

## RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

# Les variétés testées pour leur tolérance à la jaunisse

Pour la seconde année, le réseau post-inscription a évalué le comportement de toutes les variétés commerciales face à la jaunisse.

**D**ix-sept variétés ont été inoculées avec des pucerons porteurs des 3 principaux virus de la jaunisse.

11 sites ont été implantés avec des essais miroirs ou doublons : sur chaque site, chaque variété a été inoculée sur une micro-parcelle et protégée sur une autre de manière à pouvoir caractériser précisément la perte de rendement liée à la jaunisse.

Les pucerons apportés, porteurs des virus BYV, BMVY et BChV, ont été élevés au Griffon. Ils ont été déposés sur les betteraves au stade 4-6 feuilles, de mi-mai à début juin.

Les variétés ont été testées en tri-contamination, les 3 virus sont apportés sur les toutes les micro-parcelles, mais sur des betteraves différentes. 9 % des betteraves sont ainsi contaminées.

Ces étapes clés, élevage et contaminations, sont maintenant maîtrisées par l'ensemble du réseau d'expérimentation. Il reste à bien caractériser les conditions post-inoculation et les impacts sur le rendement, poids et richesse.

### Les variétés les plus productives sont les plus performantes.

La jaunisse dans les situations inoculées entraîne des pertes de rendement sucre de 5 à 42 %, la moyenne étant de 18 % pour les variétés rhizomanie et de 20 % pour les variétés nématodes. Les variétés les plus productives sans jaunisse sont généralement les plus productives avec jaunisse.

Le niveau de jaunissement des parcelles n'est pas corrélé avec les pertes de rendement. Le virus de

### CHIFFRES CLÉS

**30 000**

betteraves contaminées

**200 000**

pucerons verts élevés au Griffon



Plateforme d'expérimentation de Machault (08).

la jaunisse grave BYV apparaît toujours le premier, quatre semaines après inoculation. Les polérovirus apparaissent deux semaines plus tard. Des notations réalisées à pas de temps régulier après l'apparition des premiers symptômes permettent de calculer les AUDPC. Cette aire tient compte du développement de la jaunisse sur l'ensemble du cycle.

À ce stade, aucune variété commerciale ne peut être définie comme tolérante à la jaunisse.

Les nouvelles variétés qui seront testées en 2025 auront passé les étapes d'inscription au CTPS sur deux ans et auront déjà été testées vis-à-vis de leur tolérance à la jaunisse.

Les pertes de rendement auront tendance à baisser.



## RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

# Des variétés de betteraves moins appétentes pour les pucerons ?

De premiers travaux conduits dans le projet Agir ont permis d'évaluer l'appétence du puceron *Myzus persicae* pour différentes variétés de betteraves dans des conditions de laboratoire.

**L**e projet Agir a pour objectif de proposer une solution combinant des variétés de betteraves et des plantes de service altérant le comportement alimentaire de *Myzus persicae*, limitant ainsi la transmission des virus responsables de la jaunisse.

### Une méthode innovante

Des variétés de betteraves en cours d'inscription sur lesquelles les pucerons ont un comportement altéré ont été identifiées en conditions de

laboratoire grâce à une méthode de vidéo-phénotypage haut-débit. Cette méthode consiste à suivre, en vidéo, le déplacement du puceron *Myzus persicae* sur des disques foliaires de betteraves pendant plusieurs heures. Au total, une centaine de variétés provenant de différents semenciers a été testée. Plusieurs paramètres potentiellement liés au comportement alimentaire des pucerons ont été enregistrés, tels que la proportion de temps passé sur la feuille, le temps d'immobilité etc.

Une classification des variétés selon l'appétence de *Myzus persicae* pour celles-ci a ainsi pu être établie.

