

Décembre 2014  
volume n° 4 / numéro n° 2  
www.agronomie.asso.fr

# Agronomie

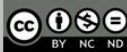
## environnement & sociétés

La revue de l'association française d'agronomie



## Variétés et systèmes de culture

Quelle co-évolution ? Quelles implications pour l'agronomie et la génétique ?



Agronomie, Environnement & Sociétés est une revue à comité de lecture et en accès libre éditée par l'Association Française d'Agronomie (AFA) sous le numéro ISSN 1775-4240. Plus d'informations [www.agronomie.asso.fr/aes](http://www.agronomie.asso.fr/aes). L'AFA est une association à but non lucratif qui publie des travaux en accès libre.

Les articles sont publiés sous la licence Creative Commons 2.0. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

## Questions induites par la diffusion des variétés de tournesol tolérantes à des herbicides de la famille des inhibiteurs de l'ALS

Valentin BEAUVAL\*

\*Agronome ayant été agriculteur en GAEC de 1981 à 2010 dans le Saumurois dans une ferme spécialisée en grandes cultures et diverses semences. Notre système de culture a été fortement influencé par l'approche « agriculture intégrée »<sup>1</sup>. Nous avons cultivé du tournesol et du colza pendant 30 ans dans des rotations le plus souvent quadriennales. En tournesol, nos rendements moyens annuels ont fluctué entre 28 et 35 quintaux par hectare. L'utilisation d'herbicides a toujours été limitée avec un IFT moyen inférieur à 1 dès les années 2000 (IFT = Indicateur

de Fréquence de Traitement<sup>2</sup>). Le binage mécanique de nos parcelles de tournesols (et parfois colzas) a été systématique dès la fin des années 80 grâce à un équipement performant (bineuse 6 rangs sur porte outil) géré en groupe.

Par ailleurs, membre jusqu'en fin 2012 d'un groupe créé dans le cadre d'Ecophyto 2018 pour suivre l'évolution des pollutions des eaux par les pesticides, groupe piloté par la DREAL des Pays de Loire. Egalement depuis les années 80, consultant AVSF (Agronomes et vétérinaires sans frontières), CIRAD (Centre international de recherche agronomique et de développement), IRAM (Institut de recherche sur les méthodes de développement), GRET (Groupe de recherche et d'étude technologique) et FFEM (Fonds français pour l'environnement mondial) sur des problématiques de développement rural et d'agroécologie.

### Introduction

Dans un pays ayant choisi de mettre en place le plan Ecophyto 2018 visant la réduction de l'usage de 50% des pesticides d'ici 2018 et souhaitant être l'un des leaders en Europe en matière d'agroécologie, la diffusion à grande échelle de variétés de tournesol (environ 200.000 ha en 2013 soit le tiers des superficies françaises) et bientôt de colza rendues, par mutagenèse, tolérantes à des herbicides, posent de nombreuses questions.

(NB : le terme VTH sera utilisé dans cet article pour désigner ce type de variétés. La liste des autres sigles utilisés figure en annexe 2).

Dans le cas des VTH tournesol et colza, ce questionnement est amplifié par le fait que la tolérance concerne des herbicides de la famille des inhibiteurs d'ALS, famille d'herbicides très fréquemment utilisée dans nos systèmes de grande culture et pour laquelle de nombreuses résistances sont déjà signalées dans de nombreux pays du Monde. Une des questions centrales abordées dans cet article sera donc les possibles incidences de ces VTH tournesol (et bientôt colza) sur les systèmes de grandes cultures (au niveau exploitation et territoire) et l'analyse des mesures prises dans le cadre du « plan VTH » adopté fin

2012, plan impliquant le CETIOM, InVIVO, la FNA, etc... ainsi que les organismes commercialisant ces VTH.

Cet article est essentiellement centré sur les questions agronomiques posées par les VTH tournesol et il n'évoque pas d'autres questions importantes comme, par exemple, la nécessité ou non d'informer les agriculteurs, les acteurs des filières concernées voire les consommateurs sur la forme de mutagenèse utilisée<sup>3</sup>. Un agriculteur qui utilise ces variétés n'a en effet pas d'informations sur ces points car, dans l'UE, les VTH sont protégées par de simples Certificats d'Obtention Végétale (COV) alors que des brevets concernant la mutagenèse sont associés à leur conception (avec le COV et contrairement au brevet, l'obteneur n'a pas l'obligation de décrire et de diffuser le mécanisme détaillé d'obtention des variétés qu'il propose à l'inscription).

### Rappels concernant les variétés VTH et le développement de résistances aux herbicides inhibiteurs de l'ALS

Les résistances exploitées commercialement dans les variétés VTH de tournesol et colza reposent en général sur des mutations<sup>4</sup> de l'enzyme acétolactate synthase [ALS], plus souvent désignée sous le nom d'acétohydroxyacide synthase [AHAS]. Cet enzyme joue un rôle clef dans la synthèse des acides aminés ramifiés [leucine, isoleucine, valine] et est la cible des herbicides du groupe B [classification HRAC], en particulier les imidazolinones et sulfonylurées.

Parmi les herbicides inhibiteurs de l'acétolactatesynthétase (ALS), on note des matières actives qui sont actuellement très utilisées pour les céréales à paille, le maïs et de nombreuses autres cultures :

- \* Sulfonylurées (metsulfuron, iodosulfuron, mesosulfuron, etc.);
- \* Triazolopyrimidines (florasulame, pyroxsulame, métosulame);
- \* Sulfonylamino-carbonyl-triazolinones (propoxycarbazone sodium);
- \* Imidazolinones (imazamox).

