

FICHE PRATIQUE

Previbest : le tassement à la récolte a-t-il un effet sur les cultures suivantes dans la rotation ?

Les effets du tassement profond ont été mesurés dans deux systèmes de culture conduits sur plusieurs années dans les parcelles d'expérimentation Tereos du projet Previbest.

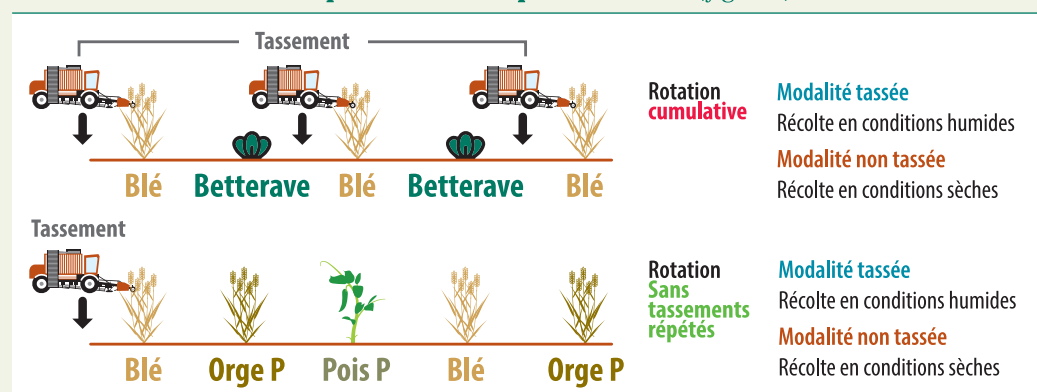
un tassement initial avant implantation du blé (assimilable à une récolte tardive de betteraves en conditions dégradées) et la modalité « non tassée » correspond à une récolte initiale de betteraves en conditions sèches, ne générant pas de tassement. Pour le premier système, le tassement est réitéré à chaque betterave dans la modalité « tassée » du système. Dans l'autre système, on laisse la structure se régénérer sans nouveau compactage, avec des cultures sans récolte tardive non génératrices de tassement.

Un tassement profond généré à la récolte de betteraves va-t-il induire une perte de rendement importante sur les cultures suivantes dans la rotation ? Telle était la question posée en amont des expérimentations mises en place dans le cadre du projet Previbest (*). Deux systèmes de cultures, dont les rotations sont présentées dans la figure 1, ont été mis en place et livrent leurs premiers résultats. Au démarrage du dispositif, ces deux systèmes ont été subdivisés pour distinguer, dans chacun d'eux, une modalité « tassée » et une modalité « non tassée ». La modalité « tassée » correspond à

La structure d'un sol tassé se régénère après plusieurs années

L'expérimentation conduite dans la durée permet de suivre l'évolution de la structure de sol des modalités tassées en l'absence de réitération d'une récolte dégradante. Les deux sites illustrent des conditions de sols fréquentes en régions betteravières, limon moyen sur substrat calcaire (Chevrières, Oise), limon plus argileux profond (Boiry, Pas-de-Calais). Dans les deux sites (figure 2) le compactage initial est volontairement sévère, avec des zones tassées (mottes « Delta ») qui représentent plus de 40 % du volume

Modalités dans les deux expérimentations pluriannuelles (figure 1)



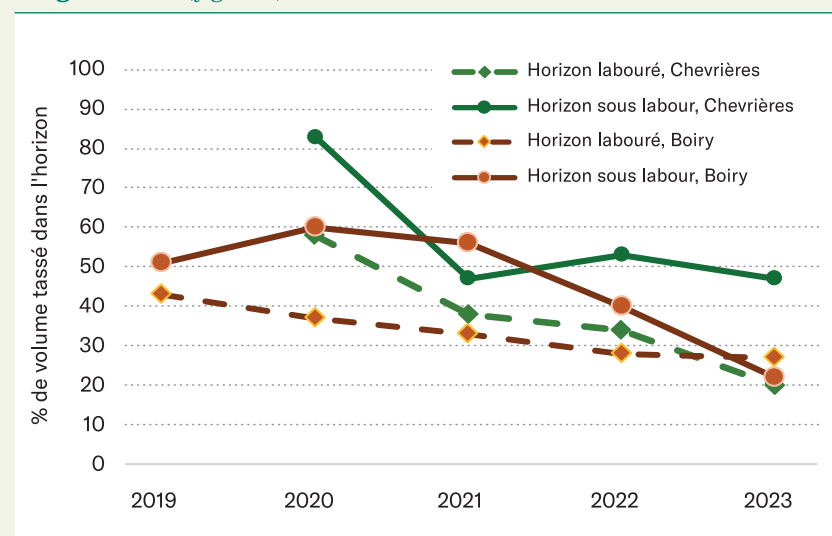
de sol. Même si le volume initial compacté est important en profondeur, il tend à diminuer relativement rapidement sur ces deux sites. Le délai nécessaire est quand même de plusieurs années. Il est possible d'y voir un effet favorable, dans ces situations expérimentales, d'une succession avec deux céréales à paille successives et un enracinement performant, sans doute aussi un effet positif du climat estival très sec en 2020. Cette évolution n'est que partielle et tend à marquer un seuil pour le site de Chevrières. Il est logique de constater une évolution plus forte à Boiry, dont la texture