### Et la suite ?

En 2025, plusieurs perspectives sont envisagées. Au laboratoire, ces premiers résultats seront consolidés par la technique d'électropénétrographie qui permet de suivre plus finement le comportement alimentaire du puceron. Cette méthode étant beaucoup plus chronophage, seules 5 à 6 variétés seront analysées au cours de la deuxième année. En parallèle, ces mêmes variétés seront utilisées dans des tests de choix, pour voir si la sélection de la plante hôte du puceron est également impactée. Enfin, des expérimentations en parcelles expérimentales seront

prises en place pour voir si ces variétés permettent de réduire la colonisation des pucerons et les taux d'infection virale dans des conditions naturelles d'infestation. Une combinaison avec des plantes de service sera envisagée pour augmenter l'efficacité de la méthode préventive.



Dispositif de vidéo-phénotypage permettant de suivre le comportement du puceron *Myzus persicae*.

Projet ANR Ecophyto-Maturation (ANR-23-ECOM-0006), co-financé par l'OFB via la redevance pour pollution diffuse au titre du plan Ecophyto.



RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

# Les essais « plantes compagnes » du PNRI

Après 4 années d'expérimentation dans le cadre du PNRI puis du PNRI-C, l'effet des plantes compagnes sur les pucerons et la jaunisse n'est plus à démontrer. Cependant, la diversité des situations rencontrées jusqu'à ce jour permet de préciser les conditions de réussite du levier.

Associer des plantes compagnes aux betteraves sucrières est l'un des leviers testés sur le réseau des Fermes Pilotes d'Expérimentation (FPE) du Plan National de Recherche et d'Innovation Consolidé (PNRI-C), pour réduire les populations de pucerons vecteurs de la jaunisse. Une réduction des populations de pucerons vecteurs *Myzus persicae* est observée sur betterave grâce aux graminées en plantes compagnes, et les symptômes de jaunisse sont réduits lorsque l'intensité de la maladie est élevée. Compte tenu des faibles symptômes de jaunisse observés cette année, l'intérêt de cette technique dans le cadre d'une protection aphicide classique dans les secteurs à risque élevé, ou d'une réduction du nombre de traitements aphicides dans les secteurs à risque modéré, reste toujours à confirmer.

## Des résultats acquis sur pucerons

Les graminées en plantes compagnes permettent une réduction des populations de pucerons verts *Myzus persicae* comprise entre 35 et 60 % pour l'avoine rude et 46 et 73 % pour l'orge de printemps (figure 1), 14 jours après le traitement aphicide soit 14 jours après l'atteinte du seuil d'intervention (fixé à 1 puceron pour 10 betteraves).

Au cours des quatre années de recherche (2021-2024), 108 essais testant ce levier ont été mis en place par les Services Agronomiques de Sucreries (Cristal Union, Tereos, Saint Louis Sucre), l'ITB et les lycées agricoles impliqués dans le PNRI. Plusieurs espèces ont été testées, et les graminées comme l'avoine rude ou l'orge de printemps ont montré les meilleurs résultats.

Ces chiffres ont été obtenus grâce à des essais conduits entre 2021 et 2024 sans protection aphicide pour déterminer l'efficacité du levier seul. En combinant ces espèces de plantes compagnes à un traitement aphicide classique, des niveaux de réduction de pucerons intéressants sont également observés, compris entre 72 et 84 % de réduction en moyenne pour l'avoine rude et entre 59 et 81 % pour l'orge de printemps. Avec la féverole, l'efficacité est réduite puisqu'elle est comprise entre 11 et 59 %, tout comme celle des mélanges d'espèces (association d'une graminée avec une légumineuse). Enfin, la vesce ne montre pas d'effet significatif sur les populations de pucerons verts aptères. La poursuite des travaux sur ce levier consiste à mieux évaluer l'effet des plantes compagnes dans le cas d'une protection aphicide dite complète, correspondant à la conduite classique de l'agriculteur afin, à terme, de pouvoir les intégrer ou non dans le conseil.

