

# Identification de leviers et pratiques pour la gestion intégrée de l'Ambroisie à feuilles d'armoïse (*Ambrosia artemisiifolia*)

2017-2018

Christophe Délye (INRA), Valérie Le Corre (INRA), Ingrid Barrier (Chambre d'Agriculture 82), Franck Duroueix (Terres Inovia), Fanny Lorré (stagiaire ESA)

## Chapeau

L'Ambroisie à feuilles d'armoïse est une espèce adventice difficile à contrôler, et dont le pollen impacte la santé humaine. Une combinaison inédite de deux approches complémentaires a été déployée dans le but de contribuer à améliorer la gestion de cette espèce. Un outil « Hi-tech » d'analyses moléculaires (test ADN à haut débit) a été développé et a permis de cartographier l'étendue du premier foyer de résistance à des herbicides identifié en France chez l'Ambroisie, dans le département du Tarn-et-Garonne. En parallèle, des enquêtes agronomiques menées dans ce département ont permis d'identifier des pratiques et facteurs favorisant l'évolution de résistances aux herbicides chez cette espèce, mais aussi des leviers permettant d'améliorer la gestion de cette espèce dans les parcelles agricoles.

## Introduction

L'Ambroisie à feuilles d'armoïse (*Ambrosia artemisiifolia*) est une espèce envahissante d'origine Nord-Américaine. En France, cette plante est capable de proliférer dans les milieux ouverts (friches, bords de rivières, et parcelles agricoles). L'Ambroisie est un problème de santé public, à cause de son pollen allergisant et allergénique. C'est aussi une adventice majeure des cultures d'été (tournesol, soja, maïs...). En milieu agricole, l'Ambroisie infeste particulièrement les cultures d'été (tournesol, soja, maïs...), mais elle peut également proliférer sur les chaumes de céréales (Fig. 1).



Fig. 1. Infestation d'Ambroisie sur chaumes de blé. © C. Délye



Dans les cultures d'été en agriculture conventionnelle, l'Ambroisie est essentiellement contrôlée par des applications d'herbicides. Ceci est particulièrement vrai pour le tournesol. Cette culture est très vulnérable à l'Ambroisie (Fig. 2). Les applications d'herbicides inhibiteurs de l'acétolactate-synthase (ALS) sont de loin le levier le plus efficace pour le contrôle de l'Ambroisie en tournesol. Ces herbicides ne peuvent être appliqués que sur des variétés dites « tolérantes ». Il en existe deux types. Les cultivars « Clearfield » ou « Clearfield Plus » sont tolérants à l'imazamox (Pulsar, Pulsar Plus). Les cultivars « Express Sun » sont tolérants au tribénuron (Express SX). Toutefois, l'efficacité de ces herbicides est remise en cause par l'évolution de résistances aux herbicides chez l'Ambroisie. Afin de permettre de maintenir un contrôle satisfaisant de cette espèce dans les parcelles agricoles, ce travail a poursuivi un triple objectif:

- Développer un outil « à haut débit » permettant la détection rapide de résistances dans un grand nombre d'échantillons d'Ambroisie. Ce type d'outil doit permettre un suivi efficace et une cartographie fine de la résistance.
- Identifier les pratiques favorisant le développement de la résistance aux herbicides inhibiteurs de l'ALS chez l'Ambroisie, afin de proposer des recommandations visant à réduire le risque de sélection de résistances.
- Identifier des leviers et pratiques alternatives aux herbicides pour le contrôle de l'Ambroisie.

Le département du Tarn-et-Garonne est très impacté par les infestations d'Ambroisie. C'est aussi le département où le premier foyer de résistance à des herbicides inhibiteurs de l'ALS identifié en France (Délye et coll., 2015). Pour ces raisons, **le Tarn-et-Garonne a servi de cadre à ce travail.**

## Développement d'un outil « à haut débit » de détection des résistances

Une série de 96 parcelles géoréférencées couvrant la zone infestée par l'Ambroisie dans le Tarn-et-Garonne a été échantillonnée en 2016 et 2017 pour cette expérimentation. À l'intérieur de chaque parcelle, 50 feuilles d'Ambroisie ont été prélevées (une feuille sur chacune de 50 plantes réparties sur l'ensemble de la zone infestée).

