

Avril  
2022

## Note commune : Gestion des résistances des bio-agresseurs aux produits phytopharmaceutiques en culture de betterave sucrière



Cette note, co-rédigée par des représentants d'INRAE, de l'Anses et de l'Institut Technique de la Betterave (ITB), dresse l'état des lieux de la nuisibilité des bioagresseurs de la betterave sucrière pour la campagne 2022 et de leurs résistances aux produits phytopharmaceutiques utilisés pour les contrôler. Cette note formule également des recommandations pour limiter les risques de sélection de résistance, maintenir une efficacité satisfaisante et éviter les applications inutiles. Elle se base d'une part sur la connaissance du statut des résistances dans les populations (occurrences et fréquences des résistances, régions concernées, pertes d'efficacité éventuelles), et d'autre part sur la connaissance des mécanismes de résistance et les caractéristiques des individus résistants (niveau de résistance, spectre de résistance croisée...).

Ces différentes informations sont issues :

- du projet de recherche RECIFE (2019-2021) co-réalisé par INRAE, l'Anses (laboratoire de Lyon) et l'ITB.
- des données de terrain, notamment issues d'essais d'efficacité en situation de résistance,
- des analyses en laboratoire issues de prélèvements effectués dans des parcelles,
- des communications de professionnels et des sociétés phytopharmaceutiques auprès des experts du groupe de travail,
- de la littérature scientifique.

### Généralités sur les résistances et leur gestion

L'utilisation répétée de produits phytopharmaceutiques pour lutter contre les populations de bioagresseurs (champignons phytopathogènes, insectes ravageurs, adventices) exerce une pression de sélection qui peut aboutir à l'évolution de résistances vis-à-vis de ces produits. La résistance peut être définie comme la capacité héritable d'un individu d'une espèce de bioagresseur à survivre à un traitement phytopharmaceutique appliqué correctement. Lorsqu'un individu est résistant à un produit phytopharmaceutique, il ne sera pas (ou peu) affecté par le traitement, et sera capable de produire une descendance viable. On parle alors de résistance en pratique<sup>1</sup>. La gestion des résistances nécessite en premier lieu de les connaître et de les surveiller. **L'objet de cette note commune est de dresser un état des lieux des résistances des principaux bioagresseurs aux substances actives autorisées ou autorisées sous forme dérogatoires sur betterave.**

<sup>1</sup> <https://www.r4p-inra.fr/fr/quest-ce-que-la-resistance-aux-ppp/>

Selon la situation observée sur une parcelle, différentes stratégies peuvent être utilisées afin de limiter le risque de sélection des résistances (**prévention**) ou de ralentir l'évolution des résistances (**gestion**). La première est de diminuer la pression de sélection en limitant le nombre et la fréquence des traitements. Il peut s'agir de **prophylaxie**, d'utilisation de variétés résistantes aux maladies, d'adaptation des pratiques culturales (désherbage mécanique...) etc. En cas d'utilisation de produits phytopharmaceutiques, l'**association de modes d'actions différents** et non encore affectés par des phénomènes de résistance est fortement recommandée. L'effet de cette association est une "protection" mutuelle des modes d'actions. Enfin, l'**alternance spatiale et/ou temporelle des modes d'actions** peut permettre une réduction du risque de sélection de résistances en créant une pression de sélection hétérogène.

## Situation sanitaire en 2021

- Après les attaques de jaunisse qui ont caractérisé l'année 2020, la filière betterave à sucre a bénéficié en 2021 d'une dérogation « article 53 » pour l'utilisation des néonicotinoïdes en enrobage de semences. Les pucerons verts sont arrivés plus tardivement en 2021 (50 % des parcelles sans NNI du réseau BSV étaient touchées au 11 mai) avec une pression finale moyenne, mais hétérogène suivant les régions.
- Le charançon de la betterave continue sa progression vers le nord. Les premiers vols d'adultes ont été signalés mi-mai. Fin mai, des symptômes de piqûres ont été observés sur les pétioles, mais avec peu de migration vers les racines et très peu de dégradation des betteraves récoltées.
- Les premiers passages d'herbicides ont été réalisés dans des conditions sèches puis le retour des pluies a permis d'améliorer l'efficacité des produits.
- La pression des maladies fongiques a été faible pendant l'été du fait des conditions météorologiques (températures modérées) puis la cercosporiose en particulier a été plus présente pendant l'automne avec des niveaux de gravité qui sont restés faibles.

## Bilan sur les résistances en culture de betterave

**Du côté des fongicides**, le projet Recife réalisé en collaboration entre l'ITB, INRAE et l'ANSES a montré au laboratoire que la résistance de la cercosporiose aux Qol-P (ou strobilurines) était généralisée et de forte intensité alors que la résistance aux IDM (ou triazoles) était généralisée, mais que son intensité variait suivant la molécule utilisée et l'isolat concerné.

**Du côté des insecticides**, les résistances concernent majoritairement le puceron vert *Myzus persicae*. De nombreuses études et constats confirment que les traitements insecticides foliaires basés uniquement sur un mélange de pyréthrinoides et de pirimicarbe ne permettent pas de contenir les populations de pucerons vecteurs responsables de la propagation des virus. Ces conclusions sont confirmées par les études de l'ITB et celles du "Laboratoire Anses-Lyon" mettant en évidence les

résistances de cible des populations de pucerons verts vis-à-vis de ces pyréthriinoïdes et du pirimicarbe<sup>2</sup>.

**Du côté des herbicides**, les résistances des adventices concernent essentiellement les graminées : ray-grass et vulpins en particulier (résistances aux inhibiteurs de l'ACCCase<sup>3</sup> et/ou aux inhibiteurs de l'ALS<sup>4</sup>). Dans les enquêtes ITB sur la qualité du désherbage, les graminées arrivent régulièrement en 3<sup>ème</sup> position des adventices difficilement maîtrisables. Les équipes régionales de l'ITB constatent des problèmes d'efficacité des anti-graminées actuels dans de nombreuses parcelles, avec des résistances et des infestations croissantes de vulpins ou ray-grass. Par ailleurs, la présence d'une résistance aux inhibiteurs du photosystème II<sup>5</sup> mise en évidence par INRAE chez le chénopode est susceptible de poser des problèmes de contrôle de cette espèce.

---

<sup>2</sup> « En 2020, au sein des 16 populations de *M. persicae* échantillonnées, une très forte majorité des individus présente une résistance aux pyréthriinoïdes. Une bonne partie de ceux-ci sont également porteur d'un allèle conférant une résistance au pirimicarbe, jetant un très sérieux doute sur l'efficacité de ces familles d'insecticides dans les parcelles concernées. À noter qu'aucun des pucerons analysés n'est porteur de la résistance de cible aux néonicotinoïdes.

<sup>3</sup> ACCCase : acétyl CoA carboxylase : « dimes », « fops ».

<sup>4</sup> ALS : acétolactate synthase : « sulfos ».

<sup>5</sup> herbicides de la famille des triazolinones.