## Itinéraire technique

Plusieurs espèces de plantes compagnes ont été testées pour identifier celles qui s'intègrent le mieux à l'itinéraire technique de la betterave, et qui montrent un effet sur les pucerons et la jaunisse sans impacter le rendement. Les graminées sont les plus adaptées car elles sont globalement compatibles avec le programme de désherbage des betteraves, en particulier l'avoine rude. Le semis de ces espèces nécessite en général une intervention de semis supplémentaire, en plein ou localisée dans l'inter-rang, au moment du semis des betteraves. La densité de semis visée des graminées est de 75 grains/m<sup>2</sup> pour obtenir une population suffisamment dense afin de perturber la colonisation des pucerons. La destruction des graminées est à réaliser au stade 4 à 6 feuilles des betteraves pour les deux espèces de plantes compagnes, soit avec un antigaminées

CHIFFRE CLÉ

108 essais

mis en place au cours des 4 années d'expérimentation.



La responsabilité du ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée



classique ou mécaniquement en cas de semis dans l'inter-rang. La période de destruction doit impérativement être respectée pour limiter la concurrence entre les plantes compagnes et les betteraves, qui peut conduire à des pertes de rendement importantes en cas d'intervention tardive.

## Une efficacité sur la jaunisse qui dépend de la gravité de la maladie

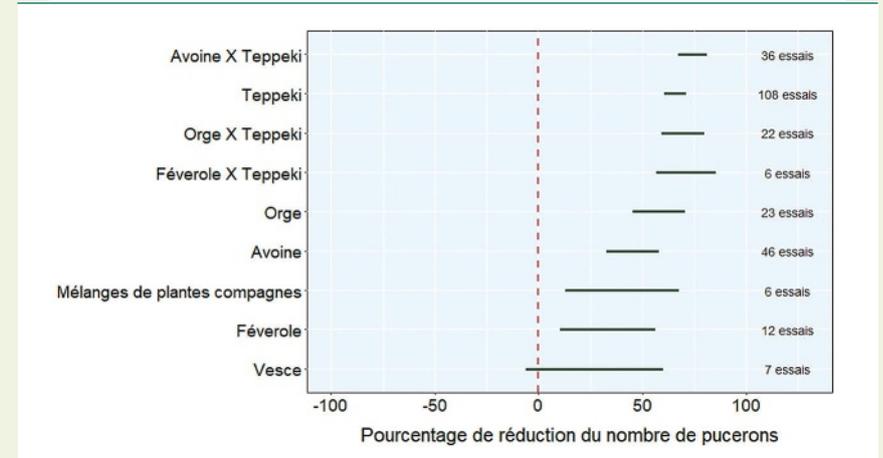
Peu de symptômes de jaunisse ont été observés sur les parcelles expérimentales du réseau en 2024. Néanmoins, les observations réalisées les années précédentes ont permis de montrer que les graminées en plantes compagnes permettent une réduction des symptômes d'autant plus importante que l'intensité de la maladie dans la parcelle est élevée. En effet, lorsque la gravité en

jaunisse est inférieure à 2 (soit inférieure à 20 %), l'efficacité moyenne des graminées est de 26 % avec une forte variabilité dans les résultats obtenus (figure 2). Lorsque la gravité est supérieure ou égale à 2, l'efficacité moyenne pour ces mêmes espèces est de 44 %, avec trois quarts des situations pour lesquelles l'efficacité moyenne est supérieure à 25 %. Trop peu de situations avec une protection aphicide complète et des symptômes de jaunisse importants ( $\geq 2$  de gravité) ont été rencontrés au cours de ces 4 années de recherche, ce qui ne permet pas de conclure en ce qui concerne l'efficacité de ces plantes compagnes dans des situations optimales intégrant une protection aphicide.

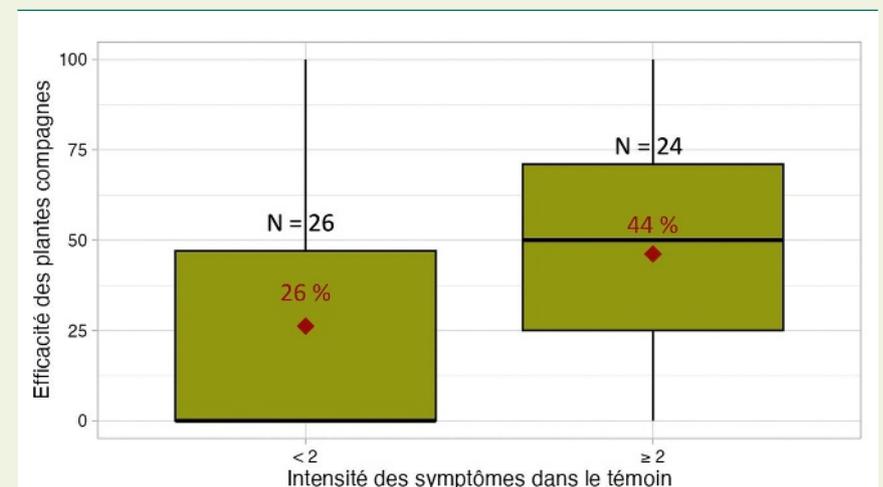
## Une concurrence pouvant être limitée

Les plantes compagnes sont présentes en début de cycle de la betterave sucrière, et peuvent concurrencer les betteraves pour les ressources si elles sont maintenues trop longtemps.

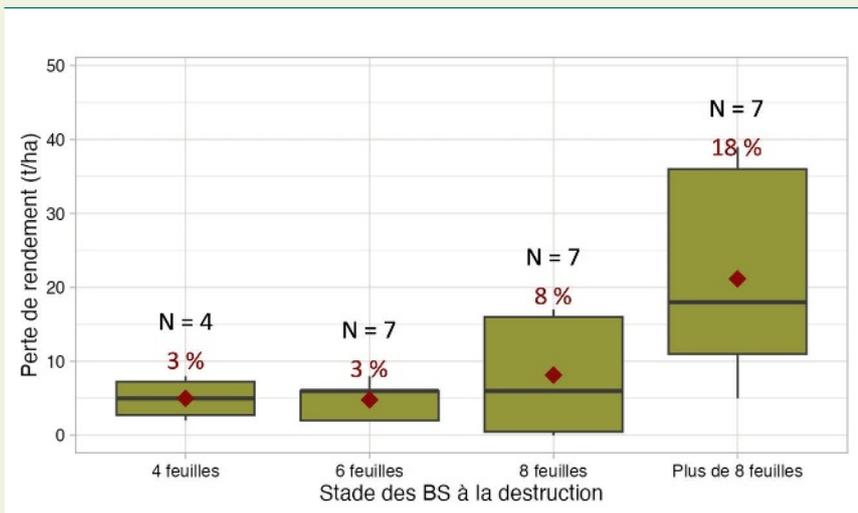
## Efficacité des plantes compagnes sur les pucerons verts aptères



1 Efficacité de différentes espèces de plantes compagnes sur les populations de pucerons verts aptères par rapport au témoin non traité, 14 jours après l'atteinte du seuil d'intervention. Lorsque la barre horizontale verte croise la barre verticale rouge, alors l'efficacité du levier est non significative. Ce graphique ne permet pas de comparer les leviers entre eux.



2 Efficacité de l'avoine rude et de l'orge de printemps en plantes compagnes sur les symptômes de jaunisse, en fonction de l'intensité de la maladie estimée dans le témoin non traité de l'essai.



③ Perte de rendement betteravier en t/ha selon le stade des betteraves sucrières (BS) à la destruction de l'avoine rude et l'orge de printemps en plantes compagnes.