de sol est plus argileuse et la structure plus réactive aux alternances d'humectation - dessiccation. Ces résultats ne peuvent être extrapolés à des sols de limons fins ou de limons sableux, peu actifs, et pour lesquels un tassement profond risque de se maintenir plus longtemps, sachant que c'est l'activité des lombrics qui y contribuera pour beaucoup.

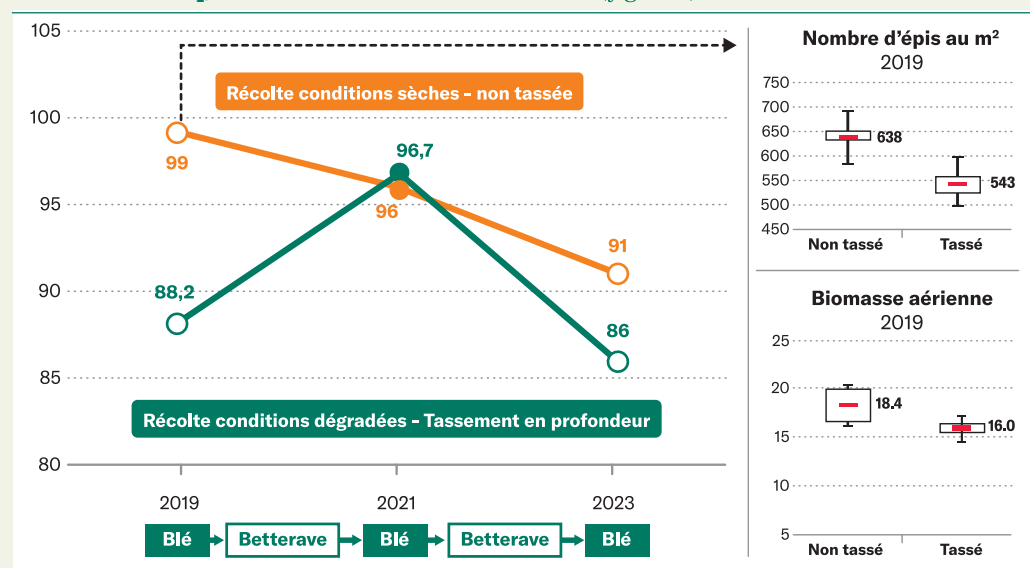
La suite de cet article en page 20. ➔

(*). Previbest : projet ITB, AgroTransfert, Tereos, « anticiper les risques de tassement en récolte betteravière », lauréat de l'appel à projet outils et modèles FranceAgriMer 2019.