La très large utilisation de ces herbicides se traduit dans de nombreux pays par l'apparition d'un nombre croissant d'adventices résistantes. Le graphique ci-dessous représente, au niveau mondial et selon le site d'action des herbicides, le nombre d'espèces devenues résistantes (source WeedScience – 2014). La courbe ayant la plus forte pente concerne les écotypes résistants aux inhibiteurs

<sup>3</sup> Les VTH tournesol et colza sont le plus souvent obtenues grâce à des mutations provoquées par l'utilisation de produits chimiques ou de rayonnements ionisants. Elles devraient logiquement rentrer dans le cadre de la directive UE 2001/18 : Article 2 – Définition : Un organisme génétiquement modifié (OGM) est un organisme, à l'exception des êtres humains, dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle. Toutefois l'annexe 1B mentionne : Les techniques/méthodes de modification génétique produisant des organismes à exclure du champ d'application de la présente directive (...) sont : 1. la mutagenèse ; 2. la fusion cellulaire... Pour en savoir plus sur l'évolution des méthodes de sélection, voir Lusser M., Parisi C., Plan D., Rodriguez-Cerezo E. (2011). New plant breeding techniques. State-of-the-art and prospects for commercial development, European Commission, Joint Research Center (JRC), EUR 24760 EN.

<sup>4</sup> Pour les variétés de Tournesol résistantes à des herbicides, on peut citer deux procédés : Express Sun issu d'une mutation induite et Clearfield, issu d'une mutation spontanée parfois renforcée par une mutation induite (les deux types de variétés étant cultivés en France depuis 2010). Pour le colza, il s'agit de mutations induites par l'homme.

<sup>1</sup> Cf. l'ouvrage de Philippe Viaux, ex cadre d'Arvalis : « La troisième voie en grandes cultures ».

<sup>2</sup> L'Indicateur de Fréquence de Traitement (IFT) correspond au « nombre de doses homologuées » appliquées sur une parcelle pendant une campagne culturale. La dose homologuée est définie comme la dose efficace d'application d'un produit sur une culture et pour un organisme cible donné. En conséquence, l'IFT reflète la « pression phytosanitaire » exercée sur la parcelle et sur l'environnement ainsi que la dépendance des agriculteurs vis à vis de ces produits.



d'ALS. Plus de 140 espèces ont été recensées en 2014 dont le coquelicot et le vulpin.

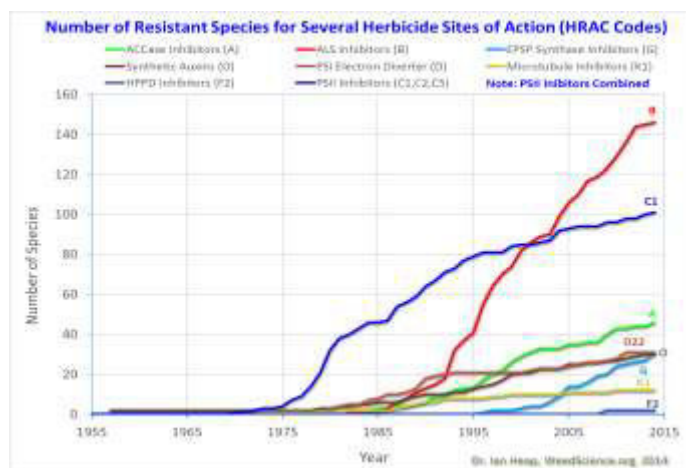


Figure 1 - Nombre d'espèces résistantes pour différents herbicides (Heap, 2014)

Un article daté du 23 octobre 2012, disponible sur le site <http://www.arvalis-infos.fr> et intitulé « La généralisation des inhibiteurs de l'ALS favorise le développement des résistances » mentionne :

« En l'absence de résistances, les inhibiteurs de l'ALS, une enzyme spécifique des végétaux, agissent efficacement à faible dose. De plus, ils présentent un bon profil environnemental. Le contexte est donc extrêmement favorable à leur utilisation répétée » - « Cependant, leur utilisation répétée produit très rapidement des adventices résistantes par mutation de la cible de fixation de l'inhibiteur à l'enzyme. En règle générale, les phénomènes de résistance sont constatés après 3 à 5 utilisations des inhibiteurs de l'ALS ».

## Questions agronomiques liées à l'utilisation des VTH

### L'utilisation de ces variétés permettra-t-elle une amélioration des rendements et des marges économiques des parcelles de tournesol ?

Selon les essais du CETIOM, l'utilisation de ces variétés rendues par mutagenèse tolérantes à des herbicides favoriserait l'amélioration des rendements, du moins en comparaison de variétés similaires non VTH et dans des conditions spécifiques d'envahissement du tournesol par des adventices difficiles à détruire avec les herbicides classiques utilisés avant la levée.

Il est nécessaire de rappeler que, pour la destruction des dicotylédones dans des variétés classiques de tournesol, aucun herbicide de post-levée n'était jusqu'à présent officiellement homologué. Signalons cependant qu'avec l'appui d'organismes de conseil ou de ceux leur commercialisant les intrants, certains agriculteurs utilisent à dose réduite en postlevée des herbicides homologués pour une utilisation en prélevée<sup>5</sup>. Leur IFT est alors réduit par

<sup>5</sup> L'herbicide Challenge est parfois utilisé à dose réduite (1 à 1,8 l) en post levée du tournesol mais, comme le mentionnait les guides tournesol du CETIOM des années 90, il peut induire une phytotoxicité visuelle lorsque les conditions climatiques ne sont pas favorables. Dans sa brochure tournesol 2013, Agriconseil indique que, moyennant certaines précautions, plusieurs herbicides utilisables en prélevée peuvent être utilisés en post levée en mélange et à de très faibles doses : « Tout comme d'autres cultures, le désherbage tournesol peut se gérer en post levée en réduction de

rapport aux agriculteurs utilisant les doses classiques homologuées.