Dans le cadre du PNRI et du PNRI-C, plusieurs stades de destruction ont été testés, le stade servant à l'évaluation étant celui de la betterave. Pour les deux espèces de graminées en plantes compagnes, une perte de rendement est observée dans la majorité des essais (figure 3). Celle-ci est d'autant plus importante que la destruction des plantes compagnes a été réalisée

tardivement. En effet, si une graminée est détruite au-delà du stade 8 feuilles des betteraves, la perte de rendement moyenne est de 18 %. Il semblerait toutefois qu'une destruction plus précoce permette de réduire l'impact sur le rendement des betteraves, avec une perte de 3 % pour une destruction au stade 4 ou 6 feuilles des betteraves. Les conditions de l'année peuvent

également impacter le stade de destruction choisi. Une année sèche favoriserait davantage la concurrence et une destruction au stade 4 feuilles des betteraves maximum serait à privilégier. Au cours d'une année humide, comme 2024, la destruction peut avoir lieu plus tardivement à l'appréciation de l'agriculteur, sans pour autant dépasser le stade 6 feuilles des betteraves.

#### Et dans le Plan d'Action 28 ?

La cohabitation entre les cultures de betteraves sucrières et de betteraves porte-graines en région Centre présente un risque accru de propagation de la jaunisse virale. Cela s'explique par la présence continue de betteraves tout au long de l'année, empêchant toute interruption du cycle épidémique. Pour faire face à cette situation, un Plan d'action a été lancé en 2024, visant à limiter la contamination par les pucerons entre les deux types de cultures. 71 parcelles de betteraves sucrières ont été suivies dans le cadre de ce plan, financé grâce au soutien du PNRI-C. Des plantes compagnes et des granulés répulsifs ont été mis à disposition des agriculteurs pour compléter leur protection

aphicide. Même si cela n'a pas permis l'absence de jaunisse dans cette zone, les agriculteurs sont satisfaits de l'accompagnement et les solutions qui leur seront mises à disposition s'étofferont l'année prochaine. Des actions spécifiques sont également déployées sur les cultures de betteraves porte-graine.

#### CE QU'IL FAUT RETENIR

**Des résultats acquis avec l'avoine rude et l'orge de printemps montrant une efficacité sur pucerons** dans une situation sans protection aphicide ou limitée à un traitement. Une efficacité sur la jaunisse est observée. Elle est d'autant plus forte que les symptômes sont importants dans la parcelle. Les travaux doivent se poursuivre pour déterminer si les plantes compagnes ont un intérêt dans une stratégie de protection aphicide.

## RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

# Quels sont les virus présents en plaine en 2024 ?

En raison des faibles symptômes de jaunisse, seulement 44 échantillons de betteraves positifs aux virus de la jaunisse ont été prélevés cette année. Le BYV et le BChV sont les virus les plus détectés.

prélevées ont ensuite été envoyées au GEVES pour réaliser des tests PCR permettant de détecter les virus présents.

#### Le BYV et le BChV majoritaires en 2024

Le BYV (famille : *Clostréovirus*, responsable de la jaunisse grave) a été détecté dans 75 % des parcelles infectées par la jaunisse à l'échelle nationale. Il est rencontré dans toutes les régions betteravières dans au moins 65 % des parcelles, sauf en Île-de-France

où il est un peu moins présent. Le BChV (famille : Polérovirus, responsable de la jaunisse modérée) a été détecté sur 68 % des parcelles à l'échelle nationale. Il est également rencontré dans toutes les régions, sauf dans la région Grand Est où il a été détecté dans seulement 22 % des parcelles échantillonnées. Le BMYV (famille : Polérovirus, responsable de la jaunisse modérée) et le BtMV (famille : Potyvirus, responsable de la mosaïque) ont été détectés à hauteur de 14 % et 5 % respectivement. 54 % des sites affichent de la co-infection, principalement entre le BChV et le BYV.

#### Synthèse pluriannuelle

C'est la troisième année consécutive que le BYV est l'un des virus les plus souvent détectés dans les parcelles de betteraves. En 2022, il était présent dans 68 % des échantillons prélevés et, en 2023, il était présent dans 74 % des échantillons répartis dans toutes les régions betteravières. Chaque année, les polérovirus sont majoritairement détectés, et c'est souvent le BChV qui arrive en tête. En 2022, il était présent dans 73 % des échantillons positifs aux polérovirus, et dans 50 % des échantillons positifs aux polérovirus en 2023. Le BtMV a été détecté principalement au sud de la région de production betteravière, ce qui a également été montré en 2022.