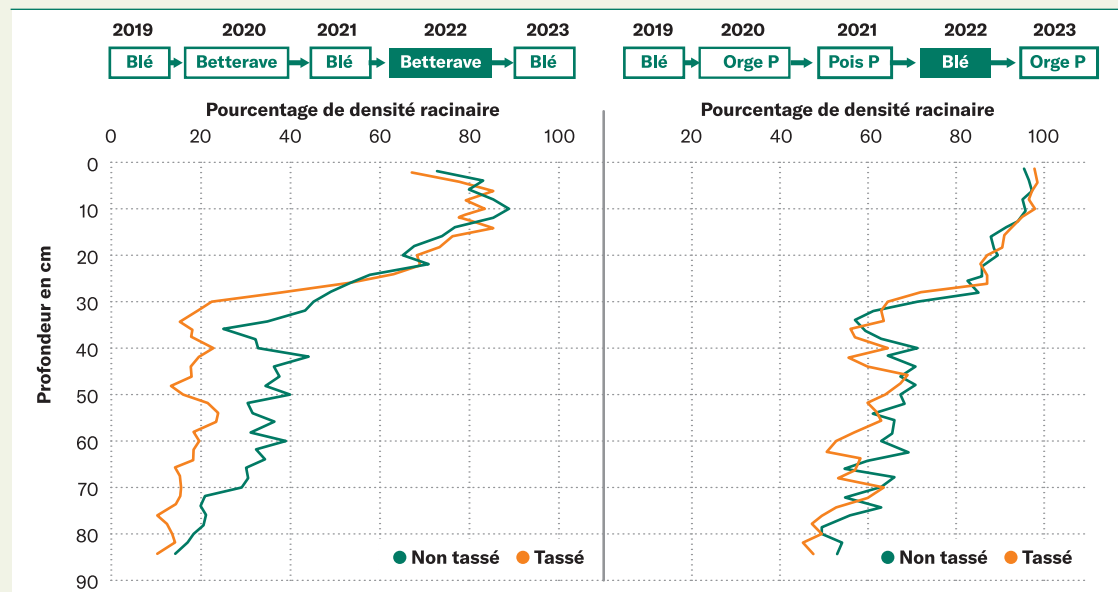
Evolution de la structure après le tassement initial du système « régénératif » (figure 2)



Rendement en q/ha du blé en fonction des années (figure 3)



Profils racinaires observés sous betterave en système avec tassements récurrents et sous blé en système « régénératif » (figure 4)



Des effets constatés variables selon les années

Les rendements en blé de la rotation blé-betterave entre modalités tassée et non tassée sont comparés dans la figure 3. Alors que le tassement est volontairement entretenu à chaque betterave pour les besoins de l'expérimentation, en maintenant un état structural dégradé, les résultats sont contrastés d'une année à l'autre, alternant des différences de rendements marquées (-10 q/ha en 2019) ou pas de différence (+0,7 q/ha en 2021). Le blé est une culture considérée comme peu sensible au tassement (contrairement à d'autres cultures comme le lin ou le maïs), mais les résultats ici tendent à l'infirmier. La variabilité des résultats peut s'expliquer par la variabilité du climat, susceptible d'aggraver l'effet du tassement, soit en limitant la prospection racinaire, soit en limitant la circulation de l'eau. Des variabilités ont été observées au niveau des composantes de rendement du blé avec moins d'épi/m² et moins de biomasse aérienne produite, bien que les différences ne soient pas statistiquement significatives. La figure 4 permet d'apprécier la différence de densité racinaire de la culture de betterave entre les modalités tassée et non tassée du système blé-betterave à Boiry. Au-delà de 30 cm de profondeur, on mesure un écart de 10 à 20 % de densité racinaire entre la modalité tassée et la modalité sans tassement. Cet écart est marqué jusqu'à 80 cm de profondeur. Pour l'année 2022, le tassement sévère en profondeur effectué en année 2020 a donc des

répercussions négatives sur l'exploration racinaire en profondeur. Cet effet n'est pas constaté pour les 30 premiers centimètres de sol qui ont été travaillés mécaniquement pour rattraper le tassement. Concernant l'autre système de culture (rotation sans tassements répétés), les densités racinaires des blés se rejoignent dans les couches de sol profondes, observation cohérente avec l'observation des profils et la mesure des volumes tassés : pour le site, en 4 ans après le tassement initial, le sol s'est régénéré en profondeur et présente des caractéristiques structurelles similaires au sol non tassé.

CE QU'IL FAUT RETENIR



- **Les expérimentations tassement** présentent une grande variabilité dans leurs résultats en raison des nombreux facteurs expérimentaux qui peuvent les impacter.
- **Les tassements profonds** ont des conséquences sur le développement racinaire des cultures et sur la disponibilité en nutriments.
- **Même la culture de blé**, a priori peu sensible, peut être affectée par un tassement sévère.
- **La régénération de la structure** est un processus long, de plusieurs années dans les cas les plus favorables.

CHIFFRES CLÉS

5 années
d'expérimentation.

10 q/ha
différence de rendement observé pour un blé entre une modalité tassée et non tassée (2019).

5 ans
pour restructurer un tassement en profondeur sur nos plateformes d'essais.



À gauche, blé 2019 à Boiry, modalité tassée lors de la récolte des betteraves 2018. Le profil non tassé est massif mais fissuré et continu. À droite, de grosses mottes compactes sont bien visibles.