Les 96 lots de 50 feuilles ont été analysés par une procédure comprenant:



Fig. 2. Infestation d'Ambroisie dans du tournesol © C. Délye

- l'extraction en pools de l'ADN des feuilles prélevées sur chaque parcelle (une seule extraction sur les 50 feuilles),
- l'amplification par PCR de trois fragments d'ADN portant toutes les mutations de l'ALS connues pour conférer une résistance à des herbicides (mutations aux codons 122, 197, 205, 376, 377, 574, 653 et 654).
- l'étiquetage des fragments d'ADN à l'aide d'une « étiquette » moléculaire permettant de retrouver la parcelle d'origine
- le séquençage de tous les fragments obtenus pour l'ensemble des 96 parcelles par une seule analyse utilisant la technique de séquençage à très haut débit « Illumina ».
- l'analyse des 20 millions de séquences générées grâce à un pipe-line bioinformatique développé à l'INRA. Ce pipe-line a permis d'attribuer les séquences à chaque parcelle, et de rechercher des mutations dans les plantes prélevées. Ainsi, pour chacune des 96 parcelles, nous avons déterminé:
  - Quelle(s) mutation(s) étai(en)t présente(s) dans la parcelle.
  - En quelle(s) fréquence(s).

## Cartographie de la résistance aux inhibiteurs de l'ALS dans le Tarn-et-Garonne

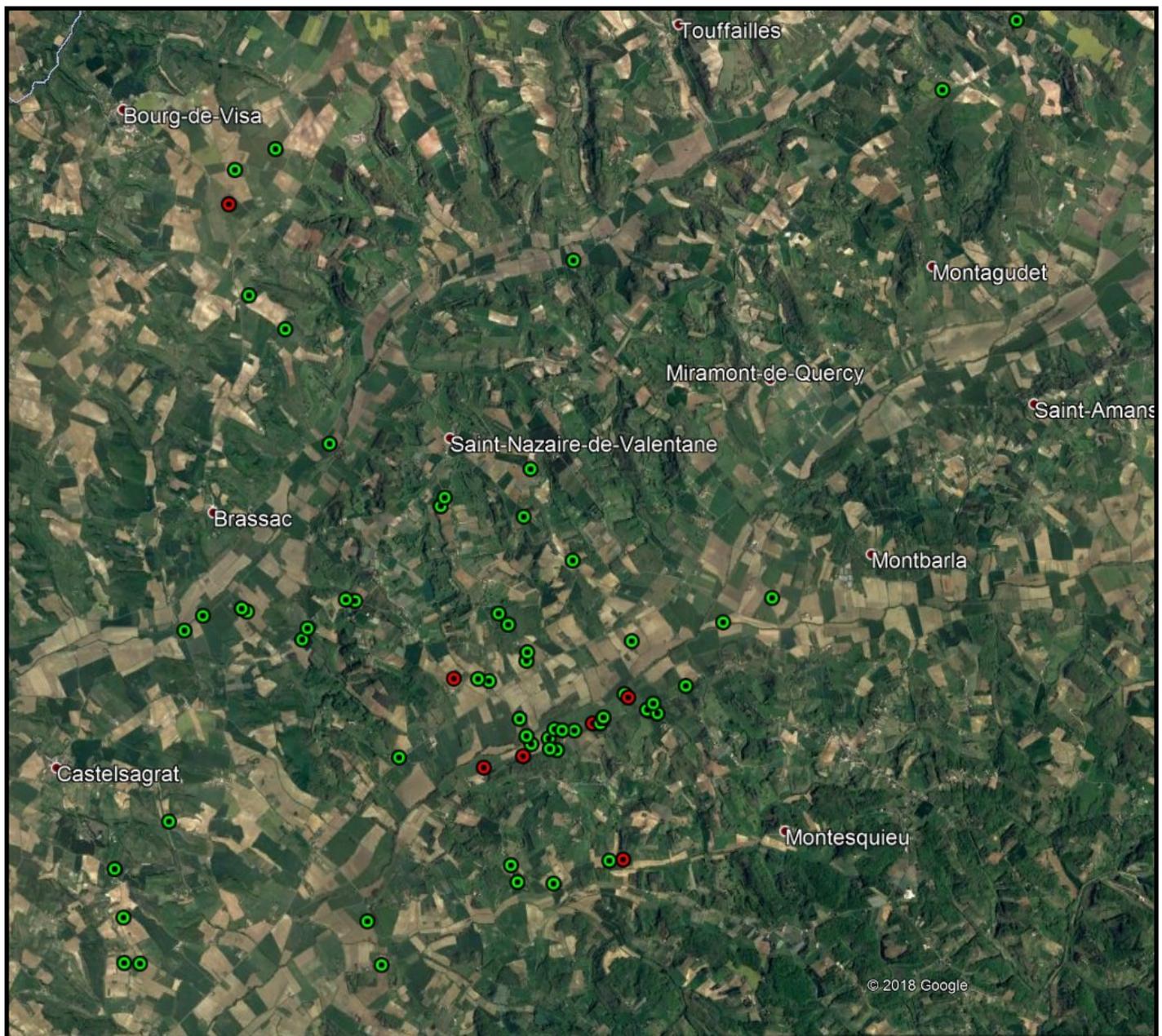


Fig. 3. Cartographie de la présence dans le Tarn-et-Garonne de mutations de l'ALS donnant une résistance de l'Ambroisie aux inhibiteurs de l'ALS. Chacune des 96 parcelles échantillonnées est représentée par un point. Point vert, aucune mutation détectée. Point rouge, mutation détectée.

L'outil moléculaire de détection des résistances a été développé et validé avec succès. Il a permis d'analyser 96 parcelles dans le Tarn-et-Garonne. **La présence d'une mutation au codon 205 de l'ALS conférant une résistance à des inhibiteurs de l'ALS a été détectée dans huit de ces parcelles** (Fig. 3, indiquées en rouge).

Six parcelles sont regroupées dans une même vallée, dans un rayon d'approximativement un kilomètre. Les deux autres parcelles sont situées dans deux vallées différentes, à respectivement 2,5 km au sud et 7,5 km au nord du foyer principal. Ces deux dernières parcelles peuvent avoir été contaminées par des semences provenant du foyer principal. En effet, les engins agricoles, notamment les moissonneuses, sont un vecteur très efficaces de semences d'adventices.

## Enquête sur la gestion de l'Ambroisie dans le Tarn-et-Garonne

Les enquêtes avaient pour objectif d'éprouver la véracité de trois hypothèses:

- **H1:** L'emploi des variétés de tournesol tolérantes aux herbicides inhibiteurs de l'ALS (**VTH**) n'est pas une solution suffisante pour lutter contre l'Ambroisie.
- **H2:** Les pratiques des agriculteurs ont eu une influence sur la sélection de la résistance.
- **H3:** Il existe d'autres solutions, complémentaires aux VTH ou se suffisant à elles-mêmes,

pour lutter contre l'Ambroisie.

Les enquêtes ont été menées en deux temps. Dans un premier temps, auprès de techniciens des quatre organismes stockeurs présents sur la zone (MaisAgri Duran, La Gerbe, AgriAgen et QualiSol). Et dans un second temps, directement auprès de 34 agriculteurs confrontés à la présence d'Ambroisie dans leurs parcelles (Fig. 4).

Les agriculteurs concernés consistent en neuf exploitants ayant une activité de production de semences (nécessitant un excellent contrôle de l'Ambroisie), 18

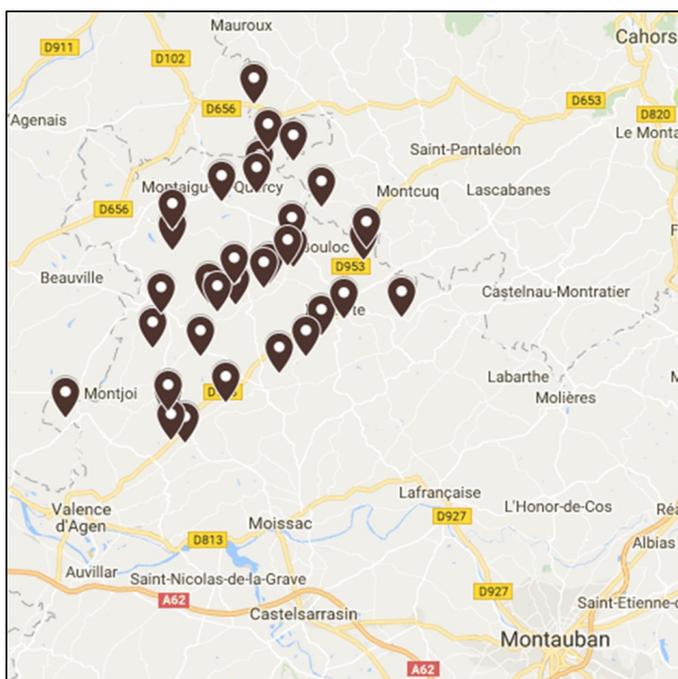


Fig. 4. Répartition des 34 agriculteurs enquêtés

polyculteurs ayant un atelier chronophage (élevage, arboriculture...) et sept exploitants en agriculture biologique.

Le questionnaire utilisé comportait quatre volets :

- L'exploitation et ses caractéristiques (SAU, système d'exploitation, localisation, relief et type de sol, assolement et rotations).
- La place et l'historique de l'Ambroisie sur l'exploitation (origine et niveaux d'infestation, qualité de la gestion, niveau d'information de l'agriculteur sur l'Ambroisie). Cette partie inclue, en tournesol, l'utilisation ou non de variétés tolérantes ainsi que les déterminants de ce choix.
- Les pratiques agronomiques utilisées contre l'Ambroisie (impact économique et sur le temps de travail) et les éventuelles conséquences de l'infestation sur l'exploitation.
- L'itinéraire technique du désherbage de chaque

culture infestée (gestion de l'interculture précédente, désherbage de la culture en place, gestion de l'interculture suivante).

## L'herbicide associé au tournesol VTH (« tolérant ») n'est pas employé de manière optimale

Les résultats des enquêtes montrent que 22 des 27 agriculteurs conventionnels enquêtés utilisent du tournesol « tolérant ». Toutefois, l'herbicide associé (Pulsar 40: imazamox) n'est systématiquement appliqué que dans 60% des cas. L'implantation d'un tournesol VTH est généralement considérée comme l'assurance d'avoir une solution herbicide contre l'Ambroisie en cas d'infestation inacceptable de la culture.

**L'imazamox est préconisé comme un herbicide de post-levée précoce.** Il doit être appliqué:

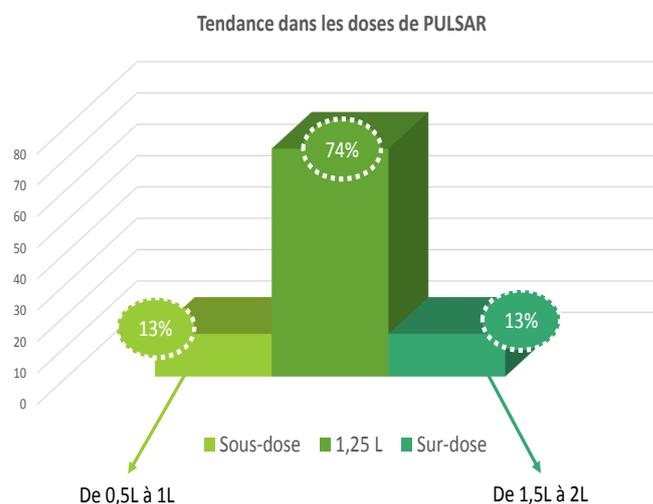
- En **une seule fois à la pleine dose** (Pulsar 40 à 1,25L/ha) sur de jeunes plantes d'Ambroisie (**maximum 4 feuilles développées**)

**OU**

- En **deux applications à demi-dose** (0,625 L/ha additionné d'1L/ha d'huile), **espacées de 8 à 10 jours au plus**, sur des plantes d'Ambroisie ayant **au plus 2 feuilles développées**.

En outre, **l'application préalable d'un herbicide de prélevée efficace sur Ambroisie** (aclonifen + flurtamone) **est systématiquement conseillée** depuis 2017.

En ce qui concerne la post-levée, 13% des agriculteurs enquêtés effectuent des applications sous-dosées, tandis que 13% sur-dosent « par sécurité » (ci-dessous).



Lorsque le Pulsar est appliqué en deux demi-doses, la seconde application n'est pas systématiquement effectuée (18% des répondants invoquent un manque de temps, de mauvaises conditions météo, ou l'impression que la première application a suffi à contrôler l'Ambroisie). À ceci vient s'ajouter l'application d'imazamox sur des plantes d'Ambroisie souvent trop développées. En résumé, **l'imazamox est utilisé comme un herbicide de rattrapage, ce qu'il n'est pas**. Ces mauvaises pratiques aboutissent à une efficacité sub-optimale des traitements. Or, **une mauvaise efficacité des traitements accroît le risque de sélection de résistances**.

## L'herbicide de post-levée seul ne suffit pas à lutter contre l'Ambroisie

En général, les agriculteurs conventionnels enquêtés estiment que l'utilisation d'imazamox ne suffit pas à elle seule à contrôler totalement l'Ambroisie dans le tournesol. Plusieurs pratiques émergent lorsque l'on compare les agriculteurs déclarant obtenir un contrôle **satisfaisant** de l'Ambroisie à ceux déclarant un

**mauvais** contrôle de cette adventice (Fig. 5).

Chez les agriculteurs conventionnels, les programmes de désherbages chimiques sont peu différents entre les deux groupes. Toutefois, les agriculteurs conventionnels déclarant contrôler efficacement l'Ambroisie respectent mieux les préconisations d'emploi de l'imazamox et l'associent plus systématiquement à un herbicide de pré-levée (79% des répondants), ce qui suggère une meilleure efficacité du contrôle chimique de l'Ambroisie que dans l'autre groupe où seuls 29% des répondants effectuent une application de pré-levée.

Les pratiques de désherbage non chimiques différenciant les agriculteurs déclarant bien contrôler l'Ambroisie sont:

- une rotation plus longue incluant des cultures d'hiver ou de printemps.
- le recours au désherbage manuel s'il reste trop d'Ambroisie dans les cultures (surtout chez les agriculteurs biologiques et les producteurs de semences).
- un recours accru aux faux-semis (jusqu'à deux ou trois chez les agriculteurs biologiques).
- une date de semis plus tardive.

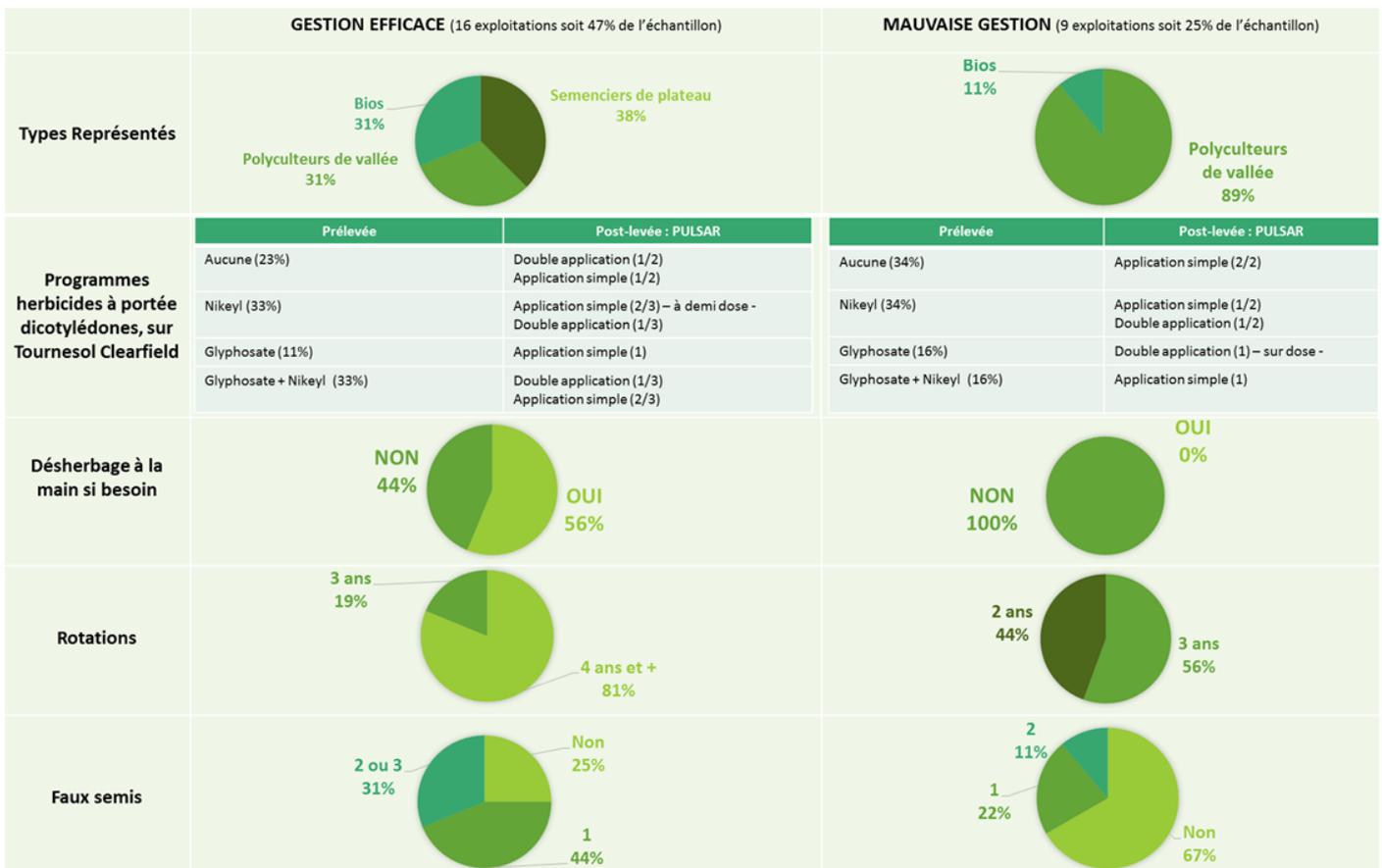


Fig. 5. Programmes de désherbage dans le tournesol (agriculteurs conventionnels) et pratiques de désherbage différenciant les agriculteurs (conventionnels et biologiques) contrôlant efficacement l'Ambroisie (à gauche) de ceux la contrôlant peu ou mal (à droite)