L'ITB, les Services Agronomiques des Sucreries et les lycées agricoles impliqués dans le PNRI-C ont réalisé des prélèvements de feuilles présentant des symptômes de jaunisse dans toutes les régions betteravières.

#### Peu d'échantillons prélevés

Cette année, 44 échantillons de betteraves positifs aux virus de la jaunisse ont été prélevés dans des parcelles présentant des symptômes visuels. Cela correspond à 6 échantillons en Centre-Val de Loire, 6 en Île-de-France, 9 dans le Grand Est, 9 en Normandie et 14 en Hauts-de-France. Les feuilles



④ Betteraves sucrières présentant des symptômes de jaunisse.



La responsabilité du ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée



RECHERCHES EN COURS

# L'ITB mobilisé pour anticiper le retrait des molécules chimiques

À la demande du ministère, les travaux sur le développement des alternatives vont s'amplifier. Les trois projets, détaillés ci-dessous, concernent la lutte contre les graminées et comportent des volets consacrés à la betterave. Ils sont mis en œuvre dans le cadre du Parsada\*. Ils seront réalisés avec de nombreux partenaires, dont l'ITB, en charge des essais dans les parcelles de betteraves, qui débuteront en 2025.



## Grami Cible

Partager le diagnostic, développer les solutions de lutte directe et déployer leur gestion intégrée.

Durée : **3 ans.** Chef de file : **Arvalis.**

### Réalisation de cartes

- De graminées problématiques.
- De plantes résistantes afin de conseiller les agriculteurs en fonction de leur situation.

### Pulvérisation ciblée

- Tests de technologies innovantes de pulvérisation.
- Techniques à adapter à la lutte contre les graminées.

### Désherbage mécanique sur le rang

- Tests de matériels non autonomes.
- Détermination des stades sensibles des graminées.
- Innovations : binage dans 2 sens, plantation de betteraves...

### Transfert et déploiement :

- Communication à travers des colloques, articles, fiches, ...
- Conseils sur la gestion durable des stratégies de désherbage à travers un Outil d'aide à la décision (OAD).
- Aide à la reconnaissance des plantes.



## Grami Combi

Évaluer les mesures prophylactiques à l'échelle du système, déployer les combinaisons de leviers.

Durée : **5 ans.** Chef de file : **Terres Inovia.**

### Mesures prophylactiques

- Tests de matériels d'arrachage ou d'écimage des graminées restant dans la parcelle avant la récolte.

### Combinaison des leviers (essais)

- Étude du faux semis couplé au désherbage mécanique.

### Combinaison des leviers (réseaux d'agriculteurs)

- Diagnostic initial puis mise en place de ces techniques de lutte en grande parcelle.
- Retours d'expérience.
- Déploiement chez d'autres agriculteurs.

### Communication :

- Réunion « bouts de champ », réseaux sociaux.
- Formation des acteurs.



## PARAD

Projet transversal graminées et dicotylédones. Durée : **5 ans.** Chef de file : **Inrae.**

Le projet Parad a pour objectif une meilleure connaissance des adventices ainsi que l'étude des innovations permettant la transition agroécologique.

### Changement climatique et évolution des pratiques

- Suivi des levées d'adventices dans des situations climatiques variées.

### Agroéquipement

- Tests de solutions de désherbage robotique.
- Étude de nouveaux outils de désherbage innovants (désherbage laser, thermique, etc.).



\* Plan d'action stratégique pour l'anticipation du potentiel retrait européen des substances actives et le développement de techniques alternatives pour la protection des cultures.

**PLUS D'INFORMATIONS**  
sur [www.itbfr.org](http://www.itbfr.org),  
rubrique Collaborations.

Avec le concours financier de :