

UN POINT SUR

Travaux d'automne et structures de sol

Les travaux de fin d'automne se sont bien déroulés, avec des créneaux météorologiques favorables. Que ce soit pour les labours ou les itinéraires simplifiés, les états de surfaces sont, à ce jour, bons à très bons.

La pluviométrie a été contrastée cet hiver, avec un mois de décembre particulièrement arrosé (de 60 à 120 mm), et un mois de janvier qui présente un déficit de précipitations de 40 %.

Les températures moyennes de décembre et de janvier ont été supérieures aux normales, sans fortes gelées. Seuls 10 à 20 jours de gelées matinales ont été observés sur ces deux mois, avec pour minimale - 6,5 °C mesurés à Reims.

L'implantation des Cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN) a été compliquée, la moisson ayant été retardée par les pluies. Peu de couverts ont pu être semés courant août. Les semis ont démarré en septembre dès que les créneaux météorologiques l'ont permis. L'automne frais et pluvieux n'a pas favorisé le développement des CIPAN. La majorité ayant un faible développement ne nécessitant pas de broyage avant le labour, seuls les couverts implantés entre les 15 et 20 août ont produit une biomasse normale, de l'ordre de 2T de MS. Au 15 février, localement, des couverts sont toujours en place (Normandie).

Les labours ont démarré à la mi-novembre. Les conditions ont été bonnes du 10 au 25 novembre. Le retour des pluies les a ensuite stoppés jusqu'à la mi-décembre. Les conditions de labour

sont plus humides en décembre, entraînant des lissages.

Les préparations anticipées à l'automne sont utilisées de manière plus systématique, pour les sols argileux/à limons argileux, cela permet un meilleur nivellement, ou écrêtement des labours dans des zones de parcelles afin d'améliorer les prochaines implantations.

Une période de gel permet des labours en bonne condition mi-janvier. La reprise des labours a été plus franche les derniers jours de janvier, grâce au ressuyage, ce qui a permis un travail de qualité.

État des lieux en terre de craie de Champagne

Malgré les pluies de cet hiver, les terres de craie se travaillent bien grâce aux vents qui assèchent les surfaces. Les CIPAN se sont bien développées durant l'automne, remplissant leur rôle de piège à nitrate et de protection des sols. Ces couverts ont pu être détruits majoritairement durant l'hiver. Les conditions climatiques de ce printemps détermineront la qualité du travail du sol pour les semis (photo 1).

Situation en sols argileux et argilo-calcaires

Quand le travail a pu être anticipé dans des périodes sèches, l'évolution est très satisfaisante aussi

CHIFFRES CLÉS

-6,5°

mesuré à Reims.

**10
à 20**

jours de gel.

bien sur labour qu'en préparation d'automne en sol argileux.

À l'inverse, quand le travail du sol (labour) a été réalisé début décembre sur un sol humide entre les pluies, l'évolution est très mauvaise. La préparation de sol risque d'être très compliquée au printemps, en l'absence de gel significatif et de temps sec en février.

Aujourd'hui, une inquiétude demeure et concerne la gestion des graminées sur labour ou préparations d'automne reverdis. L'application de glyphosate est possible en sol hydromorphe labouré et/ou préparé d'automne.

Enfin, le froid est attendu car les moutardes ne sont toujours pas gelées et semées sur un sol préparé d'automne (photo 2). Elles vont, dans un premier temps, être un handicap pour la reprise du lit de semences et risquent de favoriser la présence de tipules, dans un second temps. La destruction des CIPAN pourra se faire mécaniquement au rouleau hacheur (photo 3).

CE QU'IL FAUT RETENIR



Les seules parcelles qui peuvent poser quelques soucis ce printemps sont celles qui présentent des déséquilibres chimiques, notamment du point de vue calcique. En 2021, l'ITB a encore noté des zones de parcelle avec une présence d'aphanomyces estivaux, révélatrice d'un souci d'excès d'eau de surface de manière temporaire. Sur ces parcelles, les états de surface sont déjà pour partie refermés et ils sont sujet à l'apparition de « flaques d'eau », alors que le sol devrait être en capacité de drainer.



