

## Note commune inter-instituts 2019

# Pour la gestion des résistances des adventices aux herbicides en grandes cultures

**ACTA / ARVALIS-Institut du végétal / INRA / ITB / TERRES INOVIA / FNAMS / AGROSOLUTIONS**

*Rédacteurs : Catherine Vacher, Fanny Vuillemin, Charlène Buridant, Céline Denieul, Christophe Délye, Franck Duroueix, Benjamin Perriot, Alain Rodriguez, Cédric Royer, Ludovic Bonin*

Cette note, co-rédigée par des représentants de l'ACTA, d'ARVALIS-Institut-du-végétal, de l'INRA, de l'ITB, de la FNAMS, de TERRES INOVIA et d'AGROSOLUTIONS dresse l'état des lieux des résistances aux herbicides utilisés pour lutter contre les adventices. Elle a également été relue d'un point de vue réglementaire par des représentants de l'Anses. En plus de rappeler les mécanismes de sélection des adventices résistantes, cette note a pour but de formuler des recommandations pour limiter les risques de sélection de résistances et maintenir durablement une efficacité satisfaisante des herbicides.

Les cas de résistance à des herbicides ont été quantifiés pour chaque adventice sur l'ensemble de la France. Les données ont été fournies et validées par les Instituts et Organismes contributeurs de cette note, ainsi que par le COLUMA (Comité de Lutte contre les Mauvaises herbes de VEGEPHYL).

La réglementation tend à limiter l'utilisation et le panel d'herbicides disponibles. Dans le cas de certaines adventices, la sélection de résistances peut aggraver cette situation. Par ailleurs, l'homologation et la commercialisation de nouvelles substances se font de plus en plus rares (aucun nouveau mode d'action commercialisé depuis 1991). La gamme des solutions de désherbage chimique est donc de plus en plus restreinte. Pour ces raisons, cette note détaille différents leviers incontournables permettant de lutter durablement contre les adventices, mais aussi de réduire le risque de sélection de résistances. L'alternance des modes d'action herbicides (identifiables par leur code HRAC) et les leviers agronomiques (travail du sol, désherbage mécanique, alternance des cultures de printemps et d'hiver, ...) devraient être mis en place systématiquement, et pas seulement dans les situations à risques. Dans le contexte actuel, il est en effet dans l'intérêt de chacun de préserver le plus durablement possible l'efficacité des herbicides et d'empêcher la généralisation des cas de résistance.

# I. Résistances : État des lieux

## 1. Définitions de la résistance

La résistance d'une adventice à un herbicide est la capacité héréditaire de cette adventice à survivre à l'application correctement effectuée d'un herbicide habituellement efficace contre elle (c'est-à-dire qui devrait la tuer). Lorsqu'une adventice est résistante à un herbicide, elle sera peu ou pas affectée par le traitement.

**Attention :** un échec de traitement n'est pas forcément dû à la présence de résistance

Une première raison d'un échec de traitement peut être le choix d'une substance herbicide ou d'une dose non appropriées, entraînant une inefficacité sur l'adventice ciblée. Même lorsqu'une substance et une dose appropriées ont été choisies, d'autres facteurs influent sur l'efficacité de l'herbicide : hygrométrie, pluviométrie, adjuvantation, qualité de l'application, stade de l'adventice... Pour une efficacité maximale, il est impératif que l'herbicide soit appliqué en respectant les recommandations d'usages (cf. encadré bonnes pratiques). La présence de résistance doit être démontrée par les tests appropriés.

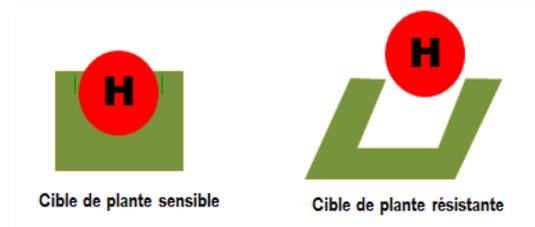
Les populations d'adventices sont constituées d'individus ayant des sensibilités différentes à un herbicide donné. Même en l'absence de tout traitement, on trouve naturellement dans ces populations des individus moins sensibles que la moyenne à un herbicide donné. Certains de ces individus moins sensibles, présents à très faible fréquence dans les parcelles, peuvent survivre à une application correcte de la dose d'herbicide qui devrait les contrôler, et se reproduire. Ils sont donc résistants. À chaque application du même herbicide, les individus sensibles seront éliminés. Ceci favorise les individus résistants, dont la fréquence va augmenter dans les populations traitées après traitement jusqu'à provoquer une perte de contrôle.

**Définition :** mode d'action. Les substances herbicides peuvent être classées en fonction de leur mode d'action, c'est-à-dire de la cible biochimique sur laquelle elles agissent dans la plante. La classification couramment utilisée est la classification HRAC (Herbicide Resistance Action Committee), décrite en annexe 2.

(<http://hracglobal.com/tools/classification-lookup>)

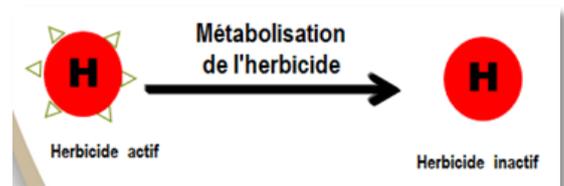
On distingue deux grands types de résistance :

- **La résistance liée à la cible (RLC).** Dans ce cas, une mutation de la cible de substances herbicides rend l'adventice peu ou pas sensible à une ou plusieurs de ces substances. Une RLC ne concerne que des substances ayant un même mode d'action (une même cible), mais pas forcément toutes.



**Résistance liée à la cible (RLC) :** le site de fixation de l'herbicide sur sa cible est muté (© Arvalis-Institut du végétal)

- **La résistance non liée à la cible (RNLC).** Les mécanismes de RNLC empêchent l'arrivée de la substance herbicide à sa cible en quantité suffisante et/ou suffisamment rapidement pour que cette substance puisse exercer son effet toxique. Plusieurs mécanismes peuvent agir ensemble ou séparément : modification de la pénétration de la substance herbicide dans l'adventice, détoxification de la substance (métabolisation), altération de son transport...



**Résistance non liée à la cible (RNLC) :** exemple de la métabolisation (© Arvalis-Institut du végétal)

Une RNLC peut concerner des substances herbicides ayant des modes d'action différents. Lorsqu'une RNLC à une substance est détectée, il est actuellement

impossible de prédire quelle(s) autre(s) substances seront également affectée(s).

## 2. Les cas de résistance publiés en France

À ce jour, en grandes cultures, la résistance concerne 4 modes d'action herbicides :

- les inhibiteurs du photosystème II (photosynthèse, groupe HRAC C1). Les premiers cas de résistance en grandes cultures sont apparus dans les années 80 et concernaient les herbicides de la famille des triazines. De très nombreuses espèces d'adventices présentent une résistance à ces herbicides. Les herbicides de la famille des triazinones (métamitron, métribuzine) sont également concernés par des résistances.

- les inhibiteurs de l'acétyl-coenzyme A carboxylase (ACCase, groupe HRAC A) dont l'action est quasi-exclusivement anti-graminées. Ce mode d'action regroupe trois familles chimiques communément dénommées : « fops », « dimes » et « den ».

- les inhibiteurs de l'acétolactate synthase (ALS, groupe HRAC B) qui peuvent avoir une action anti-graminées et/ou anti-dicotylédones. Ce mode d'action regroupe quatre familles chimiques : sulfonilurées, triazolopyrimidines, sulfonilamino-carbonyl-triazolinones et imidazolinones.

- les auxiniques (analogues de l'hormone végétale auxine, groupe HRAC O) qui ont une action essentiellement anti-dicotylédones.

## 3. Dissémination de la résistance

La gestion des populations d'adventices est généralement raisonnée à la parcelle. Mais la résistance peut se propager par les semences d'adventices. Prévenir la dissémination des graines d'adventices est donc un principe important de gestion intégrée et de prévention de l'extension des résistances. Il s'agit de ne surtout pas contaminer de nouvelles parcelles qui jusque-là sont faciles à gérer.

Pour des adventices dont les semences ont une dissémination aérienne (sénéçon commun, laiteron...), il n'y a aucun moyen d'empêcher la dissémination des semences en dehors d'un contrôle maximal des adventices. L'objectif est alors d'éviter toute montée à graine chez ces espèces.

Pour les autres espèces, il faut éviter de transporter des semences via le matériel (outils, pneumatiques, carrosserie...). Le matériel de récolte est particulièrement efficace pour disséminer des semences : ceci est typiquement observé dans la dissémination d'espèces comme les graminées

automnales, l'ambrosie... C'est un facteur explicatif de l'apparition soudaine de « taches » de plantes résistantes dans des parcelles jusque-là sans problème (entrées de champs notamment).

L'action de prévention la plus facile consiste à récolter en dernier les parcelles les plus infestées ou celles dans lesquelles la résistance est observée. Au sein de la parcelle, on terminera la récolte par la zone où la bordure est la plus infestée.

Enfin et surtout, avant de rentrer dans des parcelles saines, le nettoyage de la moissonneuse-batteuse est essentiel. Cette action mobilise 20 à 30 minutes pour le nettoyage de la barre de coupe et du dessus du convoyeur, le nettoyage des grilles (et la récupération des amas de menues pailles) et des trappes (élévateur et vis de retour). Au redémarrage, il sera nécessaire de faire tourner la moissonneuse avec la ventilation réglée au maximum.

Plus d'information sur : <https://www.arvalis-infos.fr/nettoyer-la-moissonneuse-batteuse-pour-eviter-la-dissemination-des-graines-d-adventices-@/view-25000-arvarticle.html>



*La moissonneuse batteuse est un vecteur très efficace de dissémination des graines d'adventices entre parcelles (© Arvalis-Institut du végétal).*

## II. Prévention et gestion des résistances

### 1) Prévention des résistances : ne pas se cantonner à la chimie, utiliser tous les leviers disponibles

La lutte contre les adventices ne peut pas se réduire à l'emploi d'herbicides. La lutte chimique est certes facile et efficace, mais la pérennité de son efficacité n'est pas garantie, notamment à cause des problèmes de résistance. Dans une parcelle où une espèce résistante est présente en grand nombre, ce sont un ou plusieurs modes d'action qui ne sont plus efficaces pour la contrôler. La gestion du désherbage pour continuer à maîtriser les adventices résistantes devient ainsi plus complexe, voire très complexe quand peu de modes d'action sont disponibles (graminées en céréales, astéracées en tournesol...).

La réduction du nombre de substances actives autorisées et la généralisation de l'emploi de certains modes d'action à la plupart des cultures de la rotation induit un risque fort de sélection de résistances. En France, les inhibiteurs de l'ALS sont actuellement le mode d'action le plus à risque en termes de résistance. Ils peuvent en effet être employés sur quasiment toutes les cultures : céréales à paille, betterave, maïs, pois, tournesol, soja et colza.

Contrairement à de nombreux autres bioagresseurs des cultures, les adventices ont à la fois un effet direct sur le rendement et un effet indirect sur les campagnes suivantes. Cet effet indirect est dû à la constitution d'un stock semencier dans le sol des parcelles. Les semences présentes dans ce stock ont des durées de vie variables selon l'espèce, allant de quelques années pour les graminées automnales à plus de 30 ans pour des dicotylédones comme le coquelicot. Par conséquent, la gestion des adventices doit être raisonnée à l'échelle de la rotation des cultures et doit viser à éviter absolument la constitution d'un stock semencier important. Ceci est encore plus vrai pour les parcelles où des résistances sont présentes.

#### a. Abaisser le niveau des populations en activant les leviers agronomiques

La lutte contre les adventices doit mettre en œuvre, en tout premier lieu, les moyens de lutte non chimiques. **Le recours à l'agronomie est le premier levier à actionner pour gérer la flore adventice d'une parcelle.** On peut notamment mentionner :

- **L'allongement de la rotation**, avec par exemple l'introduction d'une orge de printemps, d'un protéagineux ou d'un tournesol dans une rotation colza-blé-orge pour perturber le cycle des adventices hivernales (graminées, coquelicot...), ou d'une céréale d'hiver dans une rotation maïs-soja pour limiter la prolifération des estivales (graminées estivales, ambrosie).

- **Le choix de la date de semis** : retarder la date de semis est un levier efficace pour réduire les infestations de vulpin, de ray-grass (en culture d'hiver) ou d'ambrosie (au printemps).

- **Le travail superficiel du sol** via des faux semis stimule la levée d'adventices que l'on détruira avant le semis par des moyens mécaniques ou chimiques. En contribuant à épuiser le stock semencier, ce levier est très efficace sur graminées automnales et sur ambrosie. En revanche, il est plus aléatoire sur d'autres dicotylédones. Il convient aussi de ne pas réaliser de faux semis trop proches du semis, sous peine de stimuler une levée des adventices dans la culture.

- **Les labours occasionnels** (tous les 3 à 4 ans) sont également une solution efficace contre les espèces dont les semences ont une faible durée de conservation dans le sol (graminées automnales en particulier : brome, vulpin, ray-grass...). Ils réduisent le stock semencier par l'enfouissement des graines, évitant ainsi qu'elles ne lèvent. **Attention : le labour n'a pas d'action efficace sur dicotylédones, dont les semences ont une longue durée de conservation dans le sol.** Pire, on peut constituer un stock semencier de longue durée en enfouissant les semences de ces espèces.

Aucune de ces pratiques n'atteint 100 % d'efficacité sur les adventices, mais une combinaison de plusieurs d'entre elles peut apporter une efficacité satisfaisante. Les herbicides, quant à eux, peuvent atteindre quasiment 100 % d'efficacité mais n'agissent que sur les plantes levées ou en cours de germination ; or ces dernières représentent tout au plus, selon les estimations, 15 % du stock semencier (variable selon les espèces).

#### b. Bien raisonner les applications herbicides et diversifier les modes d'action

Les herbicides inhibiteurs de l'ALS (groupe HRAC B), ou encore les inhibiteurs de l'ACCase (groupe HRAC A), sont utilisés sur de nombreuses cultures. Utiliser toujours le même herbicide ou le même mode d'action entraîne un risque élevé de sélection de résistances.

Ce risque est d'autant plus important que l'adventice visée par ces spécialités est présente dans de nombreuses cultures de la rotation, voire dans toutes. Il est donc essentiel de raisonner les applications d'herbicides au niveau de la rotation. **L'objectif est qu'une adventice donnée soit contrôlée par au moins deux modes d'action différents dans deux cultures successives où elle est présente.** Il existe différentes possibilités pour faire varier les modes d'action :

- Pour les espèces les plus à risque en termes de résistance, il est nécessaire d'alterner les modes d'action au sein d'une même culture par l'application de programmes de traitements. Par exemple, en céréales à paille, sur vulpin ou ray-grass, ces programmes peuvent être constitués de deux traitements avec des modes d'action herbicides différents : une première application avec un ou plusieurs produits racinaires à l'automne (groupes HRAC K ou N), puis un rattrapage de sortie d'hiver avec un produit foliaire inhibiteur de l'ALS (groupe HRAC B) ou de l'ACCase (groupe HRAC A), selon l'historique herbicide de la parcelle. Ces applications en programmes de modes d'action différents améliorent l'efficacité tout en réduisant le risque de sélection de résistances. La rotation des cultures, levier agronomique important dans la lutte contre les résistances, permet aussi d'alterner les modes d'action herbicides.

- L'application en association d'au moins deux herbicides de modes d'action différents est une autre solution efficace pour réduire le risque de sélection de résistances tant que l'adventice est sensible à ces deux modes d'action. Il est important que les herbicides associés soient appliqués chacun à leur **dose efficace** contre les adventices ciblées. La dose efficace est la dose qui, correctement appliquée, apporte un maximum de contrôle d'une espèce adventice. Cette dose peut varier avec l'espèce. Si plusieurs espèces sont ciblées par une application, on associera les herbicides chacun à la dose efficace la plus élevée. Attention, toutes les associations ne sont pas autorisées, se référer à la réglementation en vigueur ou se reporter à :

<https://www.melanges.arvalisinstitutduvegetal.fr/index.php?init=ok>

### c. Respecter une règle de base pour l'utilisation des herbicides

Comme expliqué plus haut, la diversification des modes d'action est indispensable pour réduire le risque de sélectionner des résistances. Une règle générale peut s'appliquer à l'utilisation des herbicides

les plus « à risque » en termes de résistance dans un objectif de préservation de leur efficacité :

Pour **une** espèce cible (vulpin, coquelicot, etc...):

**1/ Une seule application par culture d'un herbicide de groupe HRAC A ou B (si ces herbicides sont efficaces sur l'espèce cible),**

**2/ L'application d'un herbicide de groupe HRAC A ou B comme unique herbicide sur l'espèce cible est déconseillée. Si une telle application est malgré tout effectuée, une espèce cible donnée ne pourra être contrôlée qu'une seule fois tous les 2 ans par un herbicide de groupe HRAC A ou B utilisé seul. Le délai passe à 3 ans si l'espèce cible fait partie des espèces à risque, c'est à dire des espèces chez lesquelles une résistance à des herbicides de groupe A et/ou B a été signalée (voir fiches adventices en annexes 3).**

**Peut-on encore appliquer un mode d'action concerné par une résistance sur une parcelle où cette résistance est présente ?**

*Appliquer un herbicide ou un mode d'action concerné par une résistance sur une adventice chez laquelle cette résistance est présente ne fait qu'aggraver le problème, et devrait être évité. En revanche, cet herbicide ou ce mode d'action peut rester efficace sur d'autres adventices présentes dans la parcelle. On peut alors distinguer deux cas :*

*- L'espèce présentant une résistance peut être **totale**ment contrôlée ou empêchée de grainer par des moyens non chimiques et/ou par des herbicides non concernés par la résistance. Dans ce cas, le mode d'action concerné par la résistance peut être employé contre le reste de la flore sensible.*

*- L'espèce présentant une résistance ne peut pas être totalement contrôlée ou empêchée de grainer par des moyens non chimiques et/ou par des herbicides non concernés par la résistance. Dans ce cas, le mode d'action concerné par la résistance ne doit pas être appliqué dans les cultures où cette espèce est présente.*

*L'objectif est ici d'empêcher la production de semences par les adventices résistantes.*

Il existe des outils d'aide à la décision permettant d'évaluer le risque de résistance associé aux pratiques (chimiques et non chimiques) effectuées sur une parcelle et de faire des simulations en modifiant les stratégies herbicides. Pour en savoir plus, se reporter à R-Sim : <http://www.r-sim.fr/>

## 2) Les principes de la lutte agronomique

Le succès de la gestion non chimique contre les adventices repose sur la mise en œuvre de pratiques préventives, seules ou combinées, raisonnées en fonction de la biologie des espèces et de l'historique du salissement de la parcelle, du matériel disponible sur l'exploitation et du contexte pédoclimatique local.

### a. Diversifier les cultures et les périodes de semis dans la rotation

Les plantes ne sont jamais présentes par hasard, elles sont le reflet du milieu où elles se développent. La flore adventice d'une parcelle témoigne de l'histoire de celle-ci : chaque pratique ou succession de pratiques agit comme un crible sur la flore adventice potentielle ; elle favorise certaines espèces et limite les autres. Outre les facteurs liés à la nature du sol (pH, humidité, texture), la succession de cultures joue un rôle prépondérant dans la composition de la flore adventice. Un grand nombre d'espèces est inféodé à un type de culture ayant une période préférentielle de levée : automnale, hivernale, printanière ou estivale. À titre d'exemple, le vulpin des champs, les bromes et le coquelicot colonisent surtout les céréales ; les géraniums se rencontrent très souvent dans le colza, les ambrosies et les chénopodes dans les cultures printanières et estivales, et le datura, les panics, les sétaires et les digitaires en culture d'été. Cette adaptation de la flore adventice aux cycles des cultures conduit à une spécialisation simplificatrice de la flore. Une rotation culturale trop simple aboutit donc à sélectionner un petit nombre d'espèces difficiles à maîtriser et très bien adaptées au système. Cependant, cette évolution peut être perturbée, voire interrompue, en diversifiant la succession des cultures. En variant les époques de semis et en allongeant les délais de retour d'une même culture dans la parcelle, la diversité des cultures de la rotation favorise une flore adventice diversifiée où chaque espèce adventice est peu abondante, à l'inverse des rotations courtes qui favorisent un petit nombre d'espèces adventices différentes qui risquent de proliférer (ex: colza-blé-orge, monoculture de maïs ou de blé, maïs-soja). La diversification de la rotation sera d'autant plus efficace que la persistance du stock semencier de l'adventice visée est faible et que sa période préférentielle de levée est courte. Le schéma idéal théorique, à condition de désherber efficacement, est une succession de deux cultures de printemps/été puis deux cultures d'hiver. Pour en renforcer l'effet, on

choisira dans chaque duo une culture monocotylédone et une culture dicotylédone. La diversification de la rotation permet en outre une diversification des modes d'actions qui peuvent être appliqués. La construction d'une rotation doit donc aussi tenir compte des gammes d'herbicides autorisés sur chacune des cultures, surtout en cas de présence avérée d'adventices résistantes à certains herbicides, ou dans le cas d'échecs de traitements répétés.



*Bleuet dans du colza. (©Terres Inovia)*

Notons toutefois que toutes les espèces adventices ne sont pas sensibles de la même manière à l'alternance des cultures : quelques-unes (ammi élevé, séneçon commun, moutarde des champs, ravenelle...) n'ont pas de période préférentielle de levée ; elles lèvent dans toutes les cultures.

Enfin, les adventices ont toujours fait preuve d'un fort potentiel d'adaptation. Elles peuvent par exemple adapter leur dynamique de levée. C'est le cas du ray-grass et, dans une moindre mesure, du vulpin, qui ont toujours été considérés comme des espèces automnales/hivernales et qui, actuellement, deviennent davantage indifférentes aux saisons. On observe ainsi très régulièrement de fortes levées de ray-grass dans les cultures d'été. Ce phénomène peut aussi être dû en partie aux semis de plus en plus précoces.

### b. Travail du sol : labour, semis direct, déchaumage et faux-semis à la rescousse

**1) Le labour** enfouit une grande majorité des graines de l'année et élimine simultanément les repousses et les jeunes adventices. Les graines mises en profondeur perdent leur viabilité au cours du temps, les graminées beaucoup plus rapidement que les dicotylédones. Notons toutefois qu'au-delà de 10 cm de profondeur, la survie des graines de dicotylédones devient identique quelle que soit l'espèce : quand elles sont enfouies assez profondément, ces graines entrent en dormance et peuvent se conserver longtemps. En

revanche, dans l'horizon superficiel (entre 0 et 10 cm), on a pu décrire différents modèles de décroissance du stock de semences selon les espèces (Taux Annuel de Décroissance).

En revanche, le labour remonte depuis les horizons profonds une fraction du stock de graines et favorise le « réveil » d'un certain nombre d'espèces. Pour conserver l'effet nettoyant du labour il convient donc de l'utiliser de façon occasionnelle : une fois tous les 3 ou 4 ans est un bon compromis sur les graminées. Cette pratique peut limiter considérablement les levées dans les cultures suivantes.

Après un échec de désherbage ou avant une culture potentiellement difficile à désherber, il faudra orienter le raisonnement du labour selon la famille des principales espèces problématiques. S'il s'agit d'espèces dont les semences perdent très rapidement leur viabilité dans le sol (graminées sauf folles avoines, nombreuses composées...), le labour sera très efficace à lui seul et pourra être réalisé dès la récolte. Pour renforcer l'efficacité du contrôle, il sera éventuellement utile de modifier la succession de cultures si les espèces ciblées sont liées à un type de culture spécifique.

Dans le cas de fortes infestations d'espèces dont les semences sont persistantes et/ou à levées échelonnées (gaillet gratteron, renouées, rumex, ambrosies, datura stramoine, lampourdes, moutardes), il faudra éviter de les enfouir après la récolte et il sera nécessaire de modifier la rotation en incluant des cultures dont l'époque de semis est diamétralement opposée à la période de levée de l'adventice ciblée (voir paragraphes précédents).

On sait que le stock semencier de surface s'épuise plus vite : les semences présentes dans les horizons superficiels sont exposées aux variations de température, humidité, taux d'oxygène, prédation..., les dormances sont plus facilement levées, et les germinations seront plus groupées. Les déchaumages/déstockages pendant l'interculture en seront améliorés. En revanche, si les espèces ciblées par le labour ont un stock semencier persistant, il faut s'abstenir de réaliser un nouveau labour avant d'avoir suffisamment épuisé le stock (après au moins 3 cultures), sous peine de remonter une grande quantité de graines viables.

**2) Le semis direct et strip-till.** L'idée est ici que moins on perturbe le sol et moins on réactive les germinations. La stratégie est donc de ne travailler que le strict minimum (uniquement la ligne de semis pour le strip-till ou mieux, un semis direct sans flux de terre). Dans ce cas, certaines populations d'adventices

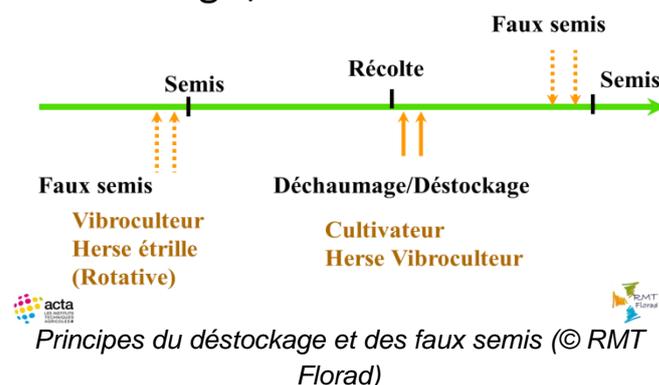
ont un taux de levée significativement plus faible dans la culture qui suit l'implantation sans travail du sol (géraniums en colza, graminées en céréales...), par rapport à une implantation classique en labour (herse rotative, semoir combiné...).

Les systèmes en «non-labour continu» nécessitent plus d'attention car ils concentrent les graines en surface, zone plus favorable aux germinations et aux levées. De plus, l'absence de travail du sol dans les systèmes céréaliers actuels pose question du point de vue de la durabilité du désherbage et du contrôle chimique des adventices résistantes à des herbicides foliaires (inhibiteurs de l'ACCCase ou de l'ALS). En effet, les résidus de paille qui couvrent le sol peuvent immobiliser une partie des herbicides racinaires et réduire leur efficacité ; et le désherbage mécanique n'est pas utilisable dans ces systèmes. Ainsi, en « non-labour continu », la maîtrise des adventices nécessite une vigilance sans faille, et les échecs de désherbage sont généralement plus lourds de conséquences.

### 3) Le déstockage par déchaumages et faux-semis :

Bien que le principe soit le même entre déstockage par déchaumage et faux-semis (c'est-à-dire réduire le stock semencier des adventices dans le sol en les faisant lever), il y a une différence temporelle entre les deux techniques : les déchaumages ont lieu en interculture tandis que les faux-semis sont réalisés juste avant le semis de la culture suivante (voir figure ci-dessous).

## Déstockage / Faux semis



Le déstockage joue sur l'effet désherbant du déchaumage. Il consiste à faire lever les adventices dans l'interculture, puis à les détruire par un nouveau travail du sol ou l'application d'un herbicide foliaire non sélectif. Il permet d'une part d'éviter que les adventices déjà présentes ne finissent leur cycle et produisent des graines dans l'interculture et d'autre part, il fait germer de nouvelles adventices et réduit ainsi le stock semencier dans l'horizon travaillé. Il faut que les pluies d'été et les températures estivales soient au rendez-

vous dans les jours qui suivent l'intervention pour faire lever les adventices dont c'est la période préférentielle de levée (ambrosie, chénopode, panic, sétaire, digitale...). Attention, le déchaumage n'est pas automatique : il est parfois difficile de faire lever des graminées en fin d'été si la météo ne s'y prête pas. Dans ce cas, un faux-semis avant l'implantation de la culture suivante est plus adapté.



Déchaumage (© ACTA)

**Le faux-semis** consiste à faire lever précocement les adventices qui devaient naturellement se développer dans la culture à venir, puis à les détruire au plus près du semis (au maximum 1 mois avant le semis) soit par un travail du sol très superficiel (outil à dents ou herse étrille), soit par l'application d'un herbicide foliaire non sélectif.

La profondeur de chaque passage successif d'outil doit être inférieure ou au plus équivalente à celle du précédent afin d'éviter de remonter des graines. La réussite de ces opérations est intimement liée aux conditions météorologiques.

Avant une culture d'été, les faux-semis se justifient pleinement car ils réduisent fortement les populations d'adventices dans la culture (ex : ambrosie).

**Attention :**

- Le semis en combiné peut parfois provoquer des levées supplémentaires par rapport à un semis classique.
- Les passages répétés d'outils légers superficiels (herse étrille) peuvent favoriser la formation d'une croûte de battance par un affinage excessif. Dans les sols fragiles (sols limoneux), préférer un déchaumeur à faible profondeur et finir avec un seul passage de herse étrille s'il y a lieu.

Avant une culture d'hiver, les faux-semis sont utiles pour réduire les fortes infestations de graminées (sauf folles avoines) en l'absence de labour. Cependant l'affinage du sol peut augmenter le temps de ressuyage, retarder d'autant la date de semis et ainsi nuire à la qualité d'implantation de la culture. Dans ce cas, il est possible de simplement reporter la date de semis sans travailler le sol.

Un travail très superficiel et un outil adapté sont des gages d'efficacité de ces pratiques (cf. tableau 1).

**Tableau 1 : Profondeur de travail et objectif agronomique de différents types d'outils et déchaumeurs.**

	Profondeur de travail (en cm)	Objectif agronomique				
		Répartition des pailles en surface	Faux semis	Destruction des repousses et adventices	Incorporation des pailles	Restructuration des zones tassés
Herse de déchaumage	1-3		FS			
Bêches roulantes	3-5					
Déchaumeurs à disques indépendants	3-5	HP		A		
	6-10	HP				
Vibrodéchaumeurs	3-5			D		
Déchaumeur à trains de disques	6-10					
Cultivateurs à 2 rangées de dents et disques de nivellement	6-10					
	10-20					
Cultivateurs à 3 rangées de dents et disques de nivellement	6-10					
	10-20					

**Légende :**



Aptitude bonne  
Aptitude moyenne  
Aptitude faible

HP  
D  
FS  
A

Amélioration possible si outil équipé d'une herse à paille  
Nécessité d'intervenir sur des adventices ou repousses peu développées  
Nécessité de faire plusieurs passages  
A nuancer selon les angles d'attaques et d'enture

#### 4) Le décalage de la date de semis

Le décalage de la date de semis va souvent de pair avec le faux-semis. En effet, le décalage de la date de semis offre plus de temps disponible pour pouvoir réaliser les faux-semis. Le couplage de ces deux techniques a montré toute son efficacité pour gérer des graminées hivernales (ray-grass, bromes ou vulpin dans des céréales d'hiver par exemple) dans les régions où le décalage de la date de semis des céréales est possible.

Pour décaler le semis tout en garantissant une réussite de la culture, il faut également adapter la variété.

En culture d'hiver, si le décalage du semis est efficace sur les graminées, il faut noter qu'il n'a aucun intérêt pour la gestion des dicotylédones.

En culture d'été, le report de la date de semis du tournesol et du soja (fin avril, début mai) a été testé et s'avère très intéressant pour réduire, voire résoudre, les problématiques de désherbage de l'ambrosie, de la lampourde à gros fruits et du tournesol sauvage. Dans le cas où des plantes résistantes sont présentes (ambrosie, tournesol sauvage), cela permet de limiter la progression de la résistance en évitant un recours à la chimie.



Ambrosie à feuilles d'armoïse (© Arvalis)

**Attention** : dans certaines régions comme le quart Nord-Est de la France, ou pour certaines cultures dont le potentiel de rendement peut être fortement pénalisé (maïs, betterave), il faut anticiper le rapport bénéfique/risque du décalage de la date de semis. La séparation des deux pratiques (décalage et faux-semis) est possible mais sera moins efficace que leur mise en place conjointe. Cependant, dans des situations particulières (sols fragiles qui se travaillent difficilement, climat très humide...), il n'est pas toujours conseillé de coupler les deux.

#### 5) Couverts et plantes de service

##### a) Couvert associé

Le couvert associé (légumineuses dans un colza par exemple) peut s'avérer intéressant pour limiter le développement d'adventices, mais dans le cas d'une situation de résistance, il peut s'avérer contre-productif car il empêche l'utilisation de programmes herbicides alternatifs et efficaces. Dans le cas des céréales à paille, il convient de limiter son développement pour ne pas engendrer une nuisibilité sur le rendement.



Plantes de services (© ACTA)

##### b) Couvert d'interculture

C'est une solution intéressante même en situation de résistance car le couvert perturbe la germination des adventices et limite leur développement. Un bémol cependant, les adventices les plus gênées par le couvert ne sont pas forcément celles qui posent soucis en culture, du fait des levées décalées. Des références sont en cours d'acquisition.

**Attention** : le couvert peut empêcher la réalisation de déchaumages et de faux-semis. Si le couvert se développe peu et est mal maîtrisé, cela peut entraîner au contraire un salissement supplémentaire.

##### c) Couvert permanent

Il peut être efficace si le couvert est bien géré. Des travaux sont en cours pour étudier l'hypothèse selon laquelle il y aurait un déstockage des adventices dans le couvert.

**Attention** : une couverture permanente va limiter le nombre d'interventions réalisables et donc réduire les possibilités de gestion non chimique des adventices. Dans ces situations, le nombre de solutions chimiques peut être lui aussi restreint car il faut trouver un herbicide qui permette un contrôle satisfaisant de la flore tout en préservant la culture et le couvert.

Tous ces leviers agronomiques sont repris dans les fiches d'adventices. Ces informations sont également disponibles sur : <http://www.inflowweb.fr>

**Attention : les leviers non chimiques ne sont pas à toute épreuve.**

*On sait, surtout après avoir lu cette note, que les adventices sont capables de s'adapter à l'emploi d'herbicides en développant des résistances. On sait moins qu'elles sont aussi capables de s'adapter aux autres pratiques de désherbage. L'adaptation peut se faire au niveau d'une espèce donnée (par exemple, un décalage de la période préférentielle de levée permettant de s'adapter au décalage de semis) et/ou au niveau de la flore d'une parcelle (par exemple, augmentation des espèces pérennes dans les parcelles en non-travail du sol).*

*Pour éviter des problèmes de contrôle de la flore adventice avec l'utilisation de pratiques non chimiques comme de modes d'action herbicides : il ne faut pas utiliser toujours les mêmes, mais **mettre en œuvre un ensemble diversifié et efficace de leviers, avec pour objectif de maintenir une flore diversifiée et peu problématique dans les parcelles.***

### **c. Lutte mécanique pendant la culture**

Les principes de la lutte mécanique et les recommandations établies par culture sont mentionnés au sein de l'**annexe 1**.

# Bonnes pratiques

## Du bon sens en matière de pulvérisation et de fertilisation

Les conditions d'application sont déterminantes pour l'efficacité de nombreux herbicides. Appliquer dans de mauvaises conditions peut entraîner une mauvaise efficacité sur les adventices ciblées. Outre un salissement de la culture, une mauvaise efficacité d'un traitement herbicide peut aussi faciliter la sélection d'adventices résistantes. Il convient donc d'optimiser l'application des herbicides pour que ceux-ci expriment pleinement leur efficacité. Respect de la dose et des éventuels adjuvants préconisés, respect du stade des adventices, respect des conditions météorologiques optimales et emploi d'un matériel d'application performant sont autant de facteurs permettant de maximiser l'efficacité des produits. Les conditions météorologiques optimales dépendent du type de produit appliqué.

Pour les herbicides à **action racinaire**, les caractéristiques du sol (teneur en argile et matière organique) et l'humidité du sol sont les deux facteurs prépondérants. Le type de buse utilisé et le volume de bouillie ont peu d'importance dans ce cas. Il convient toutefois de limiter au maximum les risques de dérive. Pour cela, l'emploi de buses à injection d'air est fortement recommandé (voire obligatoire dans certains cas).

À l'inverse, pour les produits **foliaires de contact**, le type de buse utilisé et le volume de bouillie sont deux critères à prendre en compte. En effet, ces produits ont besoin d'une surface de couverture la plus grande possible et d'une répartition homogène sur le feuillage. Ainsi, le volume de bouillie minimum est de 50l/ha avec des buses à fente classique et de 80l/ha avec des buses à injection d'air. Ces volumes sont respectivement relevés à 80l/ha pour des buses à fente classique et à 150l/ha minimum avec des buses à injection d'air dans le cas du désherbage de la betterave sucrière.

Enfin, les produits **foliaires systémiques** sont davantage sensibles aux conditions météorologiques qui encadrent le traitement. En effet, en présence de conditions « poussantes » (sol frais, température entre 5 et 20°C et hygrométrie > 70%), la pénétration des produits dans les plantes est favorisée par la dilatation de la cuticule. L'emploi d'adjuvants appropriés permet également d'assurer l'efficacité du traitement. Ces produits sont moins sensibles au type de buse et au volume de bouillie que les produits de contact. On estime que le volume minimal d'application est de 50l/ha quel que soit le type de buse utilisé (fente classique ou injection d'air).

Pour tous les produits foliaires, le stress hydrique et les fortes amplitudes thermiques limiteront leur efficacité.

Rappelons également que si la fertilisation et le désherbage sont indépendants d'un point de vue technique, les deux sont liés d'un point de vue agronomique. En effet, si l'azote est apporté sur une culture non désherbée, il bénéficie autant aux adventices présentes qu'à la culture. Ces adventices pourront ensuite être plus difficiles à maîtriser, car plus développées que la normale. Afin de préserver le rendement de la culture et optimiser l'efficacité des herbicides, il est essentiel de désherber avant ou dans les jours qui suivent le premier apport d'azote.

# ANNEXES

## Annexe 1 : Les principes de la lutte mécanique

### 1. Recommandations d'utilisation des outils mécaniques en culture

Les techniques de désherbage mécanique présentent une alternative ou un complément crédible aux herbicides. Quel que soit le type d'intervention envisagé (bineuse, herse étrille, houe rotative), la lutte mécanique s'anticipe dès la préparation du semis des cultures. Les mesures agronomiques visant à prévenir les infestations d'adventices dans les parcelles sont d'une importance capitale pour conduire au succès du désherbage mécanique curatif.

Le type d'adventice conditionne l'efficacité : les graminées sont moins sensibles aux outils que les dicotylédones. Les vivaces sont particulièrement difficiles à éradiquer par les seuls outils mécaniques. Au sein de la famille des dicotylédones, il y a des différences de tolérance des mauvaises herbes à l'action des outils, liées à la morphologie des plantes et leur capacité à s'enraciner puissamment dans le sol.

Le stade des mauvaises herbes au moment de l'intervention conditionne les performances du désherbage mécanique.

Les réglages d'outils sont essentiels pour préserver les cultures et détruire un maximum de mauvaises herbes. Pour chaque parcelle à désherber, il est conseillé de tester préalablement les outils sur une distance courte mais suffisante pour que la vitesse de travail soit atteinte. En matière d'équipement, les constructeurs proposent des types de dents et de socs permettant des combinaisons variées.

Les conditions pédoclimatiques sont déterminantes : absence de pluie le jour de l'intervention et temps séchant pendant les 3 à 5 jours suivant l'intervention. Les plages d'intervention doivent être décidées de manière à épargner les cultures et à maximiser les chances de destruction des mauvaises herbes. Les recommandations suivantes précisent les interventions en fonction des stades des cultures.

### 2. Recommandations par culture

#### Blé / orge d'hiver

**Herse étrille** : un passage à l'aveugle en prélevée (7-8 km/h) peut s'envisager en veillant à ne pas endommager le coléoptile (jeune germe) de la culture. L'outil est ensuite utilisable à partir du stade 3 feuilles de la céréale (à 3-4 km/h, faible agressivité des dents) puis tallage/début de montaison (à 6-8 km/h, agressivité moyenne à forte des dents) voire 2 nœuds-épiation pour les interventions tardives sur gaillet par exemple (à 8-10 km/h, agressivité moyenne des dents). Augmenter la densité de semis du blé (+10 à +15 %) pour compenser les pertes éventuelles de pieds. Envisager si besoin des passages croisés de herse étrille.

**Houe rotative** : utilisable en sols battants pour écroûter et désherber les très jeunes adventices en prélevée (12-15 km/h), puis de 2-3 feuilles à fin tallage (15-20 km/h).



*Houe rotative (© ARVALIS-Institut du végétal)*

**Bineuse** : à condition de semer à écartement compatible avec celui de l'outil, la bineuse est utilisable dès le début du tallage jusqu'à épiation. Attention, les écartements larges peuvent entraîner des chutes de rendement non négligeables! Adaptez la profondeur de travail du binage pour ne pas déchausser la culture. D'autres stratégies peuvent s'envisager comme par exemple en sortie d'hiver un passage de bineuse suivi, dans la foulée, d'un passage de herse étrille.

## Colza d'hiver

**Herse étrille** : un passage à l'aveugle en prélevée (7-8 km/h) peut s'envisager si la profondeur de semis est adaptée en amont. L'outil est ensuite utilisable à partir du stade 3 feuilles (3-4 km/h, faible agressivité des dents) puis 4 feuilles vraies du colza (6-8 km/h, agressivité moyenne à forte selon la croissance du colza). Augmentez la densité de semis du colza (+10 %) et semez un peu plus profond pour compenser les pertes éventuelles de pieds.

**Houe rotative** : utilisable en sols battants pour écroûter et désherber les très jeunes adventices quel que soit le stade du colza. Le colza supporte bien cet outil.

**Bineuse** : à condition de semer à écartement compatible avec celui de l'outil, la bineuse est utilisable dès deux feuilles (avec les protèges-plants) et plus commodément à partir de 4 feuilles du colza. Rappelons que le semis à écartement large du colza n'impacte pas le rendement.

**Stratégies de désherbage mixte** : la pratique « herbisemis » consiste à appliquer l'herbicide de prélevée uniquement sur le rang lors du semis, grâce à un kit spécifique monté sur semoir. Le binage permet ensuite de sarcler l'inter-rang. Idéale pour réduire les quantités d'herbicides (environ 2/3 en moins), cette technique fait par ailleurs l'économie d'un passage de pulvérisateur. Autre avantage, il est possible de se passer du binage si l'état de salissement de la parcelle ne le justifie pas. Pour des parcelles relativement peu enherbées, il est aussi possible de moduler les doses d'herbicides de prélevée appliquées en plein (1/3 ou 1/2 dose) puis de compléter par un ou deux passages de herse étrille, houe rotative ou bineuse.

## Féverole d'hiver et de printemps

**Herse étrille** : un passage à l'aveugle en prélevée (7-8 km/h) peut s'envisager à une profondeur de 2-3 cm. Ensuite, elle peut s'utiliser du stade 2 feuilles (3-4 km/h, agressivité faible) au stade 6-8 feuilles (4-10 km/h, agressivité forte).

**Houe rotative** : mêmes périodes d'intervention que pour la herse étrille. L'outil est déconseillé après 8 feuilles pour éviter la casse des tiges.

**Bineuse** : utilisable à 2-4 feuilles de la féverole (3 km/h) si la bineuse est équipée de protèges-plants ou de lames Lelièvre. Utilisable entre 4 et 8 feuilles (5 km/h) avec buttage éventuel lors du dernier passage.

Binage à proscrire en présence des fleurs de la culture ou lorsque la hauteur de la culture dépasse la hauteur de dégagement de l'outil.

## Lin de printemps



*Herse étrille (© ARVALIS Institut du végétal)*

**Herse étrille** : utilisable entre le stade 5 et 10 cm du lin (agressivité moyenne et vitesse maximale 6 km/h). Les passages à l'aveugle ne sont pas recommandés.

**Houe rotative** : peu de références.

**Bineuse** : utilisable à partir de 6-8 cm (3-5 km/h) jusqu'à une hauteur de culture de 25cm. Les systèmes de guidage (type caméra ou GPS) autorisent des passages plus précoces entre 4 et 7 cm de hauteur du lin (vitesse 3-4 km/h).

## Betterave

**Stratégies mixtes** : il est possible de réduire les quantités d'herbicides sur betterave grâce à différentes stratégies de désherbage. De nombreux itinéraires permettent de concilier les deux objectifs que sont la réduction d'herbicide et la propreté finale des parcelles.

**Première stratégie** : réaliser 2 à 3 traitements herbicides traditionnels en plein afin d'arriver au stade 4 feuilles vraies des betteraves et de contenir les levées d'adventices puis intervenir en mécanique avec une bineuse traditionnelle betterave équipée de moulins sur le rang, une houe rotative ou une herse étrille avec réglage des dents par ressort.



*Bineuse avec moulinets Stekete (© ITB)*



*Rampe de traitement localisé (©ITB)*

Les passages de bineuse à moulinets, de houe rotative ou de herse étrille avec réglage des dents par ressort présentent des risques de pertes de plantes lorsqu'ils sont réalisés avant ce stade de 4 feuilles vraies de la culture, de l'ordre de 5 à 20 % selon les situations. Il convient donc d'intervenir avec des herbicides chimiques jusqu'à ce stade pour détruire les adventices. Au-delà du stade 10-12 feuilles, les machines occasionnent des dégâts aux betteraves qui peuvent rapidement être excessifs. L'efficacité de ces machines est également très dépendante du stade des adventices au moment de l'intervention. Elle est bonne jusqu'au stade cotylédons et chute rapidement lorsque les adventices dépassent ce stade.

L'efficacité de ces machines est faible sur les adventices vivaces et graminées qui doivent être gérées dans la rotation et maîtrisées dans la culture par des traitements herbicides.

L'homogénéité du sol et de la population de betteraves permettront une meilleure efficacité de ces machines. Le travail de ces matériels ne sera pas possible en cas de levées échelonnées, de dégâts sur betteraves dus à des parasites ou de terres à cailloux. Les houes rotatives pénètrent mal sur des sols durs ou certains types de sols (craie, cranette).

**Deuxième stratégie** : traitement localisé sur le rang. Cette méthode permet de traiter uniquement le rang des betteraves avec une rampe localisée. Ce traitement est couplé avec du binage en inter-rang. Le traitement est effectué avec les mêmes produits, mêmes doses et au même stade d'intervention que le traitement en plein.

Les passages mécaniques exigent un bon nivellement du sol, l'efficacité est largement tributaire des conditions météorologiques. Il est nécessaire d'avoir un minimum de temps sec après le passage mécanique. Les plages horaires d'intervention pour les passages mécaniques sont toutefois moins contraignantes que pour les traitements herbicides : si les conditions de la journée sont favorables (sol sec, absence de pluie), l'intervention peut se faire à n'importe quelle heure contrairement aux pulvérisations.

### Orge de printemps

L'orge de printemps est sensible en début de cycle. Les outils doivent être maniés avec grande précaution.

**Herse étrille** : Un passage à l'aveugle en prélevée (8-10 km/h) peut s'envisager en veillant à ne pas endommager le coléoptile (jeune germe). L'outil est ensuite utilisable à partir du stade 3 feuilles (3-4 km/h, faible agressivité des dents) puis tallage/début de montaison (6-8 km/h, agressivité moyenne) voire 2 nœuds-épiaison pour les interventions tardives contre gaillet notamment (8-10 km/h, agressivité forte).

Augmenter la densité de semis de l'orge de printemps (+10 à +15 %) pour compenser les pertes éventuelles de pieds.

Semez légèrement plus profond si des passages en prélevée sont envisagés.

**Houe rotative** : utilisable entre le stade 3 feuilles et le stade épi 1 cm (12-18 km/h, agressivité faible avant tallage, moyenne à forte ensuite). L'outil perd de son intérêt après le stade 1-2 nœud de la culture.

**Bineuse** : possible à partir du stade 3-4 feuilles, à condition que l'orge soit bien développée, pour un écartement de 20 à 40 cm. Utilisable à 3-4 feuilles (3-4 km/h) puis lors du tallage et de la montaison (6-8 km/h). Les systèmes de guidage améliorent inéluctablement la précision et la finesse du travail.

## Maïs

**Herse étrille:** utilisable en prélevée du maïs (8-12 km/h, agressivité moyenne à forte) puis du stade 3-4 feuilles (3 km/h, agressivité faible) à 4-6 feuilles (4-5 km/h, agressivité faible à moyenne). Passé le stade 3-4 feuilles, la herse étrille peut occasionner des pertes ou des blessures de feuilles non négligeables. Ajuster au mieux les réglages d'outil à la culture.

**Houe rotative :** utilisable en prélevée du maïs (15-20 km/h) puis du stade 3-4 feuilles (12 à 15 km/h) à 4-6 feuilles (15 à 20 km/h). Les passages au stade coléoptile ou 1ère feuille du maïs occasionnent des pertes pour la culture.



*Bineuse Maïs (©ARVALIS-Institut du végétal)*

**Bineuse :** utilisable à partir de 2 feuilles, en présence d'équipements protégés-plants. Utilisable entre 4 et 10 feuilles (vitesse entre 6 et 10 km/h) avec buttage apprécié lors du dernier passage.

**Stratégies mixtes :** De nombreuses possibilités sont envisageables, avec des performances très variées. Les plus fiables consistent à introduire un binage. Les moins contraignantes sur le plan de la mise en œuvre consistent à dissocier l'application chimique (en plein ou en localisé sur le rang) du binage. Le désherbinage est assez délicat à mettre en œuvre.

**Stratégies tout mécanique :** Les stratégies mécaniques strictes présentent l'intérêt d'un coût modéré et d'un IFT nul ; en revanche, il est souhaitable de les réserver à des flores de dicotylédones annuelles dominantes, l'efficacité sur graminées et sur vivaces étant largement insuffisante. De plus, ces stratégies sont souvent difficiles à mettre en œuvre (faible souplesse d'intervention, grande sensibilité aux conditions pédoclimatiques).

## Tournesol

**Herse étrille :** Un passage à l'aveugle en prélevée (5-7 km/h, agressivité des dents moyenne à forte) quelques jours après le semis peut s'envisager. L'outil est ensuite utilisable à partir du stade B1-B2 soit une paire de feuilles (2-3 km/h, faible agressivité des dents) jusqu'à 5-8 feuilles selon l'état de végétation (5 à 7 km/h, agressivité des dents moyenne). Les interventions sont délicates. Elles causent moins de blessures de plantes en présence de températures élevées. Ajustez la densité de semis au nombre d'interventions mécaniques envisagées. Semez entre 4 et 5 cm de profondeur si vous envisagez des passages de herse étrille « à l'aveugle ».

**Houe rotative :** utilisable à l'aveugle, en prélevée (15 km/h). Les passages les moins préjudiciables sont du stade B1-B2 soit une paire de feuilles à B3-B4 soit deux paires de feuilles (10 à 15 km/h).

**Bineuse :** outil de prédilection pour le tournesol. Utilisable dès le stade une paire de feuilles (3 km/h, avec équipement protégés-plants), jusqu'au stade limite de passage du tracteur ou de la bineuse. Choisissez les accessoires (nombre et type de dents, socs, disques, doigts rotatifs) selon le sol et sa charge en cailloux et l'objectif recherché : déchaussage du tournesol, sarclage, buttage. Pour une efficacité du binage sur le rang, préférez les lames Lelièvre ou, en l'absence de cailloux, les doigts rotatifs. A partir de 6-8 feuilles du tournesol, augmentez la vitesse de passage (6 à 9 km/h) pour améliorer l'effet buttage escompté.



*Binage tournesol (©Terres Inovia)*

**Stratégies mixtes :** La pratique de l'herbisemis consiste à appliquer l'herbicide de prélevée uniquement sur le rang, le jour du semis, grâce à un kit spécifique de localisation installé sur le semoir. Le binage assure ensuite le désherbage de l'inter-rang. Idéale pour réduire les quantités d'herbicides tout en maîtrisant le désherbage, cette pratique mixte fait

l'économie d'un passage de traitement en plein et offre aujourd'hui les meilleures performances technico-économiques. Sur les adventices difficiles (ambrosie, xanthium, datura...) ou lorsque les conditions d'application des herbicides n'ont pas été favorables, le binage en complément d'un programme herbicide classique est un recours appréciable par les agriculteurs.

Le désherbinage (uniquement sur des variétés tolérantes), à 4 feuilles du tournesol procure sous certaines conditions des résultats tout à fait corrects, légèrement en deçà de la post-levée en plein. Toutefois, la souplesse d'intervention est réduite car il faut répondre à la fois aux exigences du chimique et du mécanique en post-levée. De plus, du fait de l'intervention relativement précoce, un binage supplémentaire peut s'avérer utile. Appliquée à grande échelle sur une exploitation, cette pratique peut donc trouver certaines limites.

Le tournesol peut également prétendre aux interventions de herse étrille couplées à des traitements herbicides de pré ou de post-levée à dose modulée.

## Soja

**Herse étrille** : utilisation possible 3 à 7 jours après le semis « à l'aveugle », juste avant la levée du soja (8-12 km/h, agressivité des dents moyenne). Ensuite la herse étrille peut s'utiliser au stade 1ère feuille unifoliée (2-3 km/h, agressivité des dents faible à moyenne) jusqu'à 10-20 cm de hauteur de la plante (4 à 7 km/ha, agressivité des dents moyenne à forte).

**Houe rotative** : les périodes d'intervention recommandées sont les mêmes que pour la herse étrille. Proscrire les passages aux stades crosse et cotylédon et quand le soja dépasse 20 cm environ.

**Bineuse** : complète efficacement l'action des désherbants chimiques, dès l'apparition de la première feuille trifoliée jusqu'au stade limite de passage du tracteur ou de la bineuse. Le binage est préconisé en présence d'adventices qui n'ont pas été contrôlées par les programmes mis en œuvre (spectre d'efficacité insuffisant, conditions sèches après application).

**Stratégies mixtes** : le désherbage de prélevée localisé sur le rang lors du semis, suivi d'au moins un binage, est possible en soja à condition de semer ce dernier au bon écartement de semis. Depuis l'homologation de Pulsar 40 en soja, il devient possible de commencer le programme de désherbage du soja précocement à l'aide de la herse étrille puis, si besoin, compléter par l'herbicide de post-levée.

## Cultures porte-graines

Les cultures porte-graines sont nombreuses et très diversifiées. Certaines d'entre elles comme les fourragères (pour la plupart pérennes), les potagères ou les betteraves peuvent être désherbées mécaniquement, le plus souvent en complément de désherbages chimiques. Les principaux outils utilisés pour ces cultures sont décrits ci-après. Pour les porte-graine céréales, protéagineux et oléagineux se référer aux paragraphes ci-dessus propres aux grandes cultures.

**Herse étrille** : Ce matériel peut être utilisé en post-semis prélevée « à l'aveugle » sur des semis profonds, puis une fois passé le stade de sensibilité de la culture (premières feuilles ou début tallage). A utiliser impérativement sur terrain ressuyé et bien plat, non collant et meuble. Elle est également conseillée pour la destruction des faux-semis et pour limiter la reprise des adventices après un binage. Cet outil peut être utilisé sur les porte-graines suivantes : potagères fines annuelles et bisannuelles, betteraves, cucurbitacées, légumineuses petites et moyennes graines et graminées.

**Houe rotative** : utilisable en sols battants pour écroûter et désherber les très jeunes adventices. Ce matériel peut être utilisé en post-semis prélevée « à l'aveugle » sur des semis profonds, puis une fois passé le stade de sensibilité de la culture (premières feuilles ou début tallage). A utiliser impérativement sur terrain ressuyé. La houe rotative peut aussi être utilisée pour la destruction des faux semis. Cet outil peut être utilisé sur les porte-graines suivantes : cucurbitacées, légumineuses petites et moyennes graines (une vitesse d'avancement limitée au stade jeune limite l'agressivité) et graminées.

**Bineuse** : à condition de semer à écartement compatible avec celui de l'outil, la bineuse est utilisable en post-levée, dès que la culture est suffisamment visible et développée. Le choix du type de dents, du positionnement dans l'inter-rang et la profondeur de travail est à faire en fonction de la culture et de son développement. Les premiers passages sont à effectuer à une vitesse réduite (2-3km/h). La précision près du rang est facilitée par les différents systèmes de guidage. Cet outil peut être utilisé sur les porte-graines suivantes (si semis avec un inter-rang suffisant pour le passage de l'outil) : potagères fines annuelles et bisannuelles, betteraves, cucurbitacées, légumineuses petites graines et graminées.

**Ecimeuse** : Cet outil est en fait un lamier équipé de lames rotatives ou de scies à sections. Elles permettent de couper les adventices qui dépassent des cultures (folle avoine, chardons, ...) lors de leur montée en fleurs ou à graines. Il faut intervenir avant que les graines soient viables pour éviter leur dissémination. Cet outil peut être envisagé sur toutes les cultures à condition d'avoir une différence de hauteur suffisante entre les adventices et la culture porte-graines.

## Annexe 2 : Groupes HRAC

Cette classification est adaptée à partir de celle établie par le Comité d'Action pour les Résistances aux Herbicides (HRAC - <http://www.hracglobal.com>). Toutes les substances appartenant à un **même groupe** (désigné par une lettre) ont la même cible biochimique, et donc le **même mode d'action**, quelle que soit leur famille chimique d'appartenance.

### Légende :

**Rouge** : très impacté (au moins une espèce chez laquelle la résistance est très répandue)

**Orange** : impacté (au moins une espèce chez laquelle la résistance est répandue)

**Jaune** : résistance émergente (au moins une espèce chez laquelle la résistance a été signalée)

**Vert** : pas de cas de résistance signalé en France

Les nombres dans les cases colorées correspondent au nombre d'espèces adventices chez lesquelles une résistance a été identifiée.

Groupe HRAC	Mode d'action <sup>1</sup>	Familles chimiques	Substances	Exemples de spécialités (liste non exhaustive)	Utilisable sur :										Nombre d'espèces adventices chez lesquelles une résistance a été publiée en France	
					Céréales	Colza	Mais	Tournesol	Soja	Lin	Protéagineux	P. de terre	Betterave	Riz		interculture
A	Inhibiteurs de l'ACCCase (biosynthèse des lipides)	Aryloxyphénoxy-propionates (« Fops »)	clodinafop, cyhalofop, diclofop, fénoxaprop, fluazifop, propaquizafop, quizalofop.	Célio, Targa D+, Pilot, Fusilade Max, Fenova Super, Agil, Clincher Neo...	■	■		■	■	■	■	■	■	■		9
		Cyclohexanediones (« dimes »)	cléthodime, cycloxydime,	Stratos Ultra, Centurion 240EC, Select...		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
		Phenylpyrazoline (« den »)	pinoxaden	Axial Pratic...	■											
B	Inhibiteurs l'ALS (biosynthèse des acides aminés ramifiés : Ile, Leu, Val)	Sulfonylurées	amidosulfuron, azimsulfuron, bensulfuron, flazasulfuron, foramsulfuron, halosulfuron, iodosulfuron, mésosulfuron, metsulfuron, nicosulfuron,	Atlantis Pro, Archipel Duo, Allié SX, Gratil, Biathlon, Express SX, Peak, Equip, Monitor, Harmony SX, Milagro,	■		■	■		■		■	■	■		16





Groupe HRAC	Mode d'action <sup>1</sup>	Familles chimiques	Substances	Exemples de spécialités (liste non exhaustive)	Utilisable sur :										Nombre d'espèces adventices chez lesquelles une résistance a été publiée en France			
					Céréales	Colza	Mais	Tournesol	Soja	Lin	Protéagineux	P. de terre	Betterave	Riz		interculture		
	synthase (biosynthèse de la cellulose)																	
<b>O</b>	Perturbateurs des récepteurs de l'auxine TIR1 / AFB (régulation hormonale de la croissance)	Acides phénoxy-carboxyliques	2,4-D, 2,4-DB, dichlorprop-p, MCPA, MCPB, mécoprop (= MCPP)	Chardol, Kyleo, Duplosan Super,													1	
		Acide benzoïque	Dicamba	Banvel 4S														
		Acide arylpicolinique	Halauxifen-methyl	Zypar, Pixxaro EC														
		Acide quinoléine-carboxylique	Quinmérac	Novall, Zeppelin														
<b>Z</b>	Inconnu	Acide gras	Acide pélargonique	Beloukha											3		0	
		Acide carboxylique	Acide acétique															

<sup>1</sup> Abréviations utilisées pour les cibles : ACCase = acétyl-coenzyme A carboxylase ; ALS = acétolactate-synthase ; Psa = protéine D1 du photosystème II ; PPO = protoporphyrinogène oxydase ; PDS = phytoène désaturase ; HPPD = 4-Hydroxyphényle-pyruvate dioxygénase ; DOXP synthase = 1-déoxy-d-xylulose-5-phosphate synthase ; EPSPS = 5-éolpyruvylshikimate

<sup>2</sup> Uniquement sur lin textile pour le rouissage

<sup>3</sup> Usage défanage

## Annexe 3 : Liste des adventices présentant des résistances en France

- AGROSTIS JOUET-DU-VENT–*Aperaspica-venti*
- AMBROISIE À FEUILLES D'ARMOISE –*Ambrosia artemisiifolia*
- BROMES –*Bromus sp*
- CHÉNOPODE BLANC –*Chenopodium album*
- COQUELICOT–*Papaver rhoeas*
- DIGITAIRE SANGUINE–*Digitaria sanguinalis*
- FOLLES AVOINES–*Avena fatua, Avena sterilis*
- IVRAIES («RAY-GRASS»)–*Lolium sp.*
- LAITERON ÉPINEUX–*Sonchus asper*
- MATRICAIRES–*Matricaria sp. / Tripleurospermum sp. / Anthemis sp.*
- PANIC À FEUILLES BARBUES–*Echinochloa oryzicola*
- PANIC PIED-DE-COQ–*Echinochloa crus-galli*
- SÉNEÇON COMMUN–*Senecio vulgaris*
- SÉTAIRES–*Setaria sp.*
- STELLAIRE INTERMÉDIAIRE –*Stellaria media*
- TOURNESOL ADVENTICE –*Helianthus annuus*
- VULPIN DES CHAMPS–*Alopecurus myosuroides*

## Pour en savoir plus:

<http://www.acta.asso.fr/>

<http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/>

<http://www.terresinovia.fr/>

<http://www.itbfr.org/>

<http://www.agrosolutions.com/>

<http://www.fnams.fr/>

<http://www.inra.fr/>

## Contacts:

Ludovic BONIN (E-mail: [l.bonin@arvalis.fr](mailto:l.bonin@arvalis.fr))

Charlène BURIDANT (E-mail: [charlene.buridant@fnams.fr](mailto:charlene.buridant@fnams.fr))

Bruno CHAUVEL (E-mail: [bruno.chauvel@inra.fr](mailto:bruno.chauvel@inra.fr))

Christophe DÉLYE (E-mail: [christophe.delye@inra.fr](mailto:christophe.delye@inra.fr))

Céline DENIEUL (E-mail: [cdenieul@agrosolutions.com](mailto:cdenieul@agrosolutions.com))

Franck DUROUEIX (E-mail: [f.duroueix@terresinovia.fr](mailto:f.duroueix@terresinovia.fr))

Benjamin PERRIOT (E-mail: [b.perriot@arvalis.fr](mailto:b.perriot@arvalis.fr))

Alain RODRIGUEZ (E-mail: [alain.rodriquez@acta.asso.fr](mailto:alain.rodriquez@acta.asso.fr))

Cédric ROYER (E-mail: [royer@itbfr.org](mailto:royer@itbfr.org))

Catherine VACHER (E-mail: [c.vacher@arvalis.fr](mailto:c.vacher@arvalis.fr))

Fanny VUILLEMIN (E-mail: [f.vuillemin@terresinovia.fr](mailto:f.vuillemin@terresinovia.fr))



**Note commune Résistance des adventices aux herbicides en grandes cultures**

Financé par le GIS HP2E