Le binage mécanique représente une solution de secours en cas de présence importante d'adventices. Bien que le tournesol soit une des plantes les plus faciles à biner mécaniquement, choisir cette option peut s'avérer difficile pour les producteurs de tournesol n'ayant pas d'équipements de binage performants ou ne disposant pas d'assez de temps en regard de leurs superficies emblavées.

Le binage est cependant une pratique agronomiquement plus satisfaisante que l'application d'herbicides et il peut présenter d'autres avantages pouvant accroître les rendements : réchauffement de la terre et minéralisation de la matière organique, économie d'eau, etc. Par ailleurs, les équipements de binage sont devenus de plus en plus performants ces dernières années<sup>6</sup> et ils sont économiquement viables, en particulier s'ils peuvent être achetés en groupe, avec parfois des aides spécifiques. Si le terrain n'est pas trop dénivélé ou trop pierreux, le temps de travail nécessaire est souvent de moins d'une heure à l'hectare.

En parallèle, le coût des herbicides de post levée utilisables dans le cadre des VTH n'est pas anodin : 50 euros/ha pour l'Express SX associé au Trend et plus de 70 euros/ha pour le Pulsar 40.

Vu ce qui précède, les résultats des essais sur les VTH mentionnés dans les guides de culture CETIOM à large diffusion devraient comporter des comparaisons entre les itinéraires avec utilisation d'un herbicide post levée spécifique VTH et des itinéraires comprenant un ou deux binages. Ces comparaisons pourraient porter sur les marges à l'hectare, voire la rémunération du travail et pas seulement sur les rendements. Diffuser largement ce type d'informations pourrait inciter les agriculteurs à faire évoluer leurs pratiques vers l'agroécologie.

### L'adoption des VTH est-elle une solution facilitant le désherbage du tournesol ?

Le fait de disposer d'une solution de désherbage facile à mettre en œuvre en post levée du tournesol est indéniablement positif, en particulier pour détruire les repousses de tournesol non VTH (Cf. § II.5). Même si elle entraîne des surcoûts, cette solution peut être attractive pour des agriculteurs non équipés en matériel performant de binage et ayant des parcelles fortement envahies par des adventices difficiles à détruire par les herbicides classiques. Parmi ces adventices, on peut citer l'ambrosie qui explose si elle n'est pas correctement maîtrisée. Pour les pays de l'Est et les régions du Sud de l'Europe, l'orobanche parasite constitue également une menace.

Toutefois, il ne semble pas que l'on se soit suffisamment interrogé sur les facteurs ayant induit le développement de ces adventices dans les cultures de tournesol. Parmi ces facteurs, différentes publications<sup>7</sup> mentionnent des

doses. La base Challenge + Prowl reste efficace sur une flore plutôt classique. Toutefois, les mélanges 3 voies permettent d'augmenter significativement les efficacités sur des flores plus complexes ». Comme exemple de mélange utilisable en post levée mentionné par Agriconseil : Challenge 0.1 à 0.2 + Prowl 0.1 à 0.2 + Nikeyl 0.1 à 0.2 + Mercantor Gold 0.2.

<sup>6</sup> Comme le mentionnait très justement le guide de culture CETIOM tournesol 2013 : « Les bineuses équipées de caméra vidéo, cellules infrarouges ou système GPS augmentent la précision du travail et le débit de chantier sans alourdir pour autant les charges de mécanisation ».

<sup>7</sup> Parmi ces publications, un diaporama d'Arvalis intitulé « Résistance des adventices aux herbicides : Enjeux et moyens de gestion » et deux notes publiées sur Arvalis-infos.fr : (1) en septembre 2011

rotations trop courtes de type tournesol-blé ! On sait pourtant qu'accroître la biodiversité cultivée dans les systèmes de culture et allonger la longueur des rotations sont des solutions mises en avant pour réduire l'usage des pesticides et évoluer vers des pratiques plus agroécologiques...

On sait que, pour le tournesol, le non-respect des rotations préconisées par le CETIOM (4 ans avant un retour dans les premiers guides tournesol diffusés aux agriculteurs dans les années 80) a induit dans de nombreuses régions le développement d'adventices spécifiques et de maladies fongiques préjudiciables aux rendements (sclérotinia par exemple), facteurs ayant, parmi d'autres, contribué à la quasi-stagnation des rendements de cette culture malgré les indéniables progrès génétiques réalisés<sup>8</sup>.

Ainsi, cette solution serait pertinente à court terme pour les agriculteurs qui sont dans une situation d'enherbement difficile mais ne sera-t-elle pas pénalisante à moyen ou long terme si ces VTH permettent *in fine* de conforter la poursuite de systèmes de culture basés sur des rotations trop courtes de type Tournesol-Blé ? Un tel risque est mentionné dans l'étude INRA coordonnée par JM Meynard sur les freins et leviers à la diversification des cultures<sup>9</sup>, certaines solutions techniques favorisant, selon les conclusions de cette étude, la poursuite du système de culture qui les ont rendu utiles, voire nécessaires.

### **La diffusion de variétés tolérantes à des herbicides de la famille des ALS est-elle positive en terme de réduction de l'usage des pesticides sur les parcelles de tournesol ?**

Les firmes ayant mis sur le marché les VTH tournesol et colza affirment que leurs variétés réduisent l'utilisation des herbicides. De plus, à l'occasion d'une audition réalisée en 2012 à l'assemblée nationale par le député de la Loire Dino Cinieri, des responsables de la filière oléoprotéagineuse française ont cité les VTH comme exemple d'innovation contribuant à l'objectif de double performance économique et écologique souhaitée par le Ministère de l'Agriculture. Le colza Clearfield® de BASF serait ainsi « une innovation alliée de l'agroécologie ».

Ce point est important et mérite un développement détaillé permettant d'éviter certaines affirmations à l'évidence scientifiquement mal étayées :

- Les herbicides Pulsar 40 et Express SX préconisées sur des variétés tolérantes spécifiques ont un spectre d'activité le plus souvent insuffisant (par exemple, l'Express SX est inefficace sur graminées et sur liseron et le Pulsar 40 est peu efficace sur plusieurs graminées et inefficace sur séneçon, liseron et mercuriale). En conséquence, les programmes de

<sup>8</sup> « Consommer les inhibiteurs d'ALS avec modération » et (2) le 23-10-2012 « La généralisation des inhibiteurs de l'ALS favorise le développement de résistances ».

<sup>8</sup> L'étude sur les causes possibles du ralentissement du progrès agronomique en colza d'hiver et en tournesol présentée le 5 mai 2010 à l'Académie d'Agriculture par Frédéric Salvi et André Pouzé (CETIOM) met en évidence que, malgré la poursuite du progrès génétique variétal en tournesol (+ 0,47 q/ha/an dans les essais variétaux de 1988 à 2001), l'augmentation des rendements régionaux est nettement plus réduite. Les causes de cette quasi-stagnation sont multiples mais, parmi elles, figure la durée des rotations (Cf. Enquêtes « pratiques culturales tournesol réalisées par D. WAGNER de 2004 à 2010 montrant que, certaines années, près de la moitié des tournesols français sont cultivés en rotation biennale, ce qui est défavorable sur le plan du développement des adventices et de certaines maladies fongiques).

<sup>9</sup> Etude publiée en Janvier 2013 et coordonnée par Jean-Marc Meynard et Antoine Messéan. Elle a été réalisée par Aude Charlier, François Charrier, M'hamed Fares, Marianne Le Bail et Marie-Benoît Magrini.

désherbage proposés par le CETIOM dans le cas des VTH ne s'affranchissent pas des matières actives herbicides classiques appliquées avant la levée et le nombre de traitements herbicides augmente (un ou deux traitements avant semis + traitement après levée, voire deux traitements après levée à demi-dose).

Ainsi, le guide CETIOM tournesol 2014 mentionne que, pour lutter contre l'ambrosie à feuille d'armoise, il faut appliquer en prélevée le Racer ou le Nikeyl à pleine dose puis le Pulsar ou l'Express SX également à pleine dose. L'IFT herbicide des variétés VTH est dans ce cas de 2 alors que l'IFT moyen herbicide en France pour le tournesol était proche de 1,75 ces dernières années. Pour d'autres adventices gênantes (Ammi majus et autres ombellifères, raygrass ou tournesols sauvages et repousses de tournesol), les matières actives de prélevée sont également préconisées à des doses importantes (2/3 de dose ou dose pleine).

En conséquence, nous estimons que, sauf exceptions à identifier (doses des matières actives utilisées en prélevée très réduites ?), cultiver des VTH contribuera le plus souvent à augmenter l'IFT des parcelles de tournesol et ce d'autant plus que croiser des herbicides de mode d'action différent à dose entière est considéré comme souhaitable pour éviter l'apparition d'adventices résistantes lesquelles sont déjà très nombreuses pour les herbicides de type inhibiteurs de l'ALS (cf. graphique du chapitre I ci-dessus).

- Sur le plan des quantités de matières actives herbicides utilisées par ha, l'impact de l'utilisation de VTH peut s'avérer positif si l'on diminue nettement les matières actives classiques utilisées avant la levée. En effet, comme l'indique l'annexe 1 élaborée à partir des données de l'index ACTA 2013, le Pulsar 40 ou l'Express SX s'utilisent à de faibles dosages à l'hectare (30 à 60 grammes de matière active) alors que les herbicides de prélevée sont homologués à des doses par hectare de 0,5 kg (cf. Racer) voire plus de 2 kg de matière active (cf. Challenge 600).

- Sur le plan du profil toxicologique des matières actives et des produits employés, l'annexe 1 mentionne les caractéristiques du Pulsar 40, de l'Express SX et du Trend associés ainsi que celles des herbicides classiques utilisés en prélevée. On note la présence de phases de risques préoccupantes pour plusieurs produits, en particulier des produits utilisés en prélevée alors que le profil toxicologique des 2 herbicides que tolèrent les VTH semble moins préoccupant.

- Sur le plan des choix d'herbicides pour les autres cultures de la rotation, les conséquences de l'utilisation d'herbicides inhibiteurs de l'ALS sur tournesol (et colza) se traduiront inéluctablement par une réduction des choix possibles sur les autres cultures (céréales à paille, maïs et pois). Le § suivant développe ce point important.

### **Quelles incidences peut-on attendre de la diffusion des VTH tournesol (et bientôt colza) sur l'utilisation d'herbicides au niveau de l'ensemble de l'exploitation ?**

Actuellement, la majorité des superficies des céréales à pailles entrant en rotation avec le tournesol (et le colza) sont dés herbées avec des herbicides inhibiteurs de l'ALS (sulfonylurées, triazolopyrimidines, imidazolinones, ...).

Comme évoqué précédemment, l'une des craintes essentielles concernant la diffusion des VTH Tournesol et colza est leur contribution à la réduction de l'efficacité de familles d'herbicides qui s'utilisent à de très faibles doses par hectare et qui ont des profils toxicologiques souvent plus favorables que la majorité des autres herbicides.

Cette crainte a heureusement été prise en compte par de nombreux organismes dont le CETIOM, Arvalis, etc. Cependant, pour éviter cette réduction d'efficacité des herbicides inhibiteurs de l'ALS, ces organismes conseillent de réduire leur utilisation sur céréales à paille et d'utiliser des herbicides souvent plus anciens...

