

RÉSULTAT D'EXPÉRIMENTATION

Buses à injection d'air : des nouveautés incompatibles avec des bas volumes

L'arrivée de buses à haut potentiel de réduction de dérive (75 et 90 %, contre 66 % avant) sur le marché amène l'ITB et Arvalis à évaluer la compatibilité de ces matériels avec des désherbages à bas volumes.

Les derniers essais ITB/Arvalis sur le sujet remontent à 2010 et concluaient à une influence forte du volume de bouillie et du type de buse. Ainsi, quelle que soit la buse utilisée – fente classique (XR, Teejet) ou injection d'air (AVI, Albus) – un désherbage avec un volume de 150 l/ha était plus efficace qu'avec 80 l/ha.

Les résultats de cette année confirment que la réussite du désherbage des betteraves sucrières est très liée au volume de bouillie et au choix des buses. A 150 l/ha, aucune différence significative n'est observée entre les deux types de buses. En revanche, à 80 l/ha, la buse à fente classique conduit à un niveau de désherbage acceptable (note supérieure à 7/10) alors que la note des buses à injection d'air est plus faible.

Quatre buses et trois volumes de bouillies au banc d'essai

L'ITB et Arvalis ont collaboré en 2022, sur la mise en place d'une expérimentation à Buno-Bonnevaux (91) afin d'actualiser les références avec les buses récemment homologuées pour leur aptitude à limiter la dérive. L'objectif était d'identifier la compatibilité du type de buse et du volume de bouillie sur

l'efficacité d'un programme herbicide classique en trois passages (Bétanal Tandem (0,6l-0,8l-1,1l) + Tornado SC (0,7l-0,5-0,7l/ha) + Actirob B 1l/ha + Centium au T2 (0,035l/ha) et T3 (0,08l/ha)).

Pour ce faire, quatre types de buses ont passé le test, toutes utilisées à pression optimale ou d'homologation : fente classique (buse XR, non homologuée, diamètre médian 290 µm), injection d'air basse pression homologuée à 66 % pour la dérive (buse CVI, diamètre médian : 479 µm), injection d'air classique homologuée à 75 % (buse ID, diamètre médian : 717 µm) et injection d'air homologuée à 90 % (buse miroir TTI, diamètre médian : 984 µm). Chaque buse a été expérimentée avec trois volumes de bouillie (50 l/ha, 80 l/ha et 150 l/ha,).

Une efficacité intimement liée au volume et au choix des buses

Il en ressort un effet significatif du volume de bouillie (figure 1). Quel que soit le type de buse, 150 l/ha est significativement plus efficace que 50 et 80 l/ha. De plus, il existe une interaction significative entre le volume de bouillie et le modèle de buse : à 50 et 80 l/ha, seule la buse XR donne une efficacité

→ ↕
Type de buses testées les plus efficaces.

1
XR, Teejet (fente classique).

2
ID, Lechler (injection d'air).

CHIFFRE CLÉ

150 l

C'est le volume de bouillie avec lequel les nouvelles buses fonctionnent le mieux.



satisfaisante (note supérieure à 7/10). A 150 l/ha, les buses CVI et ID présentent elles aussi des notes supérieures à la limite acceptable. Seule la buse TTI est inefficace (3/10).

Des résultats qui s'expliquent par la taille des gouttes et la surface de couverture

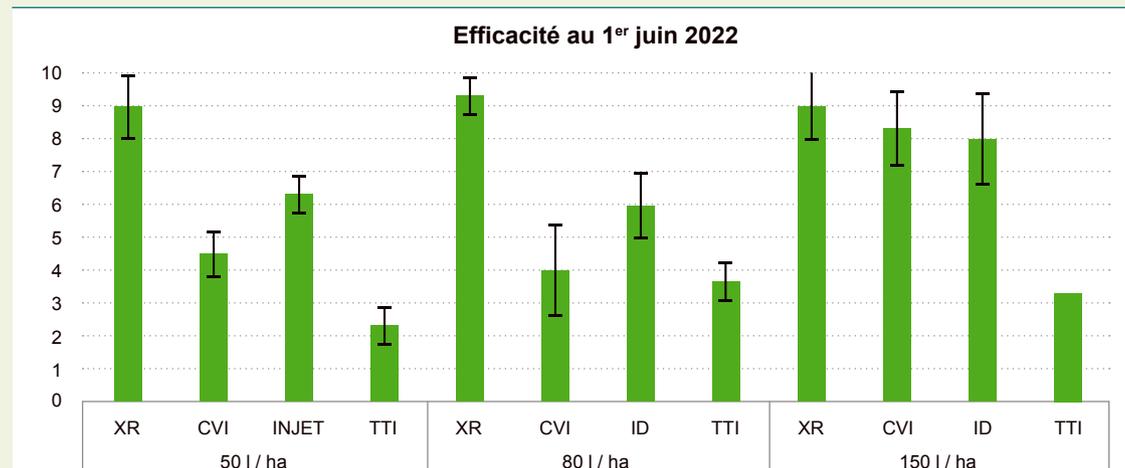
Les herbicides appliqués sont essentiellement des produits de contact, particulièrement sensibles à la qualité de pulvérisation. Leur efficacité passe par une aspersion la plus large possible sur les feuilles afin d'en faciliter l'absorption par la plante.

Or, les buses à injection d'air (AVI, Albus) produisent de plus grosses gouttes que les buses à fente classiques (XR, Teejet) : elles ne conviennent donc pas à bas volume car le nombre d'impacts est insuffisant et réparti de manière hétérogène sur le feuillage.

À plus fort volume de bouillie, ce défaut de couverture est compensé par la quantité d'eau appliquée, ce qui assure une répartition plus homogène et équivalente à celle d'une buse à fente classique. Néanmoins, dans le cas de la buse TTI, qui produit les plus grandes gouttes, l'augmentation du volume de bouillie ne compense pas le défaut de couverture. En résumé :

- Les buses à fentes classiques s'adaptent à tous les volumes de bouillies.
- Les buses à injection d'air peuvent être utilisées uniquement à fort volume de bouillie (150 l/ha), à l'exception des buses TTI.

Effet du volume de bouillie et du type de buse sur l'efficacité du désherbage (figure 1)



Notation finale du 01/06/2022 à T3 +13 jours (limite acceptable pour un agriculteur : 7/10).

RECHERCHE EN COURS

Des bandes fleuries pour protéger la betterave

Le projet IAE-Betteraves cherche à mieux comprendre l'effet du déploiement de bandes fleuries en bordure de parcelles, en vue d'une meilleure régulation des pucerons vecteurs de virus par leurs ennemis naturels.

Des comptages de pucerons verts (*Myzus persicae*) et noirs (*Aphis fabae*), potentiellement porteurs de virus de la jaunisse, ainsi que des relevés de biodiversité de leurs principaux ennemis naturels, ont été effectués au printemps 2022 dans près de 20 parcelles participant au réseau des fermes pilotes. Les données ont été récoltées du sud du bassin parisien au nord de la France et ont permis une première évaluation à grande échelle des dynamiques de pucerons en fonction du type de bordure du champ (bande fleurie ou bande enherbée témoin) et de la distance par rapport à cette bordure. Les résultats présentés dans cet article ont été synthétisés par une équipe de chercheurs de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae) et de l'Université de Picardie.

Des résultats encourageants

Les premiers résultats démontrent que la présence d'une bande fleurie défavorise les pucerons, surtout à proximité de la bordure et jusqu'à 25m environ (après quoi il n'y a plus de différence). Cela est probablement dû à l'action immédiate des ennemis naturels présents sur feuillage (coccinelles, larves de syrphes) qui



Une bande fleurie implantée en bordure d'une parcelle de betteraves près de Berny-en-Santerre (80).

bénéficient des ressources florales, surtout à proximité de la bordure (l'effet des bandes fleuries diminue progressivement jusqu'à 50 m). Au sol, les coléoptères carabiques - souvent de féroces prédateurs de pucerons semblent aussi favorisés par la présence de bandes fleuries, peu importe la distance à cette dernière, mais l'effet reste assez marginal. La réponse est en revanche inverse pour les araignées qui chassent au sol ; elles sont plutôt favorisées par la proximité d'une bande enherbée. Toutefois, l'effet de l'IAE (Infrastructure agroécologique) ne permet pas une réduction drastique des populations de pucerons (en moyenne, -15 %), et pas sur les stades les plus précoces de la culture. Il se peut

que cela soit dû au problème de floraison tardive rencontré au printemps 2022 sur la plupart des sites. Néanmoins, la bande fleurie présente l'avantage de ralentir la dynamique de croissance des populations de pucerons au cours du temps, diminuant ainsi potentiellement leur propagation vers d'autres parcelles et le risque de transmission de virus.

Creuser les mécanismes d'action

Afin de déterminer la nature exacte des organismes qui contribuent au contrôle biologique des pucerons, une expérimentation mesurant l'évolution des populations de pucerons en présence ou en absence d'ennemis naturels a été réalisée. Pour cela, des dispositifs d'exclusion différentielle (barrières semi-enterrées et cages sous filet insect-proof) ont été mis en place à l'Inrae Le Rheu pour distinguer l'effet des prédateurs épigés (vivants à la surface du sol, comme les carabes, les araignées ou les staphylyns) de celui des ennemis naturels aériens (parasitoïdes, coccinelles, syrphes...). Le principal résultat obtenu est un effet fort et précoce des prédateurs épigés sur les populations de pucerons, verts comme noirs, avec une diminution de leur abondance dès la première date de suivi (27 avril 2022). L'expérimentation sera à nouveau réalisée au printemps 2023 afin de consolider ce résultat.

De nouvelles perspectives de recherche

Les données montrent que le contrôle biologique des pucerons est meilleur dans les parcelles où les bandes fleuries avaient levé assez tôt dans la saison de culture (dès la fin avril) et comprenaient une assez grande diversité d'espèces de plantes (> 4 espèces différentes),

chacune avec un bon recouvrement (> 10-15 % du total). Ces points sur la composition et l'état de développement de la bande fleurie semblent évidents, mais sont des éléments pivots à absolument considérer pour optimiser l'efficacité de ces IAE.

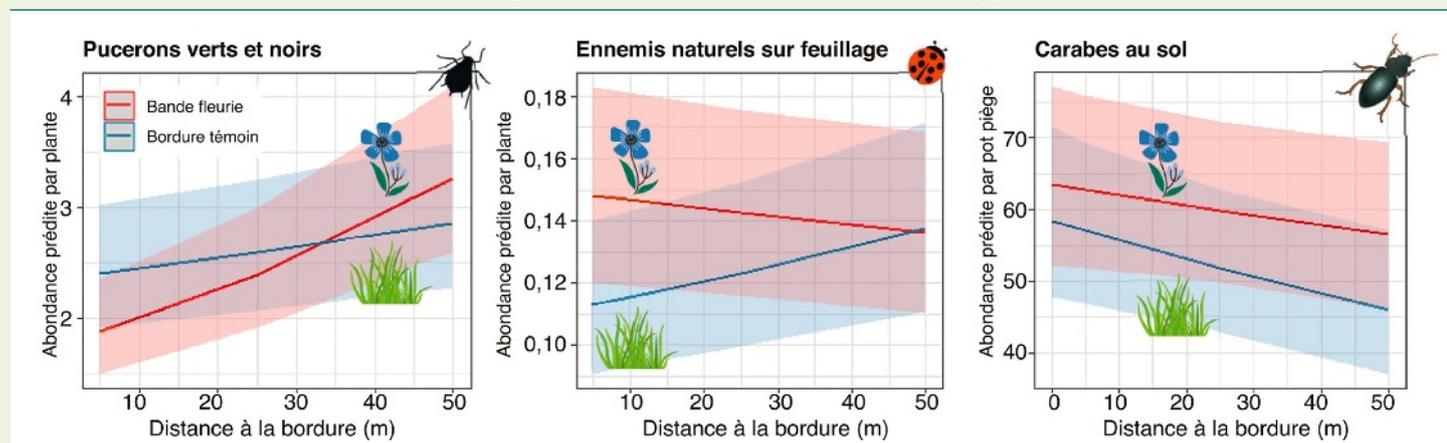
Les variations dans les abondances de pucerons et de leurs ennemis naturels, bien qu'affectées par la bande fleurie, restent très dépendantes de la parcelle considérée. Même si le cas par cas est parfois nécessaire pour une bonne gestion, nous devons donc d'abord démontrer si l'efficacité de ce levier agroécologique est généralisable dans plusieurs situations environnementales. Cela fait l'objet d'une étude approfondie pour affiner nos moyens de prédiction, car il se peut que les caractéristiques du paysage (différents couverts de culture, présence d'éléments semi-naturels, etc.) entourant les parcelles de betteraves, ainsi que le climat régional, influencent l'efficacité des bandes fleuries.

CE QU'IL FAUT RETENIR

La présence de bandes fleuries dans les bordures de parcelles aide à diminuer les abondances et à ralentir la dynamique des pucerons vecteurs de jaunisse.

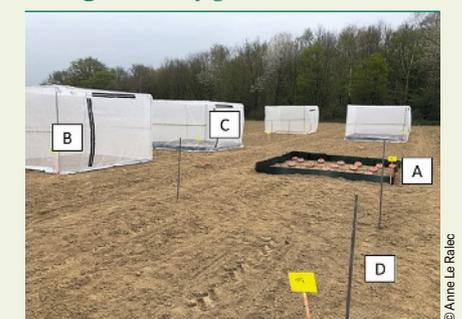
En effet, les ennemis naturels des pucerons, sur feuillage comme au sol, tirent bénéfice des ressources florales. Afin de maximiser l'efficacité des bandes fleuries implantées, il faut s'assurer d'une levée précoce et d'une composition diversifiée.

Résultats de terrain sur les abondances de pucerons et de leurs ennemis naturels (figure 1)



À chaque distance, il faut comparer les deux courbes pour en déduire l'efficacité de la bande fleurie, par rapport à la bande enherbée (témoin). Les enveloppes de couleur représentent la marge d'erreur. Données combinées pour toutes les parcelles et dates (N=17 ; abondances sur feuillage, N=9 ; carabes).

Expérience en milieu semi-contrôlé sur les mécanismes de régulation (figure 2)



A : exclusion des prédateurs épigés
B : exclusion des ennemis naturels aériens
C : exclusion de tous les ennemis naturels
D : témoins sans exclusion, toutes mises en place après le semis. INRAE Le Rheu (35)

RÉSULTAT D'EXPÉRIMENTATION

Plantes compagnes : impact sur la jaunisse et le rendement

L'effet de plantes compagnes sur les pucerons verts et la jaunisse a été démontré. L'heure est désormais au bilan global avec les premiers résultats de récolte.

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 (PNRI), pour réduire les populations de pucerons vecteurs de la jaunisse. Cette année, les essais conduits par l'ITB, les services agronomiques de sucreries et les lycées agricoles impliqués dans le PNRI, ont confirmé l'intérêt des graminées (avoine et orge de printemps) en plantes compagnes sur les pucerons verts (voir le *Betteravier français* n° 1151). Mais qu'en est-il de leur impact sur la jaunisse et le rendement ? Alors que la récolte des essais

se termine, un premier bilan a été dressé pour les graminées (avoine rude et orge de printemps) et la féverole de printemps. Les symptômes de jaunisse sont réduits en présence de plantes compagnes dans plus de la moitié des modalités testées, mais elles ne permettent pas à elles seules de gérer la jaunisse. Des pertes de rendement parfois importantes sont observées, mais des ajustements de l'itinéraire technique sont encore possibles.

Une réduction des symptômes de jaunisse

L'intérêt des plantes compagnes sur la jaunisse a été évalué à ce jour sur 33 essais mis en place en 2021 et 2022, sur une partie du dispositif conduit sans protection aphicide. Sur ces essais, l'intensité des symptômes observés sur les betteraves sans plante compagne varie de 10 à 90 % de la surface touchée en jaunisse, la moyenne étant autour de 20-30 %. Les symptômes sont réduits à hauteur de 37 % en moyenne pour l'avoine rude et l'orge de printemps, et de 13 % pour la féverole (voir photo). La baisse peut être plus importante dans des situations fortement touchées. Le meilleur exemple est un essai conduit à Environville en Seine-Maritime (76), où la surface touchée par la jaunisse dans les betteraves sans plante compagne est de 90 %, contre 10 % dans les betteraves avec de l'orge de printemps. Sur ce site, l'orge a été détruite très tardivement (stade 12 feuilles vraies des betteraves),

ce qui pourrait expliquer cet écart important. Dans la majorité des cas, l'effet sur la jaunisse coïncide avec l'effet observé sur les pucerons verts aptères au printemps, ce qui conforte les observations.

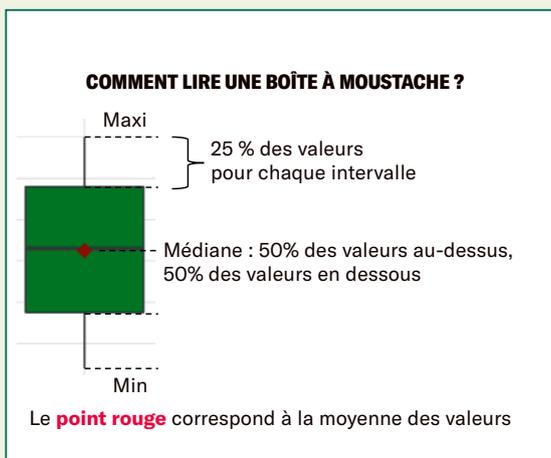
Une perte de rendement variable

L'année sèche de 2022 est particulièrement intéressante pour analyser l'effet concurrentiel des plantes compagnes en situation de ressource hydrique limitée. Afin de caractériser les situations où une concurrence entre les betteraves et les plantes compagnes s'établit, et de quantifier les pertes, des betteraves sans jaunisse ont été prélevées dans des zones avec et sans plante compagne sur 19 essais. La perte de rendement liée aux plantes compagnes est de 13 % en moyenne (voir figure 1), toutes espèces confondues. À une exception près, tous les essais affichent une perte de rendement, quelle que soit la plante compagne, qui peut être plus ou moins importante : 2 (au minimum) à 39 % (au maximum) de perte par rapport aux betteraves sans plante compagne. Les pertes de rendement les plus importantes observées avec des graminées peuvent être expliquées par une destruction trop tardive des plantes compagnes, au stade 12 feuilles des betteraves ou une densité trop importante, à plus de 100 pieds/m². Pour la féverole, la destruction a été réalisée au stade 12 feuilles des betteraves et les populations sont en moyenne à 20 pieds/m². Cet itinéraire technique semble être trop concurrentiel vis-à-vis des betteraves et pourra être réajusté. Des essais avec des pertes de 2 à 6 % ont montré des réductions de pucerons et de jaunisse intéressantes, mais l'inverse peut également être observé. Ces situations encouragent la poursuite des travaux sur ce levier avec des conditions d'implantation et de destruction qu'il faudra bien déterminer. Aucun effet des plantes compagnes sur la richesse n'a été observé à ce jour.

Ce programme bénéficie du financement de :



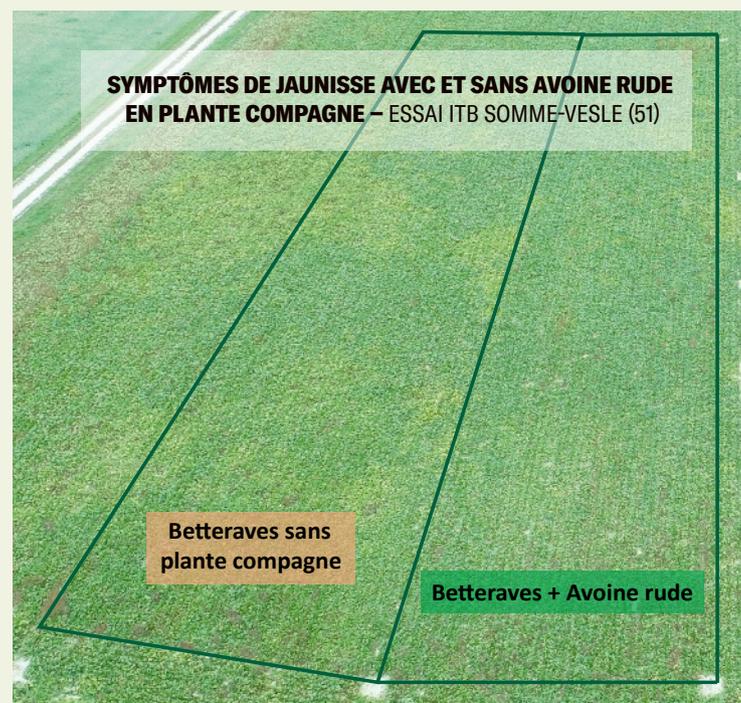
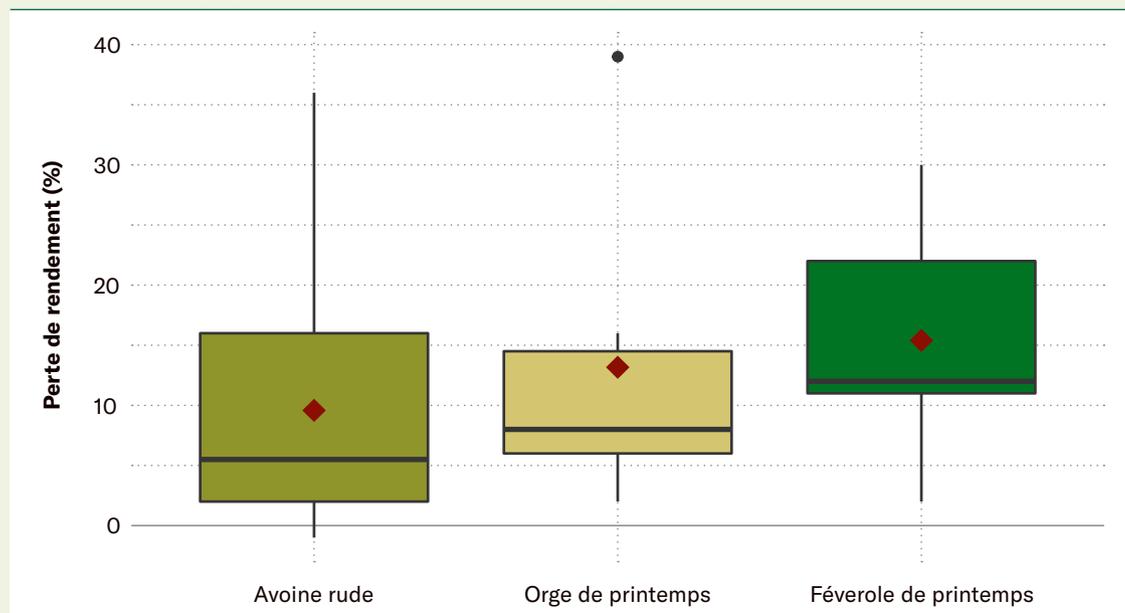
La responsabilité du ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée



CHIFFRE CLÉ

37 %
d'efficacité des graminées en plantes compagnes sur la jaunisse.

Perte de rendement des betteraves (%) avec des plantes compagnes par rapport à des betteraves sans plante compagne (19 essais ITB - 2021-2022) (figure 1)



Conditions de réussite du levier
La réussite du levier « plantes compagnes » est conditionnée par une réduction du nombre de pucerons verts, des symptômes de jaunisse et par une absence de concurrence avec les betteraves. 6 essais sur 19 se rapprochent de ces conditions, avec un effet sur les pucerons et la jaunisse (10 à 40 % de jaunisse en moins), et des pertes dues à la concurrence moindre (de 2 à 6 % de rendement). Dans ces essais, les populations de graminées ont été détruites à tallage, au stade 6-8 feuilles des betteraves. Des essais montrent des pertes plus

« Il n'est pas encore possible de conseiller un itinéraire technique évitant une concurrence avec les betteraves »

importantes à ces stades de destruction. Pour la féverole, la destruction a été réalisée à floraison, à couverture des betteraves. Cependant, d'autres essais affichent des pertes bien plus importantes pour une destruction à 12 feuilles des betteraves.

Perspectives

Ces deux années d'expérimentation montrent que les plantes compagnes permettent de réduire les populations de pucerons verts sur betteraves et les symptômes de jaunisse. Ce levier ne permet pas à lui seul de gérer convenablement la jaunisse, mais il peut avoir un intérêt en complément d'une protection aphicide ou d'une variété de betterave partiellement tolérante. Même si les conditions de réussite et d'échec du levier « plantes compagnes » ont pu être précisées, il n'est pas encore possible de conseiller un itinéraire technique précis évitant une concurrence avec les betteraves. La mise en place de cette technique demande de la rigueur, notamment pour la destruction des

CHIFFRE CLÉ

13 %

de perte de rendement due aux plantes compagnes.

plantes compagnes mais, en pratique, cela n'est pas toujours simple à respecter. Par exemple, l'intervention herbicide pour détruire les plantes compagnes ne peut pas toujours se faire à la période souhaitée, à cause des conditions météorologiques notamment, et un écart d'une ou deux semaines peut vite être préjudiciable. Une piste d'amélioration

de l'itinéraire technique avec les graminées pourrait être de tester des variétés qui ont un développement plus lent, et éventuellement d'une densité un peu plus faible. Un apport d'azote en fractionné fait également partie des pistes à creuser pour l'année prochaine. Pour la féverole, une destruction plus précoce semble être indispensable.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Les symptômes de jaunisse sont réduits à hauteur de 37 % en moyenne pour l'avoine rude et l'orge et de 13 % pour la féverole, dans des zones sans protection aphicide.

Une perte de rendement d'en moyenne 13 % due à la concurrence des plantes compagnes, mais des situations assez variables avec des écarts de 2 à 39 % qui dépendent de la conduite réalisée.

Une réduction des populations de pucerons verts, des symptômes de jaunisse, avec des pertes de rendement dues à la concurrence de 2 à 6 % ont été observées sur 6 essais sur 19.

Les deux années d'expérimentation ont permis de préciser les conditions de réussite et d'échec du levier, mais il n'est pas encore possible de conseiller un itinéraire technique évitant une concurrence avec les betteraves.

ACTUALITÉ

Rendez-vous aux comités techniques ITB 2022-2023

L'ITB organise 8 comités techniques en décembre et janvier : un par région et un spécial sur la production de « betteraves biologiques ». Certains se tiendront en présentiel, les autres en visioconférence.

Les exposés des comités techniques régionaux, qu'ils se tiennent en présentiel ou en distanciel, sont tournés vers les résultats et les solutions pratiques, et sont adaptés aux problématiques spécifiques de la zone de culture. Les experts de l'ITB exposent leurs préconisations pour la prochaine campagne, mettent en avant les enseignements de l'année écoulée, et présentent les recherches en cours dont celles menées dans le cadre du PNRI (Plan national de recherche et d'innovation) pour

le contrôle des jaunisses virales. Le comité spécial « betteraves biologiques » proposera des présentations sur les problématiques spécifiques de ce mode de culture : implantation, désherbage, fertilisation, gestion des bio-agresseurs...

Les intervenants répondront aux questions posées par les agriculteurs, en salle ou via l'interface de webinaire.

Pour assister aux visioconférences, l'inscription préalable est obligatoire afin de recevoir le lien de connexion au comité.



COMITÉS TECHNIQUES 2022-2023
gestion des maladies foliaires & adventices
choix variétal • production bio

INFOS PRATIQUES
Évènements gratuits.
Programmes détaillés
et lien d'inscription
pour les webinaires
disponibles sur itbfr.org :



Programme

	Dates/heures	Informations pratiques/lieu
Spécial "betteraves biologiques"	14 décembre 2022 De 9h30 à 10h30	Visioconférence - lien d'inscription disponible sur itbfr.org
Aisne	13 décembre 2022 De 9h30 à 12h	Salle des fêtes 02000 Barenton-Bugny
Centre - Val de Loire	15 décembre 2022 De 9h30 à 12h30	Espace Thierry la fronde 11 avenue Jules Viollette 28310 Janville-en-Beauce
Champagne / Yonne	17 janvier 2023 De 9h30 à 10h30	Visioconférence - lien d'inscription disponible sur itbfr.org
Île-de-France	5 janvier 2023 De 9h 30 à 12h30	Ferme de Champigny 77390 Crisenoy
Nord - Pas-de-Calais	11 janvier 2023 De 9h30 à 10h30	Visioconférence - lien d'inscription disponible sur itbfr.org
Normandie / Val-d'Oise	18 janvier 2023 De 9h30 à 12h	Les Granges de Bosc-Grimont 357 route de Bosc-Grimont 76690 Le Bocasse
Somme / Oise	4 janvier 2023 De 9h30 à 10h30	Visioconférence - lien d'inscription disponible sur itbfr.org