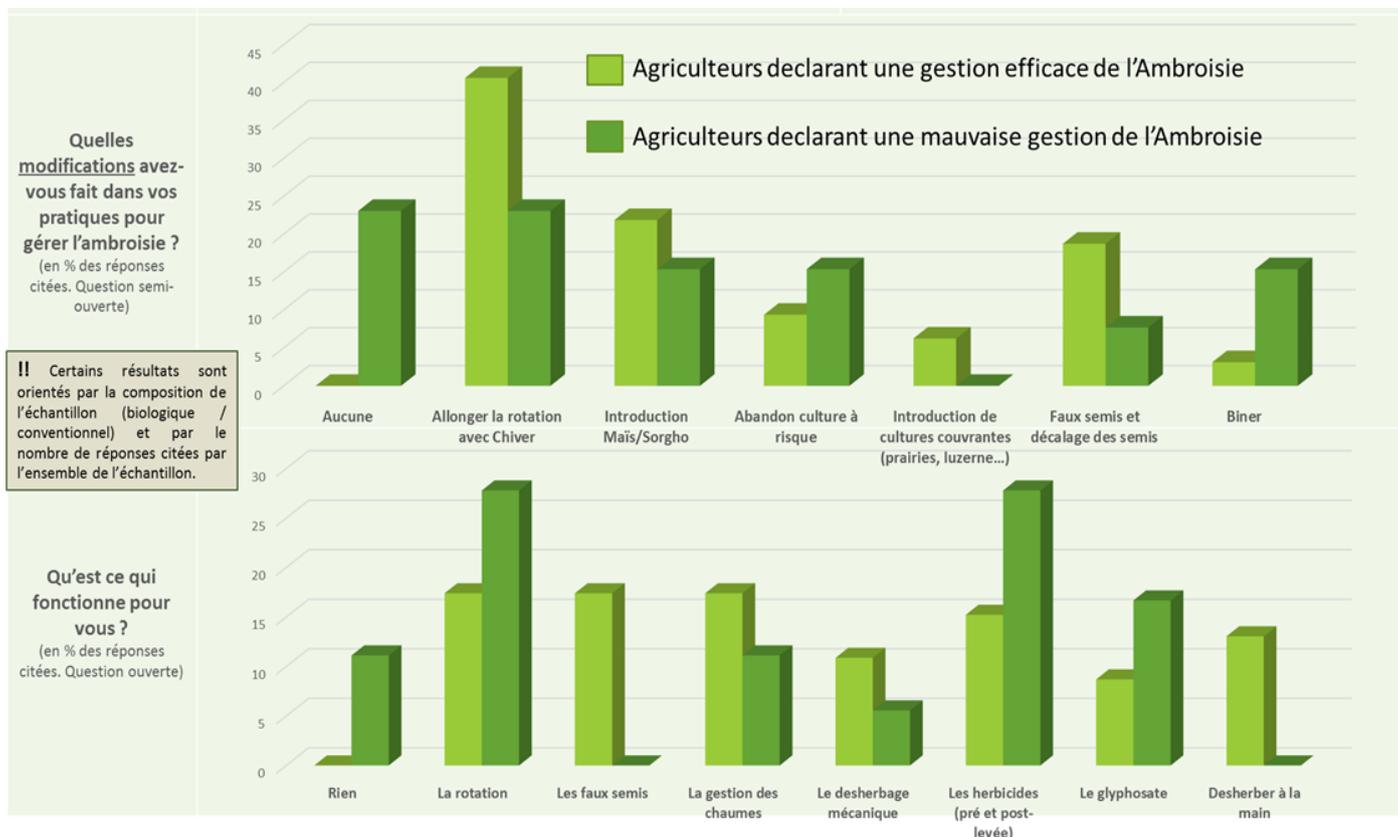


Fig. 6. Modifications apportées dans leurs pratiques et pratiques considérées comme efficaces contre l'Ambroisie par les agriculteurs (conventionnels et biologiques) contrôlant efficacement l'Ambroisie et ceux la contrôlant peu ou mal.

Ces pratiques émergent également lorsque l'on interroge les agriculteurs des deux groupes sur les pratiques de contrôle de l'Ambroisie qu'ils considèrent efficaces, et sur celles qu'ils ont effectivement mises en œuvre (Fig. 6).