Ainsi, sans référence à la toxicité de ces herbicides ni à la pollution des eaux des bassins versants concernés, il est préconisé d'utiliser sur les céréales à paille des matières actives du « domaine public » et qui s'utilisent avec un grammage élevé à l'hectare comme l'isoproturon et le chlortoluron, matières actives que l'on retrouve déjà trop fréquemment à d'importantes concentrations dans les eaux et qui sont classées C3 (présomption d'être cancérigène)<sup>10</sup>. Toujours sur céréales à paille, il est également préconisé des matières actives spécifiquement antidicotylédones de type bromoxynil et/ou oxynil dont le profil toxicologique est également reconnu de longue date comme assez inquiétant<sup>11</sup>.

Il nous paraît évident que ces préconisations ne vont pas favoriser la qualité des eaux et l'atteinte des objectifs d'Ecophyto 2018... Et, en essayant de se simplifier la tâche pour le désherbage du tournesol, on risque d'aboutir à une régression en terme de qualité environnementale pour les céréales à paille et d'autres grandes cultures...

### **Quelle incidence des VTH sur les repousses de tournesol ?**

Les graines de tournesol (et encore plus de colza) peuvent survivre plusieurs années dans les sols. Les pertes à la récolte sont toujours significatives et correspondent à plusieurs fois les quantités de graines utilisées lors des semis. Lorsque les conditions sont favorables pour la levée de leur dormance, ces graines germent et deviennent des repousses qui se comportent comme des adventices pour les cultures en place.

En fonction de la génétique des lignées parentales utilisées pour la construction des variétés de tournesol (qui sont toutes des hybrides F1 en France), ces repousses présentent des phénotypes divers avec parfois des plantes très hautes ayant plusieurs capitules.

On trouverait également dans 15% de nos parcelles de tournesol des plantes multi-capitées d'*Helianthus* qui sont clairement différentes des repousses de tournesol dues à la

perte des graines lors de la récolte. Ces plantes possèderaient trop de caractères des plantes sauvages pour être du tournesol dé-domestiqué<sup>12</sup>. Ces populations pourraient proliférer si elles introgressaient un gène de tolérance à un herbicide (Muller *et al.*, 2009 et 2010<sup>13</sup>).

En général, les repousses de tournesol (et tournesols sauvages) ne sont pas dommageables aux cultures d'hiver mais elles peuvent constituer une concurrence redoutable pour des cultures de printemps et d'été, en particulier pour les tournesols cultivés, le maïs, etc...<sup>14</sup> Lorsque les rotations sont trop courtes avec des tournesols revenant tous les 2 ou 3 ans, ces repousses sont souvent nombreuses dans les parcelles de tournesol de l'année. Elles concurrencent la variété de tournesol cultivée et, comme leur productivité est plus faible<sup>15</sup>, diminuent le rendement global de la parcelle. Vu leur nombre, il est peu réaliste de vouloir les détruire manuellement (cela peut demander plus d'une journée de travail à l'hectare même après avoir réalisé un binage entre les rangs).

Plusieurs pratiques agronomiques peuvent contribuer à réduire le problème constitué par ces repousses de tournesol comme, par exemple : (1) réaliser le semis du blé après un travail superficiel de la parcelle de tournesol (éviter le labour qui enfouirait le stock de graines) ; (2) pour l'implantation du tournesol, réaliser au printemps un faux semis et décaler la date de semis. Cette seconde préconisation peut cependant être risquée dans les zones ayant fréquemment un printemps peu arrosé. En effet, semer plus tard accroît la probabilité de rater le bon épisode pluvieux et d'avoir ensuite des levées trop tardives et irrégulières du tournesol avec, au final, un rendement pénalisé.

La commercialisation des tournesols VTH change en partie la donne. Dans un premier temps, les herbicides préconisés pour ces VTH (Pulsar 40, Express SX) vont permettre de détruire les repousses de tournesol issues des pertes de récolte des cultures antérieures. Cela constitue indéniablement une solution facilitant le désherbage des agriculteurs ayant des rotations très courtes (Cf. § II.2).

Ensuite, le problème va se complexifier car les repousses issues de parcelles VTH seront résistantes aux herbicides inhibiteurs de l'ALS, que ce soit dans les parcelles de tournesol ou les cultures suivantes désherbées avec ce type d'herbicide... Le choix des herbicides deviendra en conséquence plus complexe à gérer et il demandera une connaissance précise de l'historique de chaque parcelle, des variétés et herbicides utilisés, etc. Et nous répétons qu'il est assez illusoire d'espérer que les agriculteurs détruisent manuellement ou mécaniquement dans leurs parcelles toutes les repousses des tournesols VTH des années antérieures !

<sup>10</sup> Selon le site internet Agritox et l'index ACTA, l'isoproturon fait partie de la catégorie C3 de la classe CMR. Des effets cancérigènes sont suspectés et, dans une étude de 2 ans sur le rat, des tumeurs au foie ont été relevées.

<sup>11</sup> Voici ci-dessous le classement toxicologique et les phrases de risque d'un herbicide céréales à paille contenant 80 g/l de diflufenicanil, 120 g/l de bromoxynil phénol, 120 g/l de ioxynil phénol : Xn Nocif - N Dangereux pour l'environnement - Phrase(s) de Risques : R20/22 : Nocif par inhalation et en cas d'ingestion ; R36 : Irritant pour les yeux ; R48/22 : Risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion ; R63 : Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant ; R50/53 : Très toxique pour les organismes aquatiques et peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

Un tel herbicide est sans état d'âme présenté comme une alternative aux sulfonyles inhibiteurs de l'ALS !

<sup>12</sup> Ces plantes multi-capitées seraient issues de croisements avec des apparentés sauvages lors des phases de multiplication des semences en saison décalée en Amérique du Sud. Elles se reproduisent maintenant en toute autonomie en Europe du Sud.

