation des modes d'action disponibles. La pression de sélection, déjà forte, va très probablement s'accroître. A ce jour, l'homologation de nouvelles matières actives, quasiment inexistante, ne permet pas de pallier ces retraits.

Concernant les dicotylédones, la résistance est aujourd'hui présente presque uniquement sur les parcelles dont les pratiques présentent un risque de sélection de résistance. A l'échelle nationale, nous sommes donc encore dans une phase de prévention de la résistance. Si la mise en place de leviers agronomiques pour gérer les dicotylédones reste hasardeuse, il convient de maintenir un bon niveau de contrôle de ces flores pour éviter les forts salissements. Les firmes phytopharmaceutiques, les distributeurs, la prescription et les agriculteurs doivent tout mettre en œuvre pour gérer les modes d'action herbicide existants : privilégier les associations de modes d'action, encourager le désherbage en programme, alterner les modes d'action à l'échelle de la rotation...

Cette gestion préventive est particulièrement importante pour certaines espèces qui semblent présenter un risque d'apparition de résistance aux inhibiteurs de l'ALS particulièrement élevé. C'est le cas de l'ammi élevé (*Ammi majus*), espèce contre laquelle peu de mode d'action sont efficaces. En céréales par exemple, la lutte repose essentiellement sur les inhibiteurs de l'ALS. Cette espèce, à levées automnales et printanières, présente un risque important de développer une résistance notamment en rotation tournesol/blé en cas d'utilisation d'une variété de tournesol tolérante à l'imazamox ou au tribénuron-méthyle (Duroueix *et al*, 2010). Ce niveau de risque est confirmé par l'analyse des pratiques réalisées au travers de l'outil R-SIM en région Poitou-Charentes. Cet outil d'aide à la décision, qui s'appuie sur les recommandations du HRAC et sur l'expertise des instituts techniques, évalue le risque d'apparition de résistances aux herbicides selon la flore, la rotation et les herbicides employés (Lieven *et al*, 2013). Sur 128 parcelles cultivées en rotation tournesol tolérant aux inhibiteurs de l'ALS / blé où l'ammi élevé est présente, l'outil R-SIM détecte un risque élevé dans 60% des cas (herbicides du groupe HRAC B sur les deux cultures, absence de mode d'action alternatif) et un risque moyen dans 29% des cas.

Dans certaines situations, les crucifères (*Sinapsis arvensis*, *Raphanus raphanistrum*...) constituent une famille botanique pour laquelle il existe aussi un risque de résistance. A ce jour, aucune résistance n'a été détectée en France contrairement à d'autres pays (Heap, 2015). Ces espèces sont très présentes sur toutes les cultures et leur contrôle repose fréquemment sur les herbicides de groupe HRAC B. Aujourd'hui, sur céréales, le récent retrait de l'isoproturon et les limites d'emploi du chlortoluron, molécules du groupe HRAC C2, pourraient se traduire par un moindre contrôle de ces adventices *via* les

programmes d'automne. Les autres bases de désherbage automne ne sont pas toujours suffisantes et nécessiteront un complément spécifique.

Le gaillet gratteron (*galium aparine*) est aussi une espèce pour laquelle il faut être vigilant : la résistance aux herbicides du groupe HRAC B a été identifiée sur cette espèce en Turquie en monoculture de blé (Mennan et al, 2015). En France, dans certains assolements où les cultures d'hiver prédominent, le contrôle de cette adventice repose fréquemment sur les inhibiteurs de l'ALS, notamment l'amidosulfuron et le florasulame ce qui induit une pression de sélection forte.

Comme le montrent les récentes identifications de résistances sur graminées estivales, le risque est aussi présent pour des espèces inféodées aux cultures de printemps. Ce risque pourrait s'accroître en maïs en raison des restrictions d'usage qui risquent de toucher les chloroacétamides (groupe HRAC K3) utilisées en prélevée. En raison de l'impact environnemental qu'elles peuvent avoir dans certaines situations, ces matières actives pourraient voir leurs doses d'usage réduites ou leurs conditions d'utilisation restreintes. Cette perspective accroîtrait la pression de sélection exercée par les inhibiteurs de l'ALS appliqués en prélevée ou en post-levée.

Enfin, il convient de rappeler que la résistance des dicotylédones ne repose pas que sur la résistance liée à la cible. De récents travaux nous alertent sur l'existence d'une résistance non liée à la cible sur coquelicot (Délye, 2015) mais aussi sur ambrosie à feuille d'armoise (Meyer et al, 2016). Ce phénomène est lié à la pression de sélection exercée par des efficacités partielles, d'où l'intérêt d'employer les herbicides du groupe HRAC B dans leur conditions optimales (stade des adventices, conditions d'application, dose adaptée) de façon à obtenir les efficacités maximales. La perspective de phénomènes de résistance non liés à la cible chez les dicotylédones accroîtrait les difficultés de gestion de ces flores en raison du risque de résistance croisée à plusieurs modes d'action.