Les enquêtes ont permis de valider les trois hypothèses qui avaient été proposées:

- **H1:** L'emploi des variétés de tournesol tolérantes aux herbicides inhibiteurs de l'ALS (VTH) n'est pas une solution suffisante pour lutter contre l'Ambroisie.

Cette hypothèse est correcte, particulièrement en cas de fortes infestations. **L'emploi de VTH (et de l'herbicide associé) doit impérativement être accompagné de pratiques complémentaires** pour obtenir un contrôle acceptable de l'Ambroisie.

- **H2:** Les pratiques des agriculteurs ont eu une influence sur la sélection de la résistance.

L'herbicide associé aux VTH est un herbicide **de post-levée précoce**, et non un herbicide de rattrapage. Il doit donc être appliqué correctement (c'est à dire en respectant les préconisations: à la pleine dose recommandée, et sur des plantes d'Ambroisie qui ne soient pas trop développées). Si la technicité de l'agriculteur n'est pas suffisante, le risque de sélectionner une résistance est élevé.

Le développement d'un outil moléculaire permettant

le **diagnostic à haut débit de résistances aux herbicides** chez l'Ambroisie a permis de détecter de telles résistances dans le département enquêté. Dans les parcelles concernées, **l'emploi des herbicides associés aux VTH est à déconseiller si l'Ambroisie ne peut pas être contrôlée totalement par d'autres méthodes**. En effet, continuer à utiliser des inhibiteurs de l'ALS ne fera qu'aggraver le problème de la résistance.

- **H3:** Il existe d'autres solutions, complémentaires aux VTH ou se suffisant à elles-mêmes, pour lutter contre l'Ambroisie.

L'Ambroisie peut être contrôlée efficacement dans le tournesol sans recourir à l'emploi d'herbicides (en agriculture biologique, par exemple).

Les pratiques utilisées en agriculture biologique pourraient également être mises en œuvre dans des parcelles conventionnelles, en complément ou en remplacement des herbicides. Ceci peut avoir un impact important sur l'organisation du travail, voire sur la conception de la rotation. Il est important de bien garder en tête qu'une seule pratique de desherbage ne permettra pas de contrôler totalement l'Ambroisie. **C'est la combinaison de plusieurs pratiques, non-chimiques et/ou chimiques, qui permet une gestion intégrée et efficace de l'Ambroisie.**



Binage du tournesol (© Terres Inovia)

## Conclusions

La conclusion la plus importante de ce travail est que **le panel de solutions chimiques de désherbage de l'Ambroisie n'est pas suffisant pour maîtriser à lui seul cette adventice, en particulier sur tournesol.**

Le désherbage chimique de l'Ambroisie dans cette culture doit être effectué dans le respect des recommandations. En particulier, conformément aux préconisations de Terres Inovia, le contrôle chimique de l'Ambroisie requiert l'application d'un herbicide de prélevée précédant l'application de post-levée, ceci à la fois pour améliorer l'efficacité du contrôle et préserver l'efficacité des inhibiteurs de l'ALS utilisés en post-levée.

L'emploi des herbicides de **post-levée précoce** qui sont associés aux VTH de tournesol (imazamox ou tribénuron) requiert pour sa part **une forte rigueur dans le positionnement du produit pour assurer une bonne efficacité et limiter le risque de sélection de résistance.**

Les prélèvements et analyses réalisés grâce à l'outil de diagnostic de résistances développé pendant cette étude confirment que ce risque de résistance est bien présent, et qu'il **est nécessaire de mettre en œuvre une combinaison de leviers non chimiques et/ou chimiques (Fig. 7) pour gérer efficacement l'Ambroisie tout en réduisant son risque de sélectionner des résistances.**