<sup>13</sup> « Les tournesols adventices : un exemple d'évolution d'une mauvaise-herbe apparentée à une espèce cultivée – Synthèse des recherches menées sur les populations adventices de tournesol en France depuis 2004 » - Marie-Hélène Muller - Marie Roumet - Vincent Lecomte - INRA UMR AGAP. OCL 2012 ; 19(5) : 304-312. doi : 0.1684/ocl.2012.0465.

<sup>14</sup> Nous avons cultivé du chanvre porte graines pendant une vingtaine d'années, culture souvent insérée dans une rotation quadriennale : Tournesol-blé-chanvre-blé. Très peu d'herbicides anti dicotylédones sont utilisables sur le chanvre (et leur profil toxicologique est préoccupant). Après 2 binages, nous passons souvent de nombreuses heures à l'hectare pour détruire manuellement les tournesols restants sur la ligne de chanvre.

<sup>15</sup> Les variétés de tournesol cultivées en France sont des hybrides F1. Leur descendance exprime les caractères des lignées parentales qui sont le plus souvent moins productives et plus fragiles que l'hybride lui-même.

## Quelles conséquences au niveau territorial, en particulier pour les parcelles d'agriculteurs voisins n'utilisant pas de tournesol VTH ?

Le tournesol (et le colza) est une plante en partie allogame et, de plus, très visitée par les insectes lorsqu'il est en floraison. Via le transport des pollens des tournesols VTH (et des colzas VTH) mais aussi via la dissémination des graines par le matériel de récolte géré en groupe ou appartenant à des entrepreneurs<sup>16</sup>, une diffusion du ou des gènes de résistances aux inhibiteurs de l'ALS dans des parcelles de tournesol non VTH semble inéluctable.

La diffusion par croisements ne doit pas être minimisée pour le tournesol. Comme l'indique le règlement établi par le GNIS pour la production de semences de tournesol<sup>17</sup>, l'isolement de la parcelle par rapport à toute autre culture de tournesol est particulièrement important et est fonction de la catégorie de semences à produire : Semences de prébase : 5.000 m ; Semences de base : 3.000 m ; Semences certifiées : 500 m.

Vu cette diffusion génique, il semble inéluctable que des agriculteurs ne souhaitant pas utiliser de variétés de tournesol tolérantes à des herbicides se retrouveront au bout de quelques années avec des repousses résistantes aux herbicides inhibiteurs de l'ALS dans leurs parcelles... Et cela pourrait entraîner chez eux de mauvaises surprises (inefficacité de certains des herbicides qu'ils utilisent) puis de possibles contraintes et d'éventuels surcoûts pour leurs propres désherbages<sup>18</sup>. Qui prendra en charge ces surcoûts ?

### Le « plan VTH » et sa charte des « bonnes pratiques » pourront-ils résoudre les problèmes identifiés ?

L'expertise scientifique collective CNRS-INRA (ESCo)<sup>19</sup> mentionne que « L'introduction de VTH dans une rotation pourrait plutôt avoir pour conséquence un moindre recours aux méthodes non chimiques, voire une simplification ou un abandon du désherbage mécanique » (voir sections 3.1.3 et 3.1.4 du rapport principal) ».

Elle détaille également les risques liés à l'introduction des VTH :

- 1) « Contribuer à l'extension de la résistance chez les espèces où elle a déjà évolué ;
- 2) Augmenter la pression de sélection sur les espèces déjà ciblées par ce mode d'action mais qui n'ont pas encore développé de résistance ;
- 3) Du fait de l'élargissement de l'usage à de nouvelles cultures, étendre la pression de sélection à de nouvelles espèces cibles (espèces de la flore du colza et du tournesol) ».

<sup>16</sup> La coupe à tournesol d'une moissonneuse batteuse transporte des milliers de graines d'une parcelle à l'autre. Et la nettoyer complètement demande du temps et n'est donc que très rarement effectué. La trémie de cette même moissonneuse n'est pas non plus complètement nettoyée d'une parcelle à l'autre. Pour certaines marques, ce qui reste après la vidange dans la trémie correspond à quelques dizaines de kilogrammes de graines !

<sup>17</sup> Cf. règlement technique annexe de la production, du contrôle et de la certification des semences de tournesol - Règlement homologué par arrêté du 19 septembre 2008 et paru au JO du 1er octobre 2008.

<sup>18</sup> Ces mésaventures ne concerneraient pas a priori les agriculteurs bios qui n'utilisent pas d'herbicides.

<sup>19</sup> Cf. site : <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Expertise-Varietes-vegetales-tolerantes-aux-herbicides>.

Cette expertise conclut cependant de façon assez optimiste « que les VTH peuvent contribuer à la diminution de l'usage des herbicides dès lors que leur recours est associé à des mesures d'accompagnement » s'appuyant « sur la mise en œuvre d'un raisonnement global de la stratégie de désherbage dans le temps et dans l'espace », tout en soulignant que « l'usage inapproprié de cette technologie peut favoriser l'apparition de flores adventices résistantes (...) ».

Cette expertise souligne au final la nécessité « d'élaborer un plan d'accompagnement de l'utilisation des VTH encadré à travers le dispositif de suivi post-AMM figurant dans le projet de loi d'avenir pour l'agriculture ». Un plan d'accompagnement a en conséquence été conçu en fin 2012 par le CETIOM, ARVALIS, UIPP, UFS, FNA et Coop de France. Il comporte une « charte de bonnes pratiques » pour la gestion du désherbage des cultures dans des rotations comprenant des VTH. L'extrait ci-après de cette charte précise son objectif, les organismes impliqués et les deux types de comité créés.

*L'introduction de variétés de colza et de tournesol tolérantes aux herbicides (ci-après « VTH ») dans la rotation permet un meilleur raisonnement du désherbage en post-levée des cultures et une diversification des moyens de lutte en préservant les solutions classiques de prélevées. Pour assurer une utilisation durable de ces techniques, certains facteurs doivent être maîtrisés et font l'objet d'un plan concerté d'accompagnement à la mise en marché de ces VTH. Ce plan d'accompagnement VTH est piloté par un comité de suivi, présidé par la DGAL, et composé de représentants de l'UFS, l'UIPP, de Coop de France, de la FNA, des instituts techniques des grandes cultures, du Ministère de l'Ecologie, du développement durable et de l'énergie, et de l'Inra. Par ailleurs, un comité technique animé par le CETIOM composé de membres de l'UFS, de l'UIPP, de Coop de France, de la FNA, des instituts techniques des grandes cultures sera constitué, ayant pour mission de valider les choix techniques à mettre en œuvre pour la réalisation du plan.*

Informations complémentaires concernant cette charte :

1) Dans les modalités de cette charte, il est précisé qu'un contrat doit être établi entre le détenteur et le distributeur de la variété VTH et de son herbicide associé. Par contre, la charte indique qu'il n'y aura pas de contrat impliquant les agriculteurs utilisant les VTH.

2) Dans ce contrat, les distributeurs s'engagent à fournir un conseil aux agriculteurs auxquels ils ont vendu des VTH en se basant sur les recommandations du comité technique du plan VTH, lesquelles s'inspirent de celles du CETIOM<sup>20</sup>. Toutefois, il ne s'agit que de conseils. Aucune contrainte n'est de fait exercée sur l'agriculteur et celui-ci est libre

<sup>20</sup> Pour limiter le transfert de la tolérance herbicide aux formes adventices et ainsi préserver un bon niveau d'efficacité de cette technique, le CETIOM (Duroueix, Leflon, 2009) a mis en avant des mesures d'accompagnement et a insisté auprès des professionnels sur l'importance de leur strict respect :

- Ne laisser aucune zone non traitée dans la parcelle en culture ;
- À la floraison du tournesol cultivé, détruire les tournesols adventices restant dans la parcelle et ceux éventuellement présents dans les zones jouxtant la parcelle (*bandes enherbées, coins de parcelles*) ;
- Éviter les situations où les parcelles cultivées en tournesols tolérants aux herbicides jouxtent des parcelles cultivées en tournesol classique, infestées, même faiblement, par des tournesols adventices.

Pour conseiller les agriculteurs et les aider à évaluer leurs pratiques de désherbage au niveau de leurs rotations, le CETIOM a également mis au point un outil en ligne, R-SIM, disponible sur son site depuis le printemps 2013.

d'implanter des VTH sur des parcelles de son choix sans prendre en compte les risques de pollution génique des parcelles de tournesol de ses voisins ni les incidences territoriales.

Lors de leurs enquêtes réalisées dans le cadre de leur étude sur les tournesols adventices, Marie-Hélène Muller (cf. étude précitée) mentionne : « Des suivis réalisés en 2010 chez les agriculteurs exposés aux tournesols adventices ont montré que les mesures préconisées n'étaient encore pas assez prises en compte. Nous avons en particulier observé des bosquets de tournesols adventices en fleur en bordure ou au sein (zones non traitées avec l'herbicide) d'une parcelle cultivée avec un tournesol tolérant (= VTH). La sensibilisation doit donc être poursuivie dans la durée afin d'éviter des transferts de la tolérance herbicide vers le tournesol adventice : pour un agriculteur ne suivant pas les conseils de lutte durable, la parcelle se retrouverait au bout de seulement deux ans (cas d'une rotation courte tournesol - blé) en présence de tournesols adventices tolérants à l'herbicide ».

« De façon plus générale, l'enseignement de la biologie évolutive est que le système est dynamique : la mise en œuvre d'une méthode de lutte est susceptible d'entraîner une réponse évolutive de la mauvaise herbe, lui permettant d'échapper à cette méthode de lutte. La réponse sera plus ou moins rapide en fonction de la méthode (intensité de la pression de sélection), et des caractéristiques des populations (taille, diversité génétique pour les caractères impliqués dans la réponse, importance des flux géniques, Neve *et al.*, 2009) ».

Vu ce qui précède, nous ne croyons pas à un plan VTH qui n'engage pas contractuellement les agriculteurs utilisant ce type de variété.

## Conclusion et suggestions

Les guides de culture tournesol 2013 et 2014 du CETIOM précisent que les VTH et herbicides de post levée associés sont surtout justifiés pour les flores difficiles type ambroisie, bidens, chardon, datura, liseron des haies, tournesol sauvage et xanthium.

Or, en 2013, le tiers des superficies de tournesol a été semé en VTH. Des superficies aussi importantes de tournesol ont-elles été en 2013 concernées par des flores difficiles ? Nous en doutons fortement et croyons plutôt que la solution de confort au niveau parcelle et filière a primé sur les approches globales au niveau système de culture, exploitation et territoire ou, exprimé différemment, que les intérêts économiques à court terme ont de nouveau primé sur les intérêts individuels et collectifs à moyen et long terme.

Comme expliqué dans cet article, cette extension des VTH a de très fortes probabilités d'être incompatible avec le plan Ecophyto 2018 qui espérait atteindre une réduction de moitié de l'usage des pesticides de 2008 à 2018.

Nous la jugeons également défavorable à une évolution des systèmes de culture français vers l'agroécologie.