Photos : ITB

FICHE PRATIQUE

Préparer et entretenir son semoir

Le semis est une étape déterminante de la réussite de la culture. Le semoir doit être vérifié et bien préparé en amont.

Un semoir entretenu et prêt à semer

La précision de mise en terre, en régularité de distance entre graines et de profondeur, en qualité de positionnement dans le lit de semences, conditionne une levée rapide et homogène. Le semis doit pouvoir démarrer dès que les conditions sont favorables ; le matériel doit donc être opérationnel dès à présent. Il aura été remis à l'abri après un nettoyage complet suite aux derniers semis ; la première étape est cependant de refaire un dépoussiérage par un jet d'air comprimé. Les trémies peuvent être aspirées. Le schéma ci-dessous indique les 7 vérifications à faire sur le semoir. Elles doivent être réalisées suffisamment tôt pour anticiper des réparations ou

CHIFFRE CLÉ

7

c'est le nombre de vérifications en atelier, en anticipation des semis.

des changements de pièces. En complément, pour les semoirs et les tracteurs équipés, il est conseillé de vérifier le bon fonctionnement des consoles, des antennes GPS et des contrôleurs de semis. S'assurer auparavant de la bonne prise en main de ces outils est aussi un gain de temps au champ.

Les premiers réglages à l'atelier

Le semoir doit être réglé pour placer la graine à une profondeur définie, choisie entre 2 et 2,5 cm. Elle ne doit pas être inférieure à 2,5 cm pour les graines traitées avec de la téfluthrine. Un premier réglage peut être réalisé à l'atelier sur une surface plane, en plaçant une ou plusieurs cales d'une épaisseur de 2 cm sur le ou les points d'appui du semoir. On réglera l'enterrage de façon à ce que chacun des socs repose sur le sol. On vérifiera et on affinera au champ en deux étapes : après s'être assuré du bon centrage du semoir par rapport au tracteur, et de son

horizontalité, on sèmera sur quelques mètres avec les roues de recouvrement relevées, laissant les graines visibles. La distance moyenne entre les graines sera vérifiée. Ensuite, les roues seront remises, quelques mètres seront semés avant de contrôler la profondeur d'enterrage, mesurée après avoir dégagé la terre fine à l'aplomb des graines. Ces vérifications peuvent être répétées lors de changements de parcelles, surtout si les textures de sol diffèrent.

RAPPELS CONCERNANT L'UTILISATION DE SEMENCES TRAITÉES AVEC DES NÉONICOTINOÏDES

- S'assurer que les semences traitées sont entièrement recouvertes de terre, notamment en bout de sillons,
- Les traitements de semences NNI étant toujours associés à de la téfluthrine, respecter 2,5 cm de profondeur de mise en terre,
- Récupérer les semences répandues accidentellement,
- Porter les équipements de protection individuelle lors du remplissage des trémies : gants en nitrile, combinaison, tablier, protection respiratoire et lunettes de protection.

Principaux points d'entretien du semoir monograines

TRÉMIES ①

Vérifier qu'elles sont propres, sans résidu ou poussière. Vérifier le fonctionnement des trappes de vidange et leur verrouillage. Vérifier que les couvercles ferment correctement.