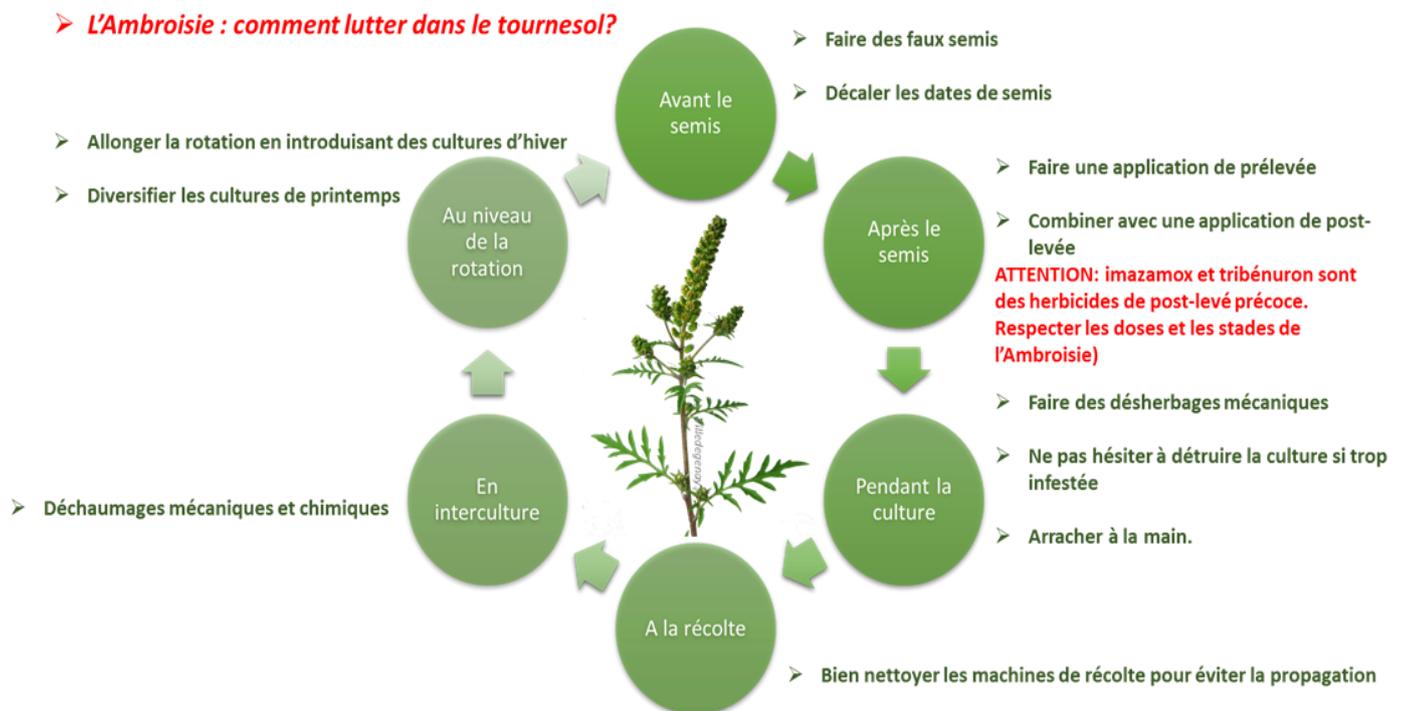


Fig. 7. Résumé des recommandations pour un contrôle efficace de l'Ambroisie en tournesol.

## En savoir plus

Délye C., Meyer L., Causse R., Pernin F., Michel S. & Chauvel B., 2015. Résistances aux herbicides : les estivales en force ! Phytoma – LdV 689, 39-42

Duroueix F., Vuillemin F., 2018. Désherbage du tournesol et du soja : contre l'ambrosie, trois leviers supplémentaires. Perspectives agricoles 451, 35-38.

Résistance aux herbicides en grandes cultures: l'Ambrosie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*). Fiche pratique associée à la Note commune inter-instituts 2019 pour la gestion des résistances des adventices aux herbicides en grandes cultures. [www.r4p-inra.fr/fr/la-note-commune-herbicides-est-en-ligne/](http://www.r4p-inra.fr/fr/la-note-commune-herbicides-est-en-ligne/)

Lorré F., 2018. État des lieux des pratiques des agriculteurs du Tarn-et-Garonne pour la gestion de l'Ambrosie à feuilles d'armoise. École Supérieure d'Agricultures d'Angers, 67 pages.

## Remerciements

Nous remercions les techniciens de MaisAgri Duran, La Gerbe, AgriAgen et QualiSol pour leur aide dans la réalisation des enquêtes, ainsi que les agriculteurs ayant accepté d'apporter leur témoignage sur la lutte contre l'Ambrosie.

## Les auteurs



Christophe Délye est biologiste moléculaire, spécialiste de l'évolution des résistances aux herbicides chez les adventices à l'INRA de Dijon.



Valérie Le Corre est généticienne des populations et s'intéresse à l'évolution chez les espèces végétales à l'INRA de Dijon.



Franck Duroueix est agronome, responsable de l'évaluation des intrants à Terres Inovia.



Ingrid Barrier est conseillère Grandes Cultures en conventionnel et en biologique à la Chambre d'Agriculture 82, et Ingénieur Réseau d'un groupe de fermes DEPHY



Fanny Lorré est étudiante en 4<sup>ème</sup> année à l'École Supérieure d'Agricultures d'Angers

## Soutien financier