3 QUESTIONS À

Francis Bazelaire, Tereos
Chargé de développement
agronomique



Quelles ont été les motivations pour mettre en place les expérimentations sur les sites de Tereos ?

Tereos souhaitait travailler la question du compactage des sols, et a eu un rôle moteur dans le montage du projet. L'expérimentation avait deux objectifs :

- acquérir des références sur les conséquences du tassement pour les cultures, afin d'intégrer ce paramètre de sensibilité du système dans le diagnostic et la prise de décision.
- fournir des données utiles dans des actions de sensibilisation des acteurs, agriculteurs, entreprises, Cuma, et sucreries.

Comment avez-vous sélectionné les différentes mesures pour évaluer les effets du tassement ?

Les effets du tassement sont multiples : obstacle à l'enracinement, obstacle à l'activité faunistique, limitation de la circulation de l'eau et de l'air et, in fine, productivité des cultures. Pour les appréhender, il a donc fallu déployer un ensemble d'outils et de mesures complet : profils de sols, pénétrométrie, perméabilité à l'air, densité racinaire, et mesures des composantes du rendement des cultures.

Quels sont et comment avez-vous construit les différents systèmes de cultures étudiés et modalités pour évaluer les aspects tassement et régénération du sol ?

Nous avons mis en place deux systèmes très contrastés, pour répondre à la fois aux besoins du projet et suffisamment parlants pour les agriculteurs : un système de culture avec tassement cumulatif et un système propice à la régénération assez rapide de la structure du sol.

FICHE PRATIQUE

Le syndrome des basses richesses (SBR) et les cicadelles vectrices

Le syndrome des basses richesses est une maladie apparue en France dans les années 1990, causant principalement une diminution de la richesse en sucre. Historiquement connu dans les plaines de Dijon qui ne sont plus une zone de production de betteraves, le SBR a refait son apparition en Alsace en 2023.

Qu'est-ce que le syndrome des basses richesses ?

Le Syndrome des basses richesses (SBR) est une maladie causée par une bactérie : *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*. La bactérie se situe dans les vaisseaux du phloème, en particulier dans les racines et dans le pétiole des vieilles feuilles. Les symptômes sur betteraves sont caractérisés par un jaunissement du feuillage. Les repousses de feuilles sont asymétriques et lancéolées. Lorsque le pivot est coupé en deux, il est possible d'observer des traces foncées sur le réseau vasculaire de la racine, causées par une nécrose des tubes de phloème (dans lequel la sève élaborée, riche en glucide, circule dans la plante), une

lignification de la paroi cellulaire et un dépôt de phénols (des métabolites secondaires couramment impliqués dans les mécanismes de défense des plantes). Ces symptômes apparaissent généralement à partir du mois d'août.

Les pertes de rendement sont principalement causées par une diminution de la richesse, de l'ordre de 4 points de richesse. Un impact, plus faible, est parfois observé sur le pois.

Une maladie transmise par des cicadelles

La bactérie responsable du SBR est transmise par des cicadelles. Ce sont des insectes piqueurs suceurs, qui transmettent le SBR lorsqu'ils se nourrissent de sève.

Sur betterave, le pic de vol des cicadelles est constaté fin juin ou début juillet. Exceptionnellement, un second vol en août peut être observé, comme en Allemagne en 2022. Ce second vol pourrait être expliqué en partie par les conditions particulièrement chaudes de l'année.

Le vecteur principal du SBR identifié en Bourgogne et en Franche-Comté, au début des années 2000, est la cicadelle *Pentastiridius leporinus*. *Cixius wagneri* est également identifiée comme cicadelle porteuse de la bactérie, mais son importance semble plus marginale et son cycle de vie est moins bien connu.

Biologie de la cicadelle *P. leporinus*

Les adultes de *Pentastiridius leporinus* migrent sur la betterave sucrière au début de l'été. Ils pondent des œufs qui éclosent en moyenne deux semaines plus tard. Les larves se nourrissent sur les racines de betteraves jusqu'à l'arrachage. Dans les champs présentant des symptômes de SBR, on peut observer les larves blanches de *P. leporinus* en arrachant des racines de betterave. Elles sont facilement reconnaissables grâce au « plumeau » blanc visible à l'arrière.

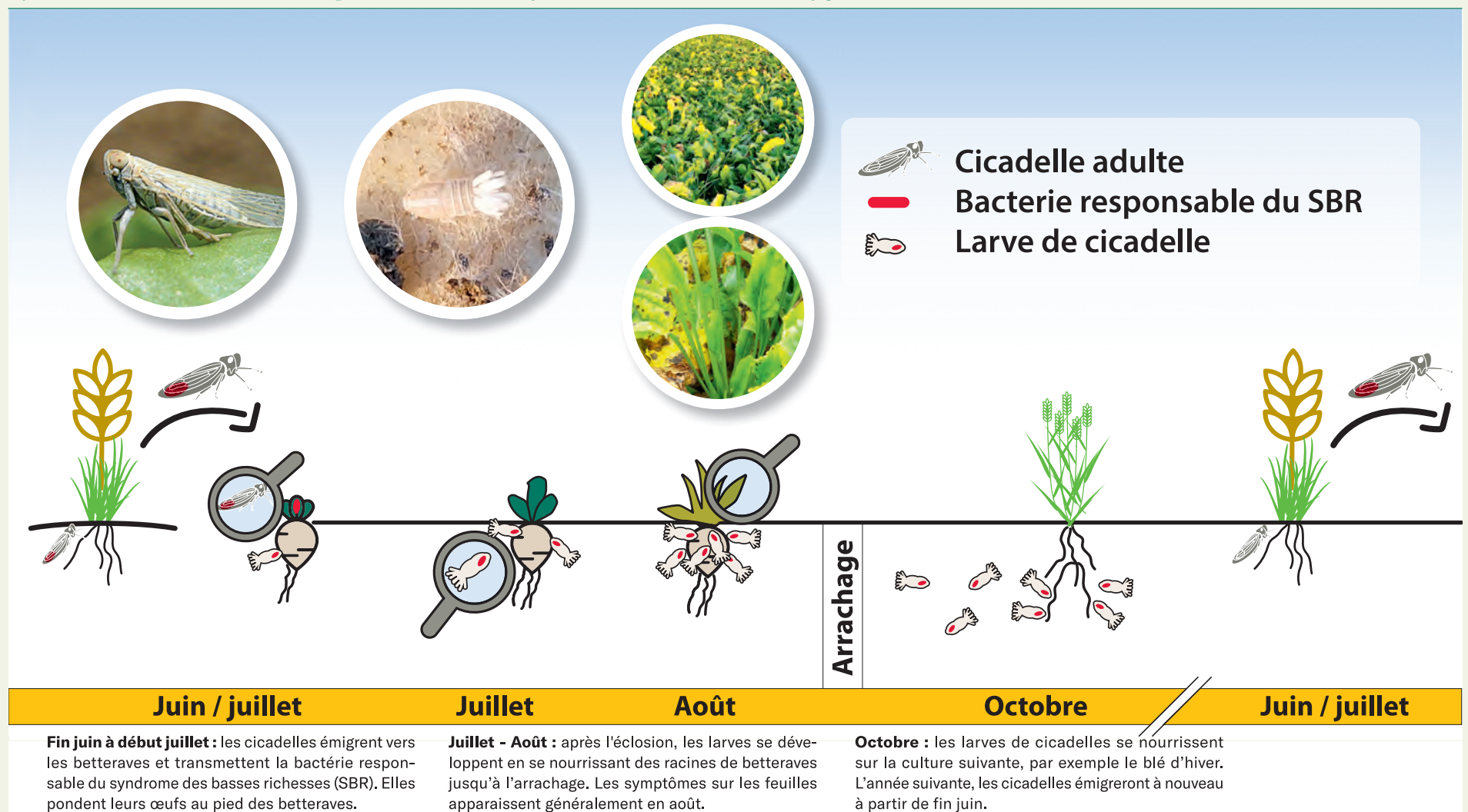
Ensuite, les stades larvaires plus âgés se nourrissent sur les racines de la culture suivante. Au cours de l'hiver, elles migrent plus en profondeur dans le sol lorsque les températures en surface diminuent,

CHIFFRES CLÉS

30%
des *P. leporinus* naissent infectées.

La suite de cet article en **page 22.** ➔

Cycle de la cicadelle *Pentastiridius leporinus*, vectrice du syndrome des basses richesses. (figure 1)





avant d'émerger l'été suivant et de migrer sur la betterave sucrière (voir photo 1).

Au laboratoire, les jeunes larves ont une mortalité importante lorsqu'elles sont élevées sur orge ou maïs, et une bonne survie sur betterave. En revanche, les stades larvaires plus âgés sont capables de se développer sur ces trois hôtes.

Une fois infectée, *P. leporinus* est capable de transmettre la bactérie responsable du SBR après quelques jours et reste infectieuse toute sa vie. La bactérie, principalement présente dans les glandes salivaires et dans les organes reproducteurs de la cicadelle, est transmise à 30 % de sa descendance (transmission verticale). Les cicadelles s'infectent également en se nourrissant sur des plantes contaminées (transmission horizontale).

Avant l'identification de *P. leporinus* sur betterave, son principal hôte connu était un roseau. La raison du changement d'hôte vers la betterave n'est pas connue.

Les recherches en cours

La recherche se mobilise pour trouver des solutions au syndrome des basses richesses : en Allemagne, où le SBR est un problème majeur, une task force a été constituée en 2023 pour intensifier les travaux de recherche et trouver des solutions. En France, depuis cette année, l'ITB évalue différents dispositifs de monitoring (plaques transparentes engluées et pièges jaunes connectés, qui détectent automatiquement les cicadelles) pour suivre au mieux les vols de cicadelles.

Différentes méthodes pour réduire les populations de cicadelles ont été testées en Europe, notamment en France :

- Certaines techniques de travail du sol, comme le labour profond, semblent réduire les populations de cicadelles émergentes l'été suivant.

- Le semis de maïs après la betterave permet également de réduire le nombre de cicadelles émergentes par rapport au blé d'hiver. Laisser le sol nu permet des résultats similaires, le mécanisme semblant être un affamement des cicadelles.
- Aucun des insecticides, conventionnels ou de biocontrôle testés, ne paraît protéger les betteraves des vols de cicadelles.
- Certaines variétés réduisent l'impact sur la richesse.

Lorsque des parcelles présentent des symptômes, il est conseillé d'arracher les betteraves au plus vite pour minimiser les pertes de richesse.

Faut-il craindre la bactérie responsable du Stolbur sur betteraves ?

Un autre pathogène, le phytoplasme (bactérie sans paroi) *Candidatus Phytoplasma solani*, est également transmis par des cicadelles à la betterave, notamment par *P. leporinus*.

L'impact de cette bactérie sur le rendement dépend de la souche :

- Les souches les plus agressives ne sont pas présentes en France, et sont détectées uniquement en Europe de l'Est. Ces souches sont responsables

1 Symptômes vasculaires du syndrome des basses richesses.

CHIFFRES CLÉS

Jusqu'à
4 points

de richesses perdus.

de pertes de rendement très importantes, pouvant aller jusqu'à des pertes totales dans les parcelles les plus touchées en Serbie. En effet, les racines de betteraves deviennent très molles et peuvent être difficiles à couper, ce qui empêche l'extraction du sucre, rendant les betteraves non marchandes dans le pire des cas. De plus, l'infection de la betterave par *Candidatus Phytoplasma solani* permet le développement de pathogènes opportunistes comme *Macrophomina phaseolina*, qui est habituellement un pathogène du soja, du sorgho ou de l'arachide.

- Les souches détectées en France sont peu agressives et ne causent pas de perte de rendement à ce jour.

Ce phytoplasme peut être présent dans les betteraves seul ou en co-infection avec *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* (responsable du SBR).

EPIDÉMIOLOGIE



→ Dispositifs de piégeage de cicadelles pour suivre leurs vols.

En 2024, un réseau de piégeage est constitué par l'ITB, Cristal Union et plus particulièrement le CTBA (Alsace), Tereos et Saint Louis Sucre sur le territoire betteravier. Ce réseau est constitué de pièges automatiques (photo ci-dessus) et de pièges englués pour capturer les cicadelles, soit à proximité des parcelles touchées l'an dernier, soit en surveillance dans les autres régions betteravières.

Les piégeages sont en places depuis la mi-mai, pour suivre la potentielle sortie d'hibernation des cicadelles des parcelles de céréales.

CE QU'IL FAUT RETENIR

- Le SBR est causé par une bactérie
- Il a été détecté en Alsace en 2023 sur une surface très limitée
- La bactérie est transmise par des cicadelles
- Les feuilles jaunes, lancéolées et asymétriques sont caractéristiques de la maladie
- Les souches agressives du phytoplasme *Candidatus Phytoplasma solani* responsable du RTD ne sont pas présentes en France

POUR EN SAVOIR PLUS



Pour en savoir plus sur le SBR et le RTD, consultez la fiche bioagresseur cicadelles que l'ITB vient de publier sur www.itbfr.org