Quelques suggestions :

- Il paraît urgent de réaliser une évaluation en toute neutralité du plan VTH, en particulier de la pertinence des conseils aux agriculteurs réalisés dans ce cadre et de leur mise en œuvre ou non par ces agriculteurs lors de la campagne 2013.
- L'outil R-SIM géré par le CETIOM est surtout un outil post-décision d'utiliser des variétés VTH. Il manque à notre avis un outil agronomique robuste permettant d'évaluer en amont l'opportunité d'utiliser telle ou telle variété VTH comme un recours ultime dans les cas difficiles et compliqués d'infestation par des adventices reconnues comme particulièrement nuisibles.
- Parallèlement, un contrat engageant de façon précise les agriculteurs souhaitant cultiver des VTH tournesol devrait être conçu et mis en place dès la prochaine campagne agricole. Ce contrat devrait être accompagné d'un contrôle externe et neutre des moyens et des résultats obtenus.

Si l'évaluation rigoureuse du plan VTH tournesol n'est pas réalisée à temps, un moratoire devrait être instauré pour les VTH colza susceptibles d'être semées à l'automne 2015, les risques de pollution génique et de dissémination de graines au moment de la récolte étant extrêmement importants pour cette crucifère.

## Annexe 1 : Classement toxicologique et brèves informations sur les herbicides utilisés dans les itinéraires tournesols classiques et tournesols VTH (source : Index ACTA 2013)

Légende des « phrases de risque » mentionnées ci-dessous pour chacun des produits :

- Xi = Irritant - Xn = Nocif - N = Dangereux pour l'environnement
- R41 = Provoque des lésions oculaires graves
- R43 = Peut provoquer une allergie cutanée
- R50/53 = Très toxique pour les organismes aquatiques
- R52/53 = Nocif pour les organismes aquatiques
- R62 = Risque possible d'altération de la fertilité
- R63 = Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant

**Pulsar 40** - Matière active = Imazamox – 40g/l.

Inhibe l'enzyme AHAS - Préconisation BASF = 1,25 l./ha

Toxicité : DL 50 orale rat > 5000mg/kg - Classement : N - R50/53 - Zone non traitée (ZNT) = 5 m.

Utilisé sur luzerne, féverole, pois, lentille et soja et tournesol tolérants.

**Express SX** - Matière active = Tribénuron-Méthyle - 50 %

Inhibe l'enzyme ALS - Préconisation Dupont = 40g/ha

Toxicité : DL 50 > 5000mg/kg - Classement : Xi - N - R43 - R50/53 - Zone non traitée = 5 m.

Utilisé sur céréales à paille et sur tournesol VTH.

**Trend 90** - Matière active = Alcool isodécylique - 0,1 l/hl en complément d'Express SX

Trend est un mouillant utilisé pour accroître l'action d'Express SX

Toxicité : Xn - R22 - R41 - R52/53.

Ces 3 matières actives sont utilisées en post-levée sur des tournesols VTH spécifiques. Selon les préconisations du CETIOM (cf. guides culture tournesol 2013 et 2014), les produits utilisables avant semis sont ceux des tournesols non VTH avec, dans certains cas, une réduction de dose.

Quelques caractéristiques de ces produits de prélevée sont mentionnés ci-après :

**Challenge 600** - Homologué à 3,5 l/ha - Matière active : aclonifen - 600g/l

Toxicité : DL 50 > 5000mg/kg - Classement : N - R50/53 - Zone non traitée = 5 m.

**Prowl 400** - Homologué à 3,3 l/ha - Matière active : Pendiméthaline

DL 50 > 5000mg/kg - Classement : N - R50/53 - **Zone non traitée = 20 m.**

**Racer ME** - Homologué à 2 l/ha - Matière active : flurochloridone - 250g par l

Toxicité : DL 50 = 4000mg/kg - Classement : Xn - N - R50/53 - **R62** - Zone non traitée = 5 m

Utilisé sur tournesol, pois, tomate, ...

**Novall** - Homologué à 1,5 à 2 l/ha - Matières actives : quimérac 100g/l. + métazachlore 400g/l

Toxicité quimérac : DL 50 > 5000mg/kg - Classement : R52/53

Toxicité métazachlore : DL 50 = 2150mg/kg - Classement : Xi - N - **R43** - R52/53 - Zone non traitée = 5 m

Toxicité du produit commercial : Classement : Xi - N - R43 - R52/53.

**Mercantor Gold** - Homologué à 1,2 à 1,4 l/ha - Matière active : S-Métolachlore 960g/l

Toxicité : > 2000 mg/l. - Classement : Xi - N - **R43** - R52/53 - Zone non traitée = 5 m.

**Nikeyl ou Cline** - Homologué à 4 l/ha - Matières actives : aclonifen - 350g/l. + flurtamone - 94g/l

Toxicité aclonifen : DL 50 > 5000mg/kg - Classement : N - R50/53

Toxicité flurtamone : DL 50 > 5000mg/kg - Classement : N - R50/53

Toxicité du produit commercial : N - R50/53 - **Zone non traitée = 20 m.**

**Carioca** - 4 l/ha - Matières actives : aclonifen - 500g/l. + oxadiargyl - 37,5g/l

Toxicité aclonifen : DL 50 > 5000mg/kg - Classement : N - R50/53

Toxicité oxadiargyl : DL 50 > 5000mg/kg - DL 50 > 5000mg/kg - Classement : Xn - N - 548/22 - R50/53 - **R63 (R3)** -

Toxicité produit commercial : N - R50/53 - Zone non traitée (ZNT) = 50 m

## Annexe 2 : Liste des principaux sigles utilisés dans cet article

**ALS** : Enzyme acétolactate synthase

**ARVALIS** : Institut du végétal

**CETIOM** : Centre interprofessionnel des oléagineux et du chanvre

**COV** : Certificat d'obtention végétale

**FNA** : Fédération du négoce agricole

**IFT** : Indicateur de fréquence de traitement

**InVIVO** : Premier groupe coopératif français (241 coopératives associées)

**UFS** : Union française des semenciers

**UIPP** : Union des industries de la protection des plantes

**VTH** : Variétés tolérantes à des herbicides