## → **Section** : **Maladies de la betterave sucrière**

### **Bilan épidémique de la campagne 2021**

En 2021, les maladies du feuillage, notamment la cercosporiose, ont été plutôt tardives avec des sévérités qui se sont accentuées seulement à partir du mois de septembre. Les conditions fraîches et humides n'ont pas été favorables au développement des maladies du feuillage pendant l'été. Le climat de l'automne leur a été plus propice. La moyenne du nombre d'interventions visant les maladies est de 1,7 au niveau national ce qui est dans la moyenne des trois dernières années (source : données Vigiculture©).

Pour la première année, c'est la cercosporiose (causée par *Cercospora beticola*) qui a déclenché le premier traitement pour l'ensemble de la France betteravière. Depuis quelques années, on remarque le déplacement progressif de la cercosporiose vers les régions nord et nord-ouest, avec un déclenchement du premier traitement sur cercosporiose, là où l'oïdium était habituellement la maladie dominante.

Le climat 2021 n'a pas été favorable à l'oïdium (causé par *Erysiphe betae*) laquelle se développe surtout lors d'étés chauds (25°C) et secs avec des nuits (ou de courtes périodes) fraîches et humides. La rouille (causée par *Uromyces betae*) s'est installée secondairement en fin de saison. Cette maladie n'a pas eu en 2021 de fort impact sur la productivité. De même, la ramulariose (causée par *Ramularia betae*) n'est apparue que tardivement sans réel préjudice.

En résumé :

- Année : 2021
- Maladie qui déclenche le 1<sup>er</sup> traitement : cercosporiose
- Pression : tardive
- Nombre moyen d'interventions fongicides : 1.7
- Gravité : 2 / 5 (5 étant la gravité la plus élevée)

### **Méthodes de lutte prophylactique pour contrôler les maladies de la betterave**

- L'implantation de variétés tolérantes constitue le principal levier dans la lutte contre les maladies du feuillage et en particulier contre la cercosporiose. Les variétés tolérantes permettent de ralentir le développement de la maladie, voire d'éviter un traitement, tout en apportant une plus grande flexibilité dans le positionnement des traitements fongicides. En limitant la pression cercosporiose, ces variétés tolérantes peuvent permettre également d'éviter l'utilisation du cuivre<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Les commentaires en « orange » concernent les produits sous dérogation 120 jours. Le produit Airone SC (à base d'oxychlorure et d'hydroxyde de cuivre) était en « dérogation 120 jours » en 2021.

- Éviter les rotations de moins de 3 ans et l'implantation à proximité de parcelles fortement touchées l'année précédente ou d'une aire de stockage avec des résidus de déterrage. Il est nécessaire de retirer ces résidus et de les épandre dans la parcelle où ils ont été collectés pour limiter la dissémination de l'inoculum.
- Le labour des parcelles fortement contaminées permet d'enfouir les spores et de limiter la pression épidémique pour les parcelles voisines, ainsi qu'au sein de la parcelle dans le cadre de la rotation.
- Les produits de biocontrôle<sup>7</sup> (dont le cuivre ne fait pas partie) sont testés depuis plusieurs années à l'ITB. Les résultats sont aujourd'hui peu concluants pour les spécialités testées. Des réflexions sont en cours sur les différentes stratégies à employer afin de tester ces produits de façon différente des produits traditionnels.

### État des lieux des résistances chez *Cercospora beticola* et recommandations

<i>Cercospora beticola</i> , agent de la cercosporiose				
Substances <sup>8</sup> actives	Type de résistance et mécanisme de résistance	Tendance évolution et occurrence de la résistance en 2021	Impact de la résistance sur l'efficacité du mode d'action	RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES 2022
<u>Produits à base de QoI-P (dont strobilurines)</u>		<b>(code R4P : A5 ; codes FRAC : C3/11)</b>		
azoxystrobine	Résistance spécifique.  <i>Modification de la cible (Cytb G143A).</i>	Stabilité.  <i>Occurrence et fréquence élevées. Résistance généralisée.</i>	Efficacité insuffisante.	<i>Gestion de l'efficacité : Utilisation non recommandée sur cercosporiose.</i>
<u>Produits à base d'organostanniques</u>		<b>(code R4P : A9c ; codes FRAC : C6/30)</b>		
fentine-hydroxide	Résistance spécifique  <i>Mécanisme inconnu, probablement lié à la cible.</i>	Stabilité  <i>Occurrence moyenne et fréquence faible à moyenne</i>	Non concerné.	Non considéré pour la gestion des résistances. Retiré du marché.

<sup>7</sup> Liste des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle, au titre des articles L.253-5 et L.253-7 du code rural et de la pêche maritime :

<https://ecophytopic.fr/reglementation/protger/liste-des-produits-de-biocontrole>

<sup>8</sup> Les modes d'action en gris ne sont plus autorisés sur betterave, mais sont mentionnés, car ayant généré des résistances par le passé.

<b><i>Cercospora beticola</i>, agent de la cercosporiose</b>				
<b>Substances<sup>8</sup> actives</b>	<b>Type de résistance et mécanisme de résistance</b>	<b>Tendance évolution et occurrence de la résistance en 2021</b>	<b>Impact de la résistance sur l'efficacité du mode d'action</b>	<b>RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES 2022</b>
<u>Produits à base d'IDM (dont triazoles)</u> (code R4P E2; codes FRAC G1/3)				
difénoconazole tétraconazole	Résistance spécifique  <i>Modification de la cible (plusieurs mutations cyp51) et mécanismes inconnus</i>	En progression  <i>Occurrence et fréquence élevées. Résistance généralisée.</i>	Baisse d'efficacité constatée.	<i>Gestion de l'efficacité :</i>  Utilisation en association avec un autre mode d'action efficace.  Face à la diversité des phénotypes résistants en mélange dans les populations, utiliser la diversité des triazoles disponibles.
<u>Produits à base d'IBS classe II</u> (code R4P E3; codes FRAC G2/5)				
fenpropidine	Pas de résistance détectée	-	-	<i>Prévention de la résistance :</i>  Utilisation en association
<u>Produits à base d'inhibiteurs de la tubuline</u> (code R4P K2b; codes FRAC B1/1)				
carbendazime thiophanate-méthyl	Résistance spécifique  <i>Modification de la cible (tub2; E198A)</i>	<i>Fréquence et occurrence fortes.</i> Résistance généralisée.	Non concerné	Non considéré pour la gestion des résistances. Retiré du marché
<u>Produits multisites</u> (code R4P W2 et W4; codes FRAC M01 et M02)				
Cuivre <sup>6</sup>	Pas de résistance détectée	-	-	Non concerné par la résistance. Utilisation en renfort d'efficacité des modes d'action unisites concernés par la résistance.
<u>Préparations microbiennes</u> (code R4P YB1a; codes FRAC F6/44)				
<i>Bacillus subtilis</i>	Pas de résistance détectée	-	Efficacité intrinsèque faible	-

Une liste exhaustive des spécialités commerciales contenant les différentes substances actives est disponible sur le site : [https://www.itbfr.org/fileadmin/user\\_upload/Liste\\_des\\_produits\\_betteraves\\_2021.pdf](https://www.itbfr.org/fileadmin/user_upload/Liste_des_produits_betteraves_2021.pdf), ainsi que sur le site [ephy | \(anses.fr\)](http://ephy.anses.fr).

## Recommandations d'utilisation des fongicides et gestion des résistances chez *C. beticola* :

- Respecter les seuils d'intervention afin de limiter les applications inutiles pouvant sélectionner les résistances. Afin de lutter contre la cercosporiose, deux seuils de déclenchement ont été définis :
  - pour le 1<sup>er</sup> traitement : 5 % de feuilles malades pour la bordure littorale du territoire, et 1 % pour les autres régions.
  - pour les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> traitements : 20 et 25 % de feuilles malades (pour toutes les régions betteravières).L'observation de ces seuils est relayée dans les notes d'informations régionales et les OAD (outil d'aide à la décision) ([Alerte Maladies - ITB \(itbfr.org\)](https://www.itbfr.org)). Ils permettent aux agriculteurs d'être avertis de la situation sanitaire locale en temps réel.
- Respecter les dates d'arrêt des traitements. Les traitements tardifs (après la première quinzaine de septembre) sont rarement valorisés, surtout à moins de 45 jours de l'arrachage. De plus ils augmentent significativement et inutilement la probabilité de sélectionner une résistance.
- Adapter le fongicide à la maladie ciblée. Dans la lutte contre la cercosporiose, l'utilisation des strobilurines (QoI-P) est désormais déconseillée de même qu'un produit avec une triazole (IDM) utilisée seule. Dans les situations à risque (variété sensible, rotation courte...), l'ajout de cuivre<sup>6</sup> permet d'améliorer l'efficacité du traitement.
- Utiliser les spécialités à base d'IDM en association avec un autre mode d'action efficace et à leur pleine dose d'homologation afin de bénéficier de leurs efficacités résiduelles en situation de résistance.
- Utiliser les substances actives (hors QoI-P, car déjà associée au sein des produits) en association, en valorisant la diversité des solutions disponibles, afin d'optimiser globalement leur durabilité et l'efficacité des programmes.
- Les spécialités efficaces qui seront autorisées prochainement (biocontrôle, fongicides de synthèse) constitueront de nouveaux modes d'action permettant de gérer les résistances.

## État des lieux des résistances chez les autres maladies de la betterave sucrière et recommandations

A l'heure actuelle, peu d'informations sont disponibles sur l'état des lieux des résistances chez *E. betae*, *U. betae* et *R. betae*. Une surveillance de la résistance chez ces espèces pourrait s'avérer utile étant donné la récurrence des traitements sur ces maladies depuis de nombreuses années. Néanmoins, les essais sur oïdium et rouille ne montrent pas de variation notable d'efficacité sur des maladies au cours des dernières années.

### Recommandations

Les spécialités autorisées contre la cercosporiose sont généralement efficaces contre l'oïdium, la rouille et la ramulariose. La variabilité de leur efficacité est décrite dans le "Pense betterave de l'ITB"<sup>9</sup>. Il est nécessaire de diversifier les solutions lorsque cela est possible afin de gérer les résistances éventuelles.

---

<sup>9</sup> [https://www.itbfr.org/fileadmin/user\\_upload/PDF/Pense-betterave/Pense\\_betterave\\_2022\\_web.pdf](https://www.itbfr.org/fileadmin/user_upload/PDF/Pense-betterave/Pense_betterave_2022_web.pdf)

## → Section : Insectes ravageurs de la betterave sucrière

### Bilan pression insectes pour la campagne 2021

Les vols de pucerons verts (*Myzus persicae*), vecteurs des jaunisses virales, ont été retardés par le froid et le gel hivernal, mais les températures du mois de mai ont favorisé leur arrivée. De fortes disparités sont observées entre les régions.

Protection insecticide dans les semences	Nombre de sites observés	% de sites touchés par la jaunisse	Gravité moyenne de la jaunisse
Avec NNI	92	47 %	2,79
Sans NNI	95	86 %	12,14

*Données Vigicultures. Comparatif jaunisse suivant la protection insecticide dans les semences en 2021. NNI = traitement de semences à base de néonicotinoïdes.*

Ces dernières années montrent une progression des attaques de teigne (*Scrobipalpa ocellatella*) et du charançon de la betterave (*Lixus juncii*) :

- Concernant *S. ocellatella* : le climat estival pluvieux de 2021 a été défavorable à cet insecte.
- Concernant *L. juncii* : présent initialement dans le sud de la France sur betterave porte-graine, il migre désormais vers le nord de la France avec de nouveaux foyers détectés chaque année. Ce charançon a été observé en 2021 dans le Centre Val de Loire, dans l'Yonne, en Ile de France et en Champagne. Des individus ont également été observés au sud des Hauts de France.

Grâce à l'efficacité des traitements à base de téfluthrine, les attaques de ravageurs souterrains (taupins, blaniules...) ont été limitées.

### Méthodes de lutte prophylactiques pour contrôler les insectes de la betterave

En l'absence de méthodes alternatives disponibles, la lutte contre les pucerons, la teigne et le charançon de la betterave repose actuellement sur la lutte chimique. Le Plan National de Recherche et d'Innovation (PNRI), rassemblant l'ensemble des acteurs de la recherche et de la filière, vise à proposer des solutions alternatives aux néonicotinoïdes contre les pucerons et les jaunisses virales d'ici à 2024.

## État des lieux des résistances chez *M. persicae* (puceron vert) et recommandations

<b><i>M. persicae</i> (puceron vert)<sup>10</sup></b>				
<b>Substances actives</b>	<b>Type de résistance et mécanisme de résistance</b>	<b>Tendance évolution et occurrence de la résistance en 2021</b>	<b>Impact de la résistance sur l'efficacité du mode d'action au champ</b>	<b>RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES 2022</b>
<b>Produits à base de pyréthrinoïdes</b> (code R4P : N2b ; codes IRAC : 3A)				
lambda-cyhalothrine tau-fluvalinate	Résistance spécifique.  <i>Modification de la cible (kdr L1014F, skdr M918L).</i>	Stabilité.  <i>Occurrence et fréquence très élevées. Résistance généralisée.</i>	Efficacité fortement affectée par la résistance.	<i>Gestion de l'efficacité :</i> Utilisation non recommandée sur pucerons verts.
<b>Produits à base de carbamates</b> (code R4P : N6a ; codes IRAC : 1A)				
pirimicarbe	Résistance spécifique.  <i>Modification de la cible (MACE S431F)</i>	Stabilité.  <i>Occurrence élevée et fréquence moyenne</i>	Efficacité affectée par la résistance	<i>Gestion de la résistance :</i> Utilisation non recommandée sur pucerons verts.
<b>Produits à base de carboxamides</b> (code R4P : N13 ; codes IRAC : 29)				
fonicamide	Résistance de cible et métabolique présente en France. Pas de résistance de cible détectée en culture betterave	-	Efficacité stable	<i>Prévention de la résistance :</i> 1 application (AMM)
<b>Produits à base de néonicotinoïdes<sup>11</sup></b> (code R4P : U-N7b ; codes IRAC : 4A)				
imidaclopride thiaméthoxame	Pas de résistance de cible détectée	-	-	<i>Prévention de la résistance :</i> 1 application (en dérogation) en traitement de semence.

<sup>10</sup> Pour complément d'information sur les résistances chez *M. persicae*, se rapporter à: Singh KS, Cordeiro EM, Troczka BJ, Pym A, Mackisack J, Mathers TC, Duarte A, Legeai F, Robin S, Bielza P, Burrack HJ. Global patterns in genomic diversity underpinning the evolution of insecticide resistance in the aphid crop pest *Myzus persicae*. Communications biology. 2021 Jul 7;4(1):1-6. /// Fontaine S, Caddoux L, Barrès B. Résistance de cibles aux pyréthrinoïdes, carbamates et néonicotinoïdes et diversité génétique dans des populations de *Myzus persicae* en culture de betterave. Végéphyt - 12<sup>ème</sup> Conférence Internationale sur les ravageurs et auxiliaires en agriculture. Montpellier, France, 2021. p. Communication orale.

<sup>11</sup> Les produits Gaucho 600 FS (imidaclopride) et Cruiser SB (thiaméthoxame) ont obtenu une dérogation 120 jours en 2021.

Produits à base de $\beta$ -céténols cycliques <sup>12</sup>			(code R4P : D1b ; codes IRAC : 23)	
spirotétramate	Pas de résistance signalée en France Résistance de cible signalée en Australie sur <i>M. persicae</i>	-	-	Gestion de la résistance : 2 applications (en dérogation) autorisées. Alternance avec un autre mode d'action recommandée.

Une liste exhaustive des spécialités commerciales contenant ces insecticides est disponible sur le site : [https://www.itbfr.org/fileadmin/user\\_upload/Liste\\_des\\_produits\\_betteraves\\_2021.pdf](https://www.itbfr.org/fileadmin/user_upload/Liste_des_produits_betteraves_2021.pdf), ainsi que sur le site [ephy | \(anses.fr\)](http://ephy.anses.fr).

#### Recommandations d'utilisation des insecticides et gestion de la résistance chez *M. persicae*

La dérogation<sup>11</sup> de 120 jours pour les produits à base de néonicotinoïdes ne pourra pas être reconduite au-delà de 2023.

Les spécialités à base de flonicamide et de spirotétramate<sup>12</sup> autorisées en végétation contre les pucerons doivent être utilisées à leur pleine dose autorisée, dès le seuil atteint (10 % de plantes avec présence de pucerons verts).

Les produits à base de pyréthrinoïdes et de carbamates sont déconseillés en raison de phénomènes de résistance avérés chez *M. persicae*.

### État des lieux des résistances chez les autres insectes ravageurs de la betterave et recommandations.

- Charançon de la betterave (*Lixus juncii*) : Aucune donnée de résistance vis-à-vis des pyréthrinoïdes n'est disponible dans la littérature scientifique ou les bases de données internationales pour cette espèce.
- Teigne (*Scrobipalpa ocellatella*) : Aucune donnée de résistance vis-à-vis des pyréthrinoïdes n'est disponible dans la littérature scientifique ou dans les bases de données internationales pour cette espèce.

#### Recommandations

Utiliser les spécialités au regard de leur efficacité envers les espèces ciblées (voir tableau ci-dessous). En l'absence de connaissance, quant à l'état des lieux des résistances concernant ces espèces, utiliser la diversité des modes d'action disponibles, dans l'espace et dans le temps, pour prévenir la sélection des résistances.

<sup>12</sup> Le produit Movento à base de spirotétramate a obtenu une dérogation 120 jours en 2021.

*Efficacité des insecticides contre les principaux insectes ravageurs de la betterave*

Classe chimique	Substances actives	Ravageurs souterrains	Pucerons	Teignes	Charançon de la betterave
Néonicotinoïdes <sup>11</sup>	thiaméthoxame imidaclopride	Efficace	Très bonne efficacité	/	/
Pyréthrinoides	téfluthrine	Efficace	Non efficace	/	/
	deltaméthrine lambda- cyhalothrine	/	/	Efficacité partielle	Efficacité très faible
Carboxamides	flonicamide	/	Efficacité partielle	/	/
$\beta$ -cétoénols cycliques <sup>12</sup>	spirotétramate	/	Efficacité partielle	/	/

Le détail des efficacités sur ravageurs est disponible dans le document « Pense betterave de l'ITB »<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> [https://www.itbfr.org/fileadmin/user\\_upload/PDF/Pense-betterave/Pense\\_betterave\\_2022\\_web.pdf](https://www.itbfr.org/fileadmin/user_upload/PDF/Pense-betterave/Pense_betterave_2022_web.pdf)

## → Section : Adventices de la betterave

### Bilan pression adventices pour la campagne 2021

Chaque année, l'enquête désherbage effectuée par les délégations régionales de l'ITB note la qualité du désherbage dans les parcelles en fin d'été. En 2021, le désherbage a été jugé très satisfaisant pour environ 62 % des parcelles, satisfaisant pour 22 %, moyen pour 12 % et insuffisant pour 4 %. Ce bilan 2021 se situe dans la moyenne des 5 dernières années malgré des conditions climatiques difficiles lors des premiers traitements.

Comme chaque année, le chénopode (*Chenopodium album*) reste l'adventice la moins bien maîtrisée. Il est noté dans environ 50 % des parcelles avec un désherbage insatisfaisant. Il est suivi par les chardons ou laiterons, présents dans environ 20 % de ces parcelles. La problématique du chardon est constante d'année en année. En troisième position, les graminées, principalement vulpin et ray-grass (*Alopecurus myosuroides* et *Lolium sp.*) deviennent de plus en plus problématiques. Ceci est notamment dû aux pertes de contrôle de plus en plus fréquentes de ces espèces dans les cultures d'hiver de la rotation causées par la progression des résistances aux herbicides « foliaires » et aggravées par l'émergence de résistances aux herbicides "racinaires".

### Méthodes de lutte autres que chimiques pour contrôler les adventices de la betterave<sup>14</sup>

- **Diversifier les cultures dans la rotation.** L'objectif est de réduire le stock semencier des adventices en les empêchant de lever, et donc de fleurir et de grainer. La levée d'un grand nombre d'espèces d'adventices dépend de la période de semis de la culture (automne, printemps...). En particulier, les renouées et les chénopodes lèvent dans les cultures de printemps comme les betteraves. Une rotation diversifiée incluant une alternance de cultures de printemps et d'hiver limite le retour de ces espèces dans le stock semencier. Pour des espèces dont la période de levée est plus large (ray-grass...), cela permet également de diversifier les modes d'action utilisés au sein de la rotation.
- **Labour.** L'objectif est de réduire le stock semencier en empêchant la levée des adventices. Le labour enfouit en profondeur les graines d'adventices tombées à la surface du sol et élimine les repousses et les jeunes plantules. Les semences enfouies perdent leur viabilité au cours du temps. En revanche, le labour remonte, depuis les horizons profonds du sol, une fraction du stock semencier et favorise le « réveil » d'un certain nombre d'espèces. En présence d'espèces dont les semences ont une durée de vie limitée (notamment ray-grass et vulpin), un bon compromis est de labourer une fois tous les 3 ou 4 ans. **Attention**, les espèces dont les

---

<sup>14</sup> Source : Note commune inter-instituts 2019, pour la gestion des résistances des adventices aux herbicides en grandes cultures (Acta, Arvalis-Institut du végétal, INRAE, ITB, Terres Inovia, Fnams, Agrosolutions). Financé par le GIS HP2E et disponible sur : [www.itbfr.org](http://www.itbfr.org) : <https://www.itbfr.org/tous-les-articles/article/news/note-commune-inter-instituts-sur-la-gestion-des-resistances-des-adventices/>

semences ont une durée de vie élevée (6 à 8 ans pour le chénopode) seront difficilement maîtrisables par l'emploi du labour. D'autres méthodes seront nécessaires.

- **Faux semis.** Cette technique consiste à faire lever les adventices qui devaient naturellement se développer dans la culture à venir. Le principe est de travailler le sol plusieurs fois afin de favoriser les levées, puis de les détruire. Cette technique est à réserver en betterave pour les parcelles avec une forte infestation d'adventices difficilement maîtrisables telles que le chénopode.
- **Association du désherbage chimique et mécanique.**
  - Première stratégie : L'objectif est de réaliser 2 à 3 traitements herbicides conventionnels en plein jusqu'à atteindre le stade 4 feuilles vraies des betteraves et de contenir les levées d'adventices. Ensuite, lorsque la betterave est capable de résister aux interventions mécaniques, il est possible d'intervenir avec une bineuse classique à betterave équipée de moulins sur le rang, ou avec une houe rotative, ou encore une herse étrille avec réglage des dents par ressort. Les interventions sont possibles jusqu'aux stades 10-12 feuilles. L'efficacité de ces outils est faible sur les adventices vivaces et sur les graminées, qui doivent être gérées dans la rotation et maîtrisées dans la culture par des traitements herbicides.
  - Deuxième stratégie : Traitement localisé sur le rang. Cette méthode consiste à traiter chimiquement 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 rapportées à la surface traitée (donc réduite de 30 à 50%), et au même stade d'intervention que le traitement en plein.

## État des lieux des résistances chez les adventices et recommandations

Adventices					
<u>Substances actives</u>	<u>Espèces concernées par la résistance</u>	<u>Type de résistance</u>	<u>Tendance évolution et occurrence de la résistance en 2021</u>	<u>Impact de la résistance sur l'efficacité du mode d'action</u>	<u>RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES 2022</u>
<b>Produits à base de Dimes ou de Fops (inhibiteurs de l'ACCCase - code R4P D1; code HRAC A / 1)</b>					
propaquizafop quizalofop fluazifop  cléthodime cycloxydime	<i>Alopecurus myosuroides</i>  <i>Lolium sp.</i>	Résistance non liée à la cible (majoritaire) et résistance de cible.	En progression  <i>Occurrence forte, fréquence forte, dans toutes les zones où ces adventices sont présentes.</i>	Impact moindre sur les dimes (peu concernés par la résistance non liée à la cible).	<b>En l'absence de résistance (prévention)</b> : Utilisation des fops non recommandée. Préférer les dimes. Associer/alterner les modes d'action. <b>En présence de résistance (gestion)</b> : ne plus utiliser ce mode d'action <b>seul</b> . Associer systématiquement à d'autres modes d'action / à du désherbage mécanique, de façon à empêcher les plantes résistantes de grainer.

<b>Produits à base de thiocarbamates (inhibiteurs de l'élongation des acides gras - code R4P D2; code HRAC N / 15)</b>					
triallate	'_	Pas de résistance signalée en France à ce jour		Efficacité démontrée	<i>Prévention de la résistance.</i> En incorporation, un passage
<b>Produits à base de chloroacétamides (inhibiteurs de l'élongation des acides gras code R4P D2; code HRAC K3 / 15)</b>					
S-métolachlore diméthénamide	'_	Pas de résistance signalée en France à ce jour		Efficacité démontrée	<i>Prévention de la résistance.</i> Un passage en pré ou en post émergence (S-métolachlore). Un passage en post-émergence (diméthénamide).
<b>Produits à base de triazinone/phénylcarbamate (inhibiteurs du photosystème II - code R4P B1 ; code HRAC C1 / 5)</b>					
métamitronne phenmédiophame	<i>Chenopodium album</i>  <i>Atriplex patula</i>	Résistance liée à la cible	Chénopode : <i>quelques % des parcelles sur toute la zone betteravière, fréquence souvent forte quand la résistance est présente</i>  Arroche : <i>premiers cas ; toute la zone betteravière</i>		<b>En l'absence de résistance (prévention) :</b> <b>Associer</b> à d'autres modes d'action efficaces sur ces espèces. S'assurer de l'efficacité de l'application (respecter le stade d'application et les doses). <b>En présence de résistance (gestion) :</b> <b>Ne plus utiliser ce mode d'action</b> sur chénopode ou arroche. Si ce mode d'action doit être utilisé pour contrôler d'autres adventices dans des parcelles où du chénopode résistant ou de l'arroche résistante sont présents, <b>l'associer</b> à d'autres méthodes efficaces sur chénopode ou arroche (désherbage mécanique, autres modes d'actions appliqués à une dose suffisante pour que ces autres modes d'action <b>seuls</b> puissent contrôler l'adventice résistante).
<b>Produits à base de isoxazolidinone (inhibiteurs de la biosynthèse des pentoses - code R4P C6 ; code HRAC F4 / 13)</b>					
clomazone	<i>Chenopodium album</i>	Pas de résistance signalée en France à ce jour		Efficacité démontrée	<i>Prévention de la résistance.</i> Plusieurs passages possibles en post-émergence

Une liste exhaustive des spécialités commerciales contenant ces substances actives est disponible sur le site : [https://www.itbfr.org/fileadmin/user\\_upload/Liste\\_des\\_produits\\_betteraves\\_2021.pdf](https://www.itbfr.org/fileadmin/user_upload/Liste_des_produits_betteraves_2021.pdf), ainsi que sur le site [ephy | \(anses.fr\)](http://ephy|(anses.fr)).

## Recommandations d'utilisation des herbicides et gestion des résistances

### → Adventices dicotylédones

Le désherbage des betteraves s'effectue avec des passages répétés de mélanges à doses faibles d'herbicides sur de très jeunes adventices (point vert à cotylédons étalés). L'alternance ou l'association des différents modes d'action permet une gestion durable du désherbage. Le spectre d'activité des substances actives est disponible en ligne<sup>15</sup>.

Les mélanges d'herbicides incluent 3 à 5 substances actives présentant des spectres complémentaires qui permettent également d'associer et d'alterner les modes d'action au cours des différents passages. Lors d'une application, bien s'assurer que plusieurs substances de **modes d'action** différents ciblent les adventices les plus problématiques dans la parcelle.

Le chénopode est une espèce à surveiller particulièrement, à cause de la présence possible de mutations associées à une résistance aux inhibiteurs du photosystème II (métamitrone, phenmédiophame) dans les populations de cette espèce. Il est donc recommandé de respecter les doses d'emploi et les stades d'application sur l'adventice, ainsi que d'employer le plus possible des techniques non chimiques pour le contrôle de cette espèce. La même recommandation s'applique à l'arroche, chez laquelle les premières détections de mutations associées à une résistance aux inhibiteurs du photosystème II ont eu lieu en 2019.

### → Graminées adventices

De nombreuses parcelles présentent des graminées (ray-grass, vulpins) résistantes aux inhibiteurs de l'ACCCase (dimes et fops) et les traitements à base de ce seul mode d'action ne suffisent pas à contrôler ces adventices dans de nombreux cas. Les produits à base de fops n'ont aujourd'hui plus d'efficacité et ne sont plus conseillés. Les produits à base de dimes ne sont concernés que par une partie des mécanismes de résistance qui affectent les inhibiteurs de l'ACCCase (essentiellement la résistance de cible). Ils conservent donc une efficacité partielle, mais souvent insuffisante. En situation de résistance aux fops, appliquer des dimes **seuls** ne fera qu'amplifier le phénomène de résistance et doit donc être déconseillé. Une telle situation incite à faire évoluer les stratégies de lutte, et à associer des pratiques de **désherbage non chimique** et/ou **d'autres modes d'action** (triallate, dimethenamide, S-métolachlore) pour empêcher les graminées résistantes de grainer (cf. plus haut).

---

<sup>15</sup>Pages 8 et 9 : [https://www.itbfr.org/fileadmin/user\\_upload/PDF/Pense-betterave/Pense\\_betterave\\_2022\\_web.pdf](https://www.itbfr.org/fileadmin/user_upload/PDF/Pense-betterave/Pense_betterave_2022_web.pdf)

## Annexe 1

### Mode d'action des produits phytopharmaceutiques utilisés en protection de la betterave sucrière

Classement des substances actives selon la classification unique R4P ([www.r4p-inra.fr](http://www.r4p-inra.fr)).

#### 1. Substances (autorisées et retirées) visant les maladies de la betterave sucrière<sup>16</sup>

Traitement des parties foliaires de la culture.

Fonction ou structure majeure affectée	Cible biochimique	Abbréviation	Classe chimique	Substances actives non autorisées en 2022 <sup>17</sup>	Substances actives autorisées en 2022
<b>A - Respiration mitochondriale et production d'énergie</b>	<b>A5</b> - Complexe mitochondrial III ou cytochrome bc1 - zone de fixation de l'ubiquinone sur la face externe du cytochrome b, proche de l'hème bl	QoI-P	méthoxy-acrylates		azoxystrobine
			méthoxy-carbamates	<i>pyraclostrobine</i>	
	<b>A9</b> - Complexe mitochondrial V ou ATP synthase		organostanniques triphényl étains	<i>fentine-hydroxyde</i>	
<b>E - Métabolisme stéroïdique</b>	<b>E2</b> - Biosynthèse des stérols - 14 $\alpha$ -déméthylase (cyt P450: cyp51)	IDM	Triazoles	<i>cyproconazole</i> <i>époconazole</i> <i>flutriafol</i> <i>propiconazole</i>	difénoconazole  tétraconazole
			SBI-IR	Morpholines	<i>fenpropimorphe</i>
	<b>E3</b> - Biosynthèse des stérols - $\Delta$ 14 reductase et/ou $\Delta$ 8--> $\Delta$ 7 isomérase			Pipéridines	
<b>K - Division (fuseaux achromatiques) ou cytosquelette cellulaires</b>	<b>K2</b> - Microtubules du fuseau achromatique- Fixation sur la $\beta$ -tubuline	BMC	Benzimidazoles et précurseurs	<i>carbendazime</i> <i>méthyl-thiophanate</i>	
<b>M - Signalisation cellulaire</b>	<b>M4</b> - Perception de l'hôte par le bioagresseur - protéine kinase? Sérine estérase?	AZN	Azanaphthalènes Quinoléines	<i>quinoxifène</i>	
<b>W - Multicibles ou multisites</b>	<b>W1</b> - Substances affectant divers composants et fonctions cellulaires	MSI	Substances minérales à base de cuivre		Cuivre <sup>(6)</sup>

<sup>16</sup> Une liste exhaustive des spécialités commerciales contenant les différentes substances actives est disponible sur le site : [https://www.itbfr.org/fileadmin/user\\_upload/Liste\\_des\\_produits\\_betteraves\\_2021.pdf](https://www.itbfr.org/fileadmin/user_upload/Liste_des_produits_betteraves_2021.pdf), ainsi que sur le site [ephy | \(anses.fr\)](http://ephy.anses.fr).

<sup>17</sup> Substances actives (en gris) commercialisées par le passé pour leur efficacité contre les maladies du feuillage de la betterave. Elles ne sont plus autorisées.

		MSI	Substances minérales soufrées		soufre
		MSI	Dithiocarbamates et apparentés	<i>mancozèbe</i>	
<b>Y - Biopesticides microbiens</b>	YB - Préparations bactériennes		Bacillales		<i>Bacillus subtilus</i>

## 2. Substances (autorisées et retirées) visant les insectes de la betterave sucrière<sup>18</sup>

Fonction ou structure majeure affectée	Cible biochimique	Classe chimique	Substances actives non autorisées en 2022	Substances actives autorisées en 2022
Traitements des parties aériennes				
<b>N - Système nerveux ou muscles</b>	<b>N2</b> - Canal sodium des axones : modulation ou ouverture	Pyréthrinoïdes		deltaméthrine lambda-cyhalothrine tau-fluvalinate
	<b>N6</b> - Acétylcholinestérase - inhibition résultant d'une fixation sur une sérine du site actif	Carbamates		pirimicarbe
	<b>N13</b> - Substances anti-appétantes affectant les organes chordonataux - cible inconnue	Carboxamides		flonicamide
<b>O : Intégrité des membranes cellulaires</b>	<b>O1</b> - Interaction avec des récepteurs membranaires des cellules de l'épithélium intestinal d'insectes conduisant à la lyse cellulaire	Endotoxines bactériennes protéiques		<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> souche SA-12 <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> souche ABTS 351 <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> souche ABTS-1857
Traitements de semences insecticides				
<b>N - Système nerveux ou muscles</b>	<b>N2</b> - Canal sodium des axones : modulation ou ouverture	Pyréthrinoïdes		téfluthrine
	<b>N7</b> - Récepteur nicotinique de l'acétylcholine - ouverture du canal ionique résultant d'une activation compétitive	Néonicotinoïdes <sup>(11)</sup>		imidaclopride thiamétoxame

<sup>18</sup> Une liste exhaustive des spécialités commerciales est disponible sur le site : [https://www.itbfr.org/fileadmin/user\\_upload/Liste\\_des\\_produits\\_betteraves\\_2021.pdf](https://www.itbfr.org/fileadmin/user_upload/Liste_des_produits_betteraves_2021.pdf), ainsi que sur le site [ephy | \(anses.fr\)](http://ephy.anses.fr).

### 3. Substances (autorisées et retirées) visant les adventices de la betterave sucrière<sup>19</sup>

Traitement des parties aériennes en pré- et post-levée de la culture.

Fonction ou structure majeure affectée	Cible biochimique	Classe chimique	Substances actives non autorisées en 2022	Substances actives autorisées en 2022
<b>B - Photosynthèse (chloroplastes)</b>	<b>B1</b> - Photosystème II - zone de fixation QB de la plastoquinone au niveau de la protéine D1 (gène psbA) - site des triazines	Phenyl-carbamates	desmédiaphame	phenmédiaphame
		Pyridazinones	chloridazone	
		Triazinones		métamitrone
		Uraciles		lénacile
<b>C - Métabolisme glucidique (oses ou polyols)</b>	<b>C6</b> - Biosynthèse de pentoses - 1-désoxy-D-xylulose-5-phosphate synthase	Isoxazolidinones		clomazone
<b>D - Métabolisme lipidique (acétogénines)</b>	<b>D1</b> - Étape initiale de la biosynthèse des acides gras - acétyl-coenzyme A carboxylase (ACCase)	Acides (oxy) phénoxypropioniques (« fops »)		fluazifop propaquizafop quizalofop
		β-cétoénols cycliques et précurseur (« dimes »)		cléthodime cycloxydime
	<b>D2</b> - Elongation des chaînes carbonées d'acides gras et de lipides des cuticules végétales - cible(s) inconnue(s)	Chloroacétamides		S-métolachlore diméthénamide
		Benzofuranes		éthofumésate
		Thiocarbamates		triallate
<b>F - Biosynthèse d'acides aminés</b>	<b>F2</b> - Biosynthèse des acides aminés ramifiés - acétolactate synthase ou acétohydroxy-acide synthase	Sulfonylurées		triflusalufuron
<b>L - Régulation hormonale</b>	<b>L1</b> - Mimétiques de l'auxine naturelle des plantes (acide indole acétique ou AIA)	Acides picoliniques		clopyralide
		Acides quinoléine-carboxyliques		quinmérc

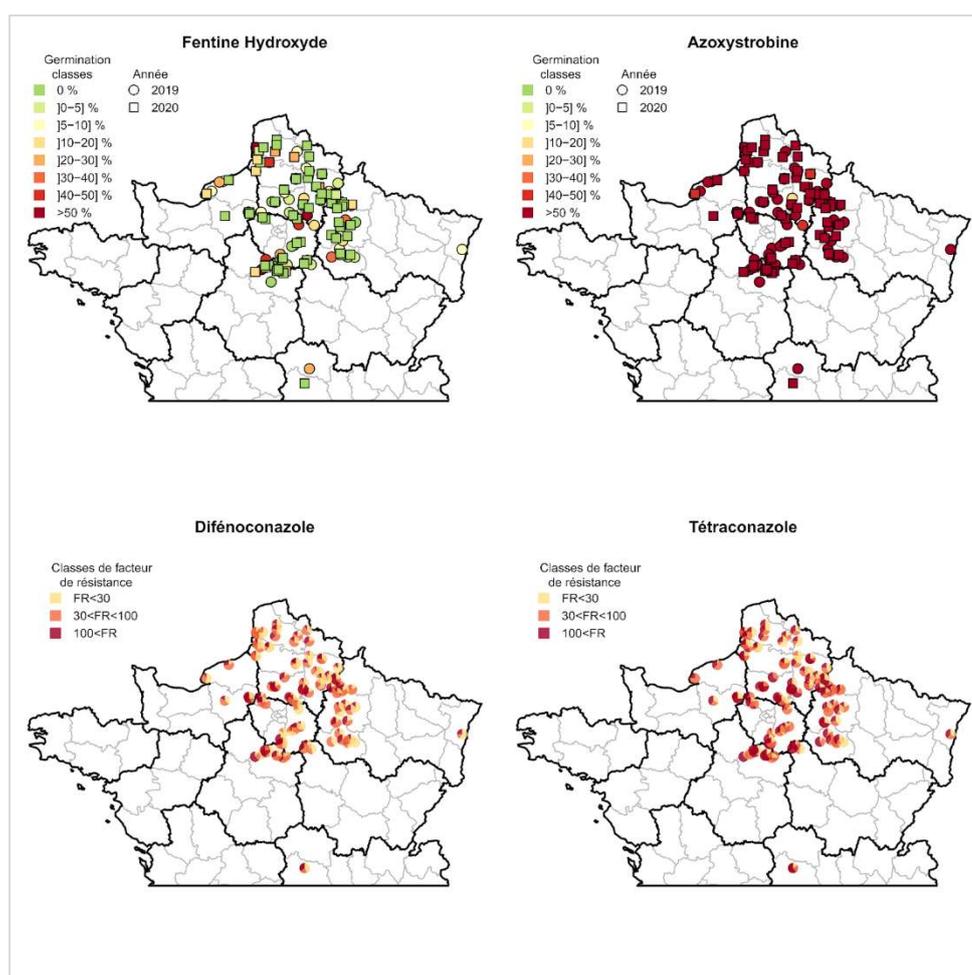
<sup>19</sup> Une liste exhaustive des spécialités commerciales contenant ces substances actives est disponible sur le site : [https://www.itbfr.org/fileadmin/user\\_upload/Liste\\_des\\_produits\\_betteraves\\_2021.pdf](https://www.itbfr.org/fileadmin/user_upload/Liste_des_produits_betteraves_2021.pdf), ainsi que sur le site [ephy | \(anses.fr\)](http://ephy.anses.fr).

## Annexe 2

### Cartographies des résistances aux produits phytopharmaceutiques chez les bioagresseurs de la betterave sucrière

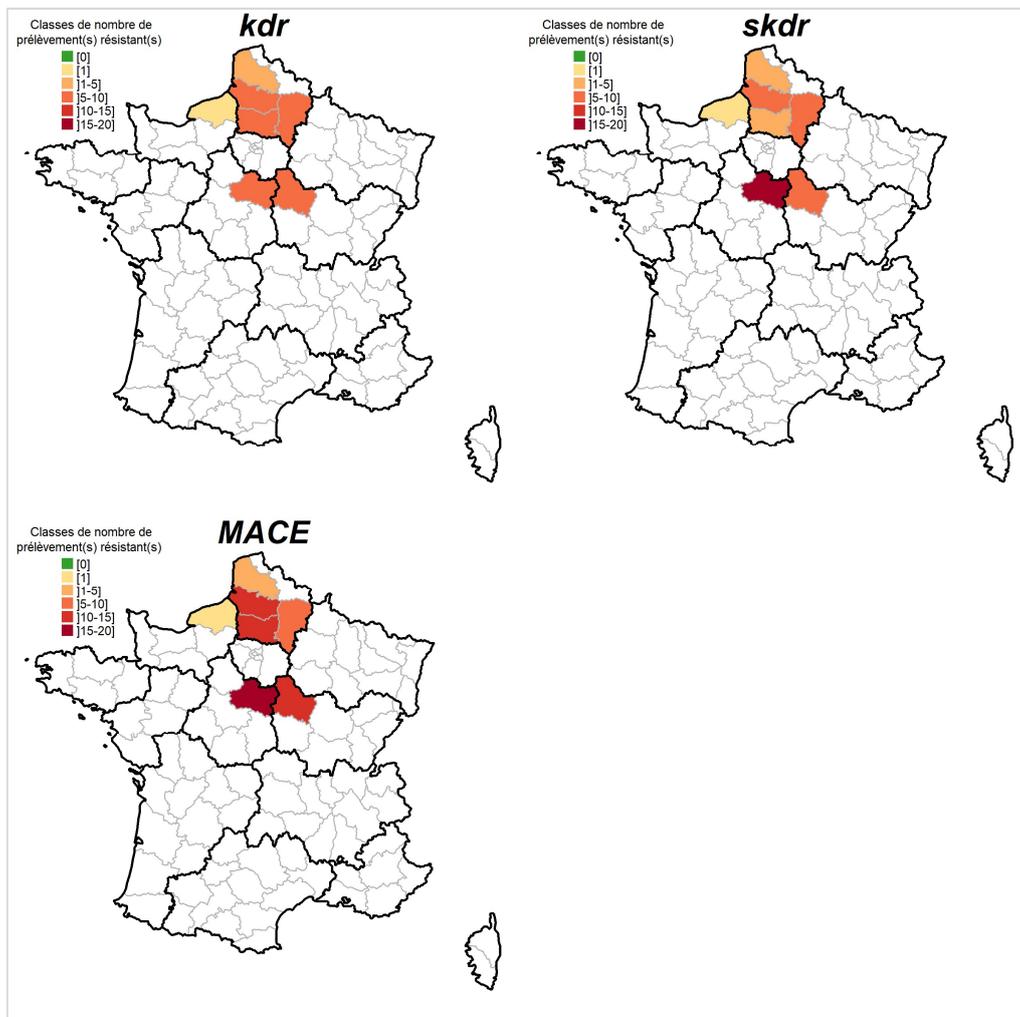
#### 1. Résistances chez *Cercospora beticola*

Ces cartes ont été établies lors du projet RECIFE, à partir d'échantillons populationnels prélevés en 2019 (ronds) et 2020 (carrés). La résistance a été mesurée par un test biologique quantifiant la germination des spores issues du prélèvement sur un milieu artificiel contenant une dose discriminante de fongicide, représentant les différents modes d'action (fentine hydroxyde pour les organostanniques ; azoxystrobine pour les QoI-P ; difénoconazole et tétraconazole pour les IDM). Pour les organostanniques et QoI-P (résistances qualitatives), les différentes classes de couleur représentent la fréquence des individus résistants dans chaque population. Pour les IDM, la résistance est quantitative et l'intensité de la résistance (mesurée par les facteurs de résistance FR) peut varier selon les individus. Plusieurs doses discriminantes ont été utilisées pour quantifier la proportion de spores appartenant à chacune des trois classes de résistance (couleurs). Chaque point représente ainsi la composition des populations en termes de résistance.



## 2. Résistances chez *Myzus persicae*

Ces cartes représentent l'occurrence des mutations d'intérêt pour la résistance aux pyréthrinoides (*kdr* et *skdr*) et aux pirimicarbe (MACE) par département (c'est à dire le nombre de prélèvements par département ayant au moins un individu portant la mutation concernée). Les couleurs indiquent des classes d'occurrence. Les données affichées combinent les résultats obtenus en 2018, 2019 et 2020.



Source : Anses

### 3. Résistances aux herbicides

Cartes mises à jour pour 2022 : <https://www.r4p-inra.fr/fr/statut-des-resistances-en-france/>

Remarques préliminaires :

1. La classification des herbicides utilisés est celle développée par R4P pour tous les pesticides : <https://www.r4p-inra.fr/fr/classification-des-ppp/>

2. Les adventices mentionnées sont uniquement celles pour lesquelles il existe une publication décrivant le cas de résistance. **La liste n'est pas complète**, certains cas existants n'ayant pas été publiés.

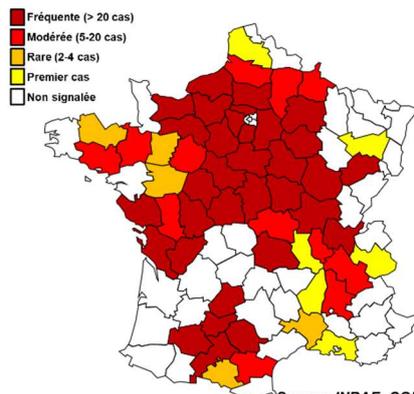
3. Sur les cartes, un département est mis en couleur en fonction du nombre de cas de résistances qui y ont été signalés. Ceci ne signifie évidemment pas que toutes les parcelles d'un département mis en couleur soient concernées par la résistance, même pour les départements où une résistance est très fréquente ! Réciproquement, **le fait qu'un département ne soit pas mis en couleur signifie uniquement que la résistance n'y a pas été signalée** (soit parce qu'elle y est absente, soit parce qu'elle n'y a pas été recherchée ou identifiée, soit parce que les données n'ont pas été communiquées).

#### → Graminées

Résistance des Ivraies (« ray-grass ») aux inhibiteurs de l'ACCCase (groupe D1)

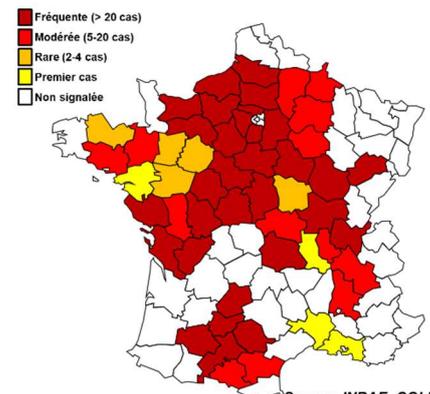


*Lolium sp.*



Source: INRAE, COLUMA

Résistance des Ivraies (« ray-grass ») aux inhibiteurs de l'ALS (groupe F2)

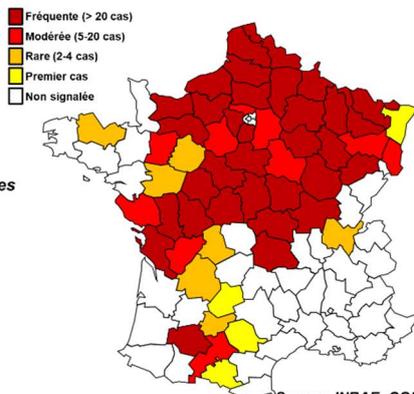


Source: INRAE, COLUMA

Résistance du Vulpin des champs aux inhibiteurs de l'ACCCase (groupe D1)

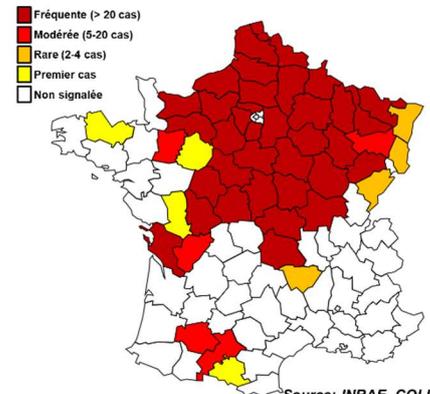


*Alopecurus myosuroides*



Source: INRAE, COLUMA

Résistance du Vulpin des champs aux inhibiteurs de l'ALS (groupe F2)



Source: INRAE, COLUMA

→ Dicotylédones