ROUES PLOMBEUSES ARRIÈRES ②

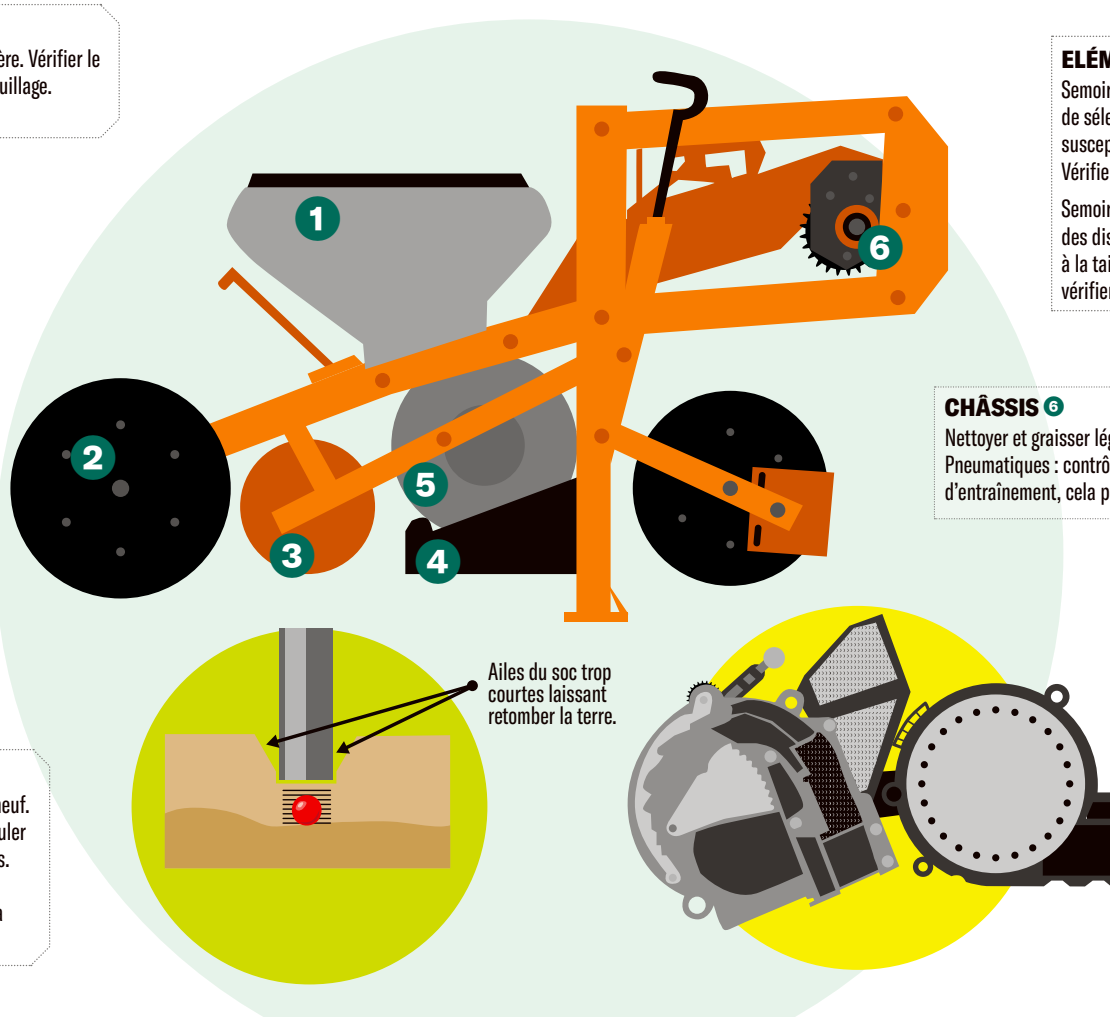
Vérifier l'écartement des roues de recouvrement en « V », lorsque celui-ci est réglable (sur les semoirs pneumatiques en particulier). Elles doivent être serrées de manière à ce que la graine se trouve dans le prolongement des deux roues. Si ces deux roues restent écartées, elles risquent de remonter la graine et ainsi de modifier la profondeur d'enterrage.

ROULETTE DE PLOMBAGE ③

Vérifier son bon alignement avec le sillon formé par le soc.

SOCS ④

Vérifier l'usure des socs en comparant avec un soc neuf. Un fond de sