

## Adventices

# Résistance avérée ? Des pistes pour la limiter

Gautier Fourment

Depuis plusieurs années, on observe de plus en plus de cas d'adventices, notamment Vulpin et Ray-grass, résistantes à certains herbicides. Cette tendance devient problématique pour garder les parcelles propres pendant la culture et pour la culture suivante. Avec la diminution des solutions chimiques, cette tendance pourrait s'accroître jusqu'à l'inefficacité des dernières familles chimiques autorisées. Toutefois, des leviers existent pour freiner ce phénomène. La compréhension de l'apparition de la résistance permet aussi une meilleure approche de la problématique à la parcelle, en utilisant au mieux ces leviers.

## D'où vient la résistance ?

Une étude publiée le 16 octobre 2013 par Bruno Chauvel et Christophe Delye (UMR AGRO ÉCOLOGIE) a consisté à travailler sur des plantes qui n'avaient jamais connu d'herbicides : des plantes contenues dans des collections d'herbiers antérieures à l'emploi des herbicides. Cela a permis de découvrir une mutation chez une plante prélevée en 1888. Cette mutation est actuellement la plus répandue dans les populations de Vulpin où la résistance a évolué. Cette découverte confirme le fait que la résistance est un processus de sélection darwinien<sup>1</sup>. Elle suggère également que la fréquence initiale des plantes résistantes dans les parcelles pourrait être supérieure à ce que l'on pensait jusqu'ici.

La résistance a donc toujours existé et n'est pas apparue avec l'utilisation des herbicides. Mais c'est bien l'utilisation des herbicides qui l'a révélée... Ce qui implique une attention particulière pour la gestion de ces résistances.

## La résistance et ses mécanismes

Nous appellerons ici résistance la capacité héréditaire d'une plante :  
- à ne pas être contrôlée par un herbicide appliqué dans les



Vulpin dans une parcelle de multiplication de mâche.

règles de l'art (dose, stade, conditions climatiques optimales), - et à produire une descendance viable.

On connaît deux mécanismes de résistance : la mutation de cible et la détoxification ou métabolisation.

Dans le premier cas, c'est la zone où la matière active venait se fixer qui a muté, ce qui rend cette dernière inopérante. Pour donner une image : la serrure a changé, l'ancienne clef ne marche plus... Toutes les familles chimiques qui utilisent cette même cible se retrouvent inefficaces. Cette résistance est assez visible au champ.

Dans le second cas, c'est une cascade de dégradation de la matière active qui la modifie, soit en quantité soit en qualité. Dans ce cas, c'est la clef que la plante arri-

ve à changer ! Cette capacité vient d'une (ou plusieurs) mutation naturelle de la plante que l'application répétée d'herbicide a fini par sélectionner. Tous les herbicides vont être concernés, et cette résistance est difficilement observable au champ.

De plus, ces mécanismes peuvent se combiner. On parle alors de résistance double ou cumulée : deux zones cibles ont muté, ou une zone cible mutée s'ajoute à la capacité de dégradation d'une matière active.

Il existe aussi ce que l'on appelle des résistances croisées : une mutation d'une zone cible, sélectionnée par l'utilisation trop fréquente d'un herbicide, entraîne une résistance sur une ou plusieurs autres molécules qui parfois n'ont pas encore été utilisées...

<sup>1</sup> La théorie de la sélection naturelle émise le Français Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829) et adoptée par l'Anglais Charles Darwin (1809-1882) suppose que les individus les plus faibles ou les moins adaptés au milieu ont une plus faible probabilité de se reproduire. Au fil des générations, il en résulte une sélection des individus adaptés et des caractères favorables à l'espèce. La sélection naturelle a été proposée par Darwin comme un moyen d'expliquer l'évolution biologique, et par la suite appelée la sélection darwinienne. (D'après Wikipédia)

## L'importance du choix des herbicides

Du côté des herbicides, on connaît différentes familles dont l'inefficacité est avérée sur vulpin et ray-grass.

Toutes les familles d'herbicides sont regroupées dans des groupes HRAC. L'Herbicide Resistance Action Committee (HRAC) a établi une classification en fonction du mode d'action biochimique.

Le **Tableau I** donne, pour les trois groupes pour lesquels le risque de résistance est le plus élevé, quelques exemples de substances actives concernées par ces résistances et utilisables sur cultures potagères porte-graine. Ces produits sont, en quelque sorte, victimes de leur succès, car ils ne sont pas très chers - dans la plupart des cas, et ont un large spectre d'action et sont donc utilisés sur de nombreuses cultures. Ils sont donc très (trop) fréquemment utilisés.

De plus, certains sont souvent appliqués au printemps, période où les adventices sont déjà développées et plus difficiles à éliminer. Pour ralentir la sélection de plantes résistantes, il est primordial de viser 100 % d'efficacité du programme de désherbage, quelles que soient les familles chimiques concernées.

La formule suivante est importante à avoir en tête :

$$\text{DOSE} + \text{CONDITIONS} + \text{STADE DE L'ADVENTICE} = \text{EFFICACITE}$$


Elise Morel / FNAMS

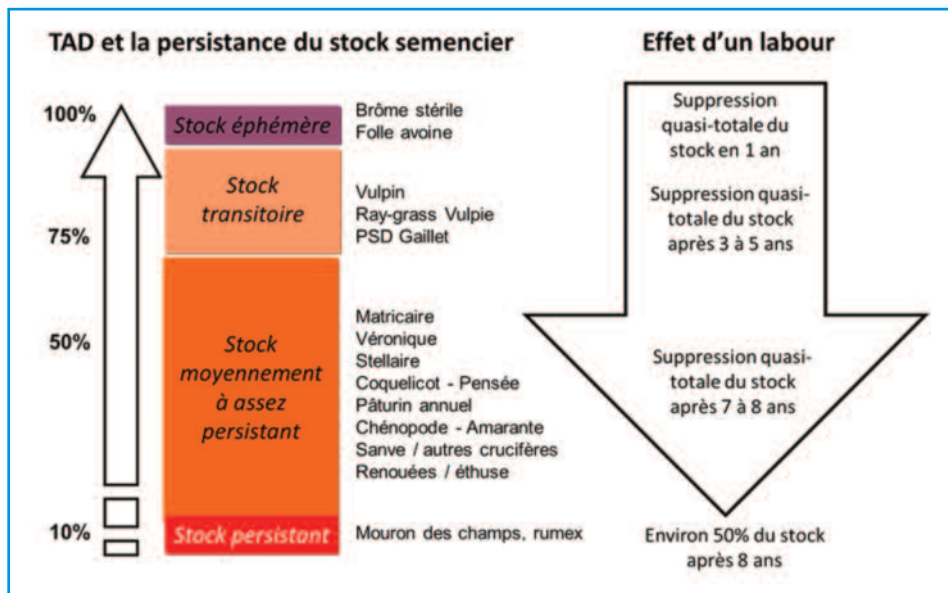
**Ray grass résistant dans une parcelle de multiplication de carotte**

Pour les applications en sortie d'hiver, penser à diversifier les familles utilisées. Privilégier les applications en automne et, si nécessaire, en programme, car le stade des adventices est encore jeune. De plus, les produits autres que les groupes A et B sont principalement racinaires et seront donc plus efficaces à cette période.

Il faut aussi souligner le risque de résistance à d'autres herbicides,

comme le flufenacet, très utilisé à présent (homologué sur blé, orge, maïs, pomme de terre, usages non agricoles: désherbage des parcs, jardins publics, trottoirs, cimetières...) ou encore des produits à base d'urée où des cas de résistances sont déjà avérés. La diversité des familles chimiques de plus en plus restreinte, et certaines réductions de doses, risquent d'accélérer l'apparition de résistances.

**Figure 1 - Effet d'un labour selon le taux annuel de décroissance**



**Tableau I – Tableau non exhaustif des groupes herbicides concernés par les résistances du Vulpin et du Ray-grass**

Lettre HRAC	Modes d'action	Exemple de Substance active	Exemple de spécialités commerciales	Exemple de cultures potagères sur lesquelles ces produits peuvent être employés
A	Inhibiteurs de l'Acétyl-coenzyme A carboxylase (ACCase)	Cléthodime (DIM) Propaquizafop (FOP)	CENTURION 240 EC PILOT	Carotte, Oignon Betterave Pois Carottes Crucifères
B	Inhibiteurs de l'enzyme Acétolactate synthase (ALS) (acétohydroxyacide synthase - AHAS)	Triflusalufuron-méthyle	SAFARI	Betterave, Chicorée
C1	Inhibiteurs de la photosynthèse au niveau du photosystème II (blocage du transfert d'électrons)	Métribuzine Lenacile	SENCORAL SC VENZAR	Carotte Epinard

### Les leviers agronomiques

Enfin, pour limiter le problème de résistance des adventices aux herbicides, plusieurs leviers doivent venir compléter les interventions chimiques dans le programme de désherbage d'une parcelle.

- **La présence de cultures intermédiaires aura un impact** sur la levée d'adventices qui pourront être détruites avant la mise en place de la culture principale.

- **La densité de semis** peut permettre de limiter la levée d'adventices, mais les problématiques de verse, de maladies et de l'azote entrent aussi en jeu.

- **L'utilisation du taux annuel de décroissance (TAD) (Figure 1)**: perte de pourcentage de graines viables au bout d'un an. Un labour sera d'autant plus efficace que le TAD sera proche de 100 %. Par exemple: le TAD du ray-grass et du vulpin se situe autour de 75 %. Faire un labour tous les ans peut remettre en germination des « mauvaises graines ». Un labour tous les trois à quatre ans semble un bon compromis, mais cette pratique sera à adapter au type de sol.

- **Le décalage des dates de semis**, plus tard ou plus tôt, peut éviter la levée d'adventices au moment du semis. Notons que, dans le cas de décalages plus tardifs, il semble utile de profiter de cette

période supplémentaire pour réaliser des faux semis.

- **L'introduction des cultures de printemps dans la rotation**: par exemple le ray-grass lève à l'automne et au printemps alors que le vulpin ne lève - pour le moment - qu'à l'automne.

- **Allonger les rotations** avec de nombreuses cultures différentes, notamment en alternant les cultures d'hiver et celles de printemps ou d'été. Ce sera d'autant plus efficace que la persistance du stock semencier de l'adventice visée est faible et que son époque préférentielle de levée est courte. De plus la diversité des cultures permet aussi de diversifier les substances actives et les interventions mécaniques utilisées tout au long de la rotation.

- **L'utilisation d'un récupérateur de menues-pailles (Figure 2)** lors des chantiers de récoltes permet aussi de récupérer les graines d'adventices et de les exporter de la parcelle.

Selon le même raisonnement, en Australie, un agriculteur et un bio-ingénieur commercialisent depuis 2013 une machine (*The Harrington Seed Destructor*) qui détruit les graines présentes dans les menues pailles avant de les éparpiller sur la parcelle. Son mécanisme consiste à récupérer les déchets qui sortent de la trémie, puis à les expulser entre deux

moulins qui écrasent les graines présentes. Conçu sous forme de remorque, le système peut maintenant s'incorporer aux moissonneuses-batteuses.

Enfin, un travail est en cours sur le **pouvoir couvrant des cultures (photo)**: la première étude en 2010 ITAB-ARVALIS-INSTITUT DU VÉGÉTAL-INRA montre une réduction de 50 % de la biomasse adventice, suivant la culture et la variété mise en place. L'étude est reconduite actuellement et l'ITAB a publié des résultats dans le même sens en février 2017. L'effet est faible sur l'année, mais la démarche s'inscrit dans une vision à long terme.

Toutefois, il faut préciser que l'effet est limité en cas de forte infestation. Mais cela fonctionne bien dans le temps, et permet en plus une meilleure efficacité des familles chimiques. Notons que ces leviers agronomiques ont une meilleure efficacité sur vulpin que sur ray-grass.

### Des outils d'aide à la décision

Il existe aussi des outils informatiques qui peuvent aider au choix ou aux modifications des pratiques à mettre en place.

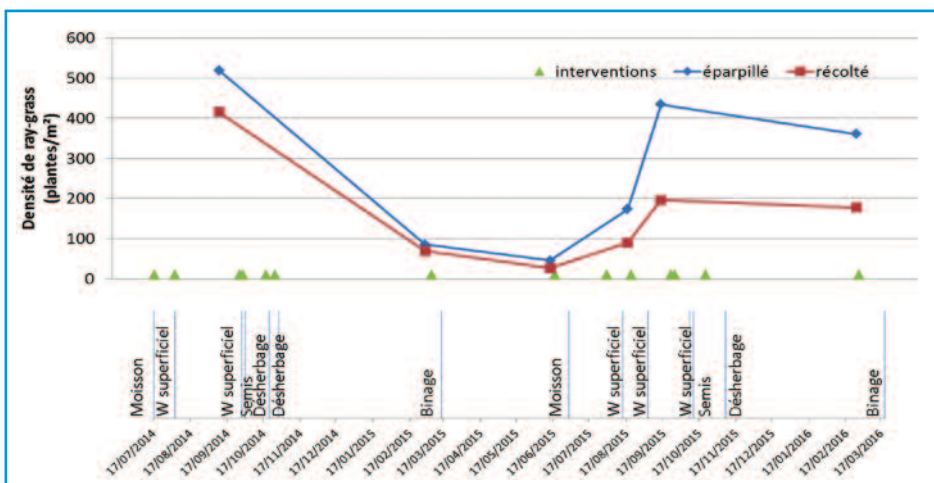
- **Infloweb ([www.infloweb.fr](http://www.infloweb.fr))**: ce site fournit des connaissances de base sur les principales mauvaises herbes rencontrées dans les grandes cultures françaises, connaissances indispensables pour aider au raisonnement des stratégies de désherbage.

- **R-sim: [www.r-sim.fr](http://www.r-sim.fr)**: il s'agit d'un outil simple qui permet à l'agriculteur de simuler le risque d'apparition de populations résistantes, pour les herbicides des groupes A et B, à partir de ses programmes de désherbage et de ses pratiques agronomiques. L'agriculteur peut ensuite modifier sa saisie et visualiser l'impact de modifications sur le niveau de risque.

- Enfin, le Réseau de Réflexion et de Recherche sur la Résistance aux Pesticides (R4P) vient d'ouvrir un site web: [www.r4p-inra.fr](http://www.r4p-inra.fr), qui met à disposition des outils

**Figure 2 - Evolution de la densité de ray-grass depuis la mise en place de la culture selon que les menues pailles sont exportées ou éparpillées (blé en 2014 et orge en 2015).**

Source : ARVALIS-INSTITUT DU VÉGÉTAL



et des informations sur la résistance aux produits de protection des plantes.

### Pour gérer l'apparition de résistance, actionner tous les leviers disponibles

Comme il n'y a pas de lutte contre les adventices sans désherbage, nous rappellerons ici les bases de la gestion des adventices sur une parcelle.

Cette gestion commence par la mise en place d'une rotation de cultures, avec une diversité des espèces et une alternance des périodes de semis. Il est important de varier les techniques de semis. Le choix des variétés, quand cela est possible, et de la densité de semis, permet dans une moindre mesure, de lutter également contre le développement des adventices.

Un travail du sol adapté permet de lutter contre le salissement de la parcelle. Le labour permet d'épuiser progressivement le stock de semences adventices à taux annuel de décroissance (TAD) élevé (jouer sur la profondeur du sol). Le déchaumage et le faux semis vont, eux, éliminer le stock semencier superficiel en stimulant, puis en détruisant les levées d'adventices. Toutefois, l'efficacité de ces pratiques peut être atténuée par le phénomène de dormance des graines d'adventices. Cette dormance est propre à chaque espèce d'adventices (durée, condition de sortie...).

Par exemple, pour le ray-grass ou le vulpin, un faux-semis réalisé en conditions de sol humide peut stimuler davantage la germination et permettre ainsi la levée de dormance.

Autre exemple, avec le géranium: TERRES INOVIA, dans une expérimentation réalisée dans l'Indre, a mis en évidence qu'il est plus facile de faire lever des graines de géranium après un colza que derrière une céréale.

Bien qu'il n'existe pas encore de solution pour lever toutes les dormances (tout type d'adventice), ce

**Tableau II – Efficacité des leviers agronomiques en fonction de certaines adventices -**  
Source ACTA/ARVALIS

Adventices	Rotation	Labour ponctuel	Faux semis	Décalage de la date de semis	Nettoyage des outils /entretien des fossés
Bromes	■	■	■	■	■
Folles avoines	■	■	■	■	■
Pâturin annuel	■	■	■	■	■
Phalaris paradoxal	■	■	■	■	■
Ray-grass d'Italie	■	■	■	■ / ■	■
Vulpin des champs	■	■	■	■	■
Ammi élevé	■	■	■	■	■
Anthémis cotule	■	■	■	■	■
Anthémis élevée	■	■	■	■	■
Matricaire camomille	■	■	■	■ / ■	■
Coquelicot	■	■	■	■ / ■	■
Gaillard gratteron	■	■	■	■ / ■	■
Ravenelle	■	■	■	■	■
Sanve/ Rapistre	■	■	■	■	■
Véronique à feuille de lierre	■	■	■	■	■
Véronique de perse	■	■	■	■	■

■ Inefficace ou non faisable ■ Efficacité moyenne ou variable  
■ Efficacité insuffisante ou très aléatoire ■ Efficacité bonne et constante

phénomène est encore loin de remettre en cause le travail du sol dans la gestion des adventices. La connaissance de la biologie de chaque adventice présente sur sa parcelle reste la seule solution pour optimiser ses interventions de désherbage.

Lorsque la culture est en place, privilégier les interventions chimiques (produit/dose efficaces) en programmes et alterner les familles chimiques (les demi-doses ou sous-doses favorisent l'apparition de la résistance).

Pour les interventions mécaniques, certaines cultures sont plus prédisposées que d'autres aux passages d'outils, d'où l'importance d'une rotation de culture diversifiée.

Le stade des adventices et les conditions météorologiques lors du traitement, et après, sont aussi un facteur d'efficacité. Par exemple, le KERB FLO ou le LÉGURAME LIQUIDE sont des produits très peu solubles, qui ont besoin de beaucoup d'eau après application, et qui se dégradent vite en cas de forte température. Privilégiez-les à l'entrée de l'hiver, évidemment en tenant compte de la sélectivité du produit sur la culture...

Rappelons aussi que le nettoyage des machines entre chaque par-

celle, notamment à la récolte, permet de limiter la diffusion de graines adventices.

L'entretien des bordures de champs doit faire aussi l'objet d'une attention particulière. Dans le cas d'une parcelle avec des zones sales, il est conseillé de récolter ces dernières à la fin et à part. Et pour certaines espèces (vivaces notamment), il est souvent plus rentable d'investir quelques heures à un moment donné que de multiplier les travaux du sol ou des applications herbicides pendant de longues années.

Le **Tableau II** présente l'efficacité des différents leviers agronomiques selon les adventices.

*La résistance des adventices aux substances actives met en jeu différents mécanismes, ce qui complexifie la réponse à apporter et la pluralise. Que ce soit pour ralentir l'apparition des résistances ou pour lutter contre des plantes adventices résistantes, les techniques à mettre en place sont identiques. De plus, il est important de signaler que la résistance ne disparaît pas de la parcelle une fois qu'elle est présente: cela implique une gestion raisonnée (famille/dose/stade/conditions/période...) pour toutes les années à venir. Il est donc primordial d'être vigilant et actif vis-à-vis de cette problématique. ■*