#### **DES PRATIQUES POUR PREVENIR ET GERER LES RESISTANCES**

Les pratiques qui permettent de prévenir l'apparition de résistances sont bien connues, surtout pour les graminées. Elles combinent des pratiques agronomiques, qui permettent de gérer le stock semencier des adventices et donc d'éviter d'avoir des populations trop importantes, et sur les bonnes pratiques d'utilisation des herbicides, notamment en alternant et diversifiant les modes d'action à l'échelle de la rotation. Elles sont résumées dans la Note Commune sur la Gestion des Adventices dans la Rotation, publiée en 2015 par les instituts techniques (Bonin *et al*, 2015). Ces pratiques sont bien connues par la majorité des agriculteurs qui hésitent cependant à les mettre en œuvre. La mise en place de ces techniques est souvent chronophage et coûteuse, ce qui limite leur mise en œuvre, notamment sur de grandes exploitations. Elles impliquent aussi une prise de risque certaine qui peut impacter le bilan économique de l'exploitation.

Si les mesures de gestion agronomique sont efficaces sur beaucoup de graminées, il n'en est pas de même pour la plupart des dicotylédones. Leur biologie, particulièrement celle de leurs semences, en fait souvent des espèces plus difficiles à gérer d'un point de vue agronomique.

#### **CONCLUSION**

Ce travail de recensement des populations résistantes n'a été possible qu'avec l'implication de l'ensemble des acteurs. Cette transparence permettra d'améliorer la connaissance des pratiques à risque mais aussi la communication sur la maîtrise des populations. Il est aujourd'hui nécessaire de définir, en collaboration avec tous les acteurs de la filière, le process de remontée et de centralisation de ces informations. La réglementation impose d'ailleurs de nouvelles exigences post homologation avec des notifications spontanées sur les cas suspects. C'est une première étape qu'il sera nécessaire de compléter avec un retour des acteurs du terrain afin de dépasser la simple constatation d'une apparition d'une population résistante.

La gestion préventive de la résistance repose sur un équilibre précaire, entre systèmes de culture diversifiés et utilisation d'herbicides de modes d'action différents, sous tendu par une dimension économique (viabilité de l'exploitation, cultures rémunératrices, etc...). En France, nous avons encore la chance, d'avoir des systèmes de cultures diversifiés (par la présence d'un nombre important de cultures). Il convient toutefois d'être vigilant sur le nombre de modes d'action encore à disposition, remis en cause par les exigences réglementaires, et d'éviter tout report sur un nombre trop restreint de ceux-ci (ex : herbicides du groupe HRAC O). Enfin, il est nécessaire de remarquer que ces pratiques de bonne gestion des modes d'action herbicides sont rarement en phase avec les exigences imposées à l'agriculture : réduire l'usage des produits phytopharmaceutiques et l'IFT.

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements à toutes les personnes qui se sont investies dans l'organisation et la participation aux réunions COLUMA dans les différentes régions. Merci notamment aux représentants des firmes phytopharmaceutiques qui ont accepté de partager leurs données, ce qui a permis des échanges constructifs et informatifs.

## BIBLIOGRAPHIE

Bonin L., Duroueix F., Gauteliez-Vizioz L., Gouwie C., Lieven J., Métais P., Quilliot E., Rodriguez A., Royer C., Simonneau D., Vacher C., 2015 – Gestion de la résistance dans la rotation. Note commune ACTA, Arvalis institut du végétal, CETIOM, ITB.

Délye C., Meyer L., Causse R., Pernin F., Michel S., Chauvel B., 2015 – Résistance aux herbicides, les estivales en force !. Perspectives Agricoles, n° 689, décembre 2015, 39-42.

Délye C., 2015 - Journées d'Echange sur les Résistances aux produits de la protection des plantes 2015 (JER 2015). Dijon, 2 et 3 février 2015. Recueil de présentation 332/547.

Duroueix F., Lecomte V., Leflon M., Lieven J., 2010 - Assurer la durabilité des solutions à base d'inhibiteur de l'ALS avec l'arrivée de nouveaux herbicides en culture d'oléagineux. AFPP-21ème conférence du COLUMA, journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. Dijon, 8 et 9 décembre 2010.

Gasquez J., Guillemain J-P., Gauvrit C., Chauvel B., 2013 – Réduction du nombre de molécules herbicides : conséquences par culture. Problématique particulière de la flore adventice. *AFPP-Vingt-deuxième conférence du COLUMA*. Dijon, France, 10-11-12 décembre 2013.

Heap, I., 2015 - The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Friday, August 19, 2016 . Available on [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)

Lieven J., Waller F., Duroueix F., Bonin L., Quilliot E., Rodriguez A., 2013 - R-SIM : un outil web qui évalue le risque d'apparition de résistance aux herbicides. . *AFPP-Vingt-deuxième conférence du COLUMA*. Dijon, France, 10-11-12 décembre 2013.

Mennan H., Kaya-Altın E., Isik D., Basaran S., Cankaya S., Budak U., Haghnama K., Sariaslan D., 2015 - Determination of ALS herbicides resistance biotype of Galium aparine L. and Bifora radians BIEB. In wheat fields by bioassay methods. *17th European Weed Research Society symposium*. Montpellier 23-26 June 2015.

Meyer L., Bailly G., Chauvel B., Le Corre V., Délye C., 2016 - Selection of non-target site (NTSR) to several ALS-inhibiting herbicides in three populations of *Ambrosia artemisiifolia*. *7th Weed Science congress*. Prague, Czech republic. June 19-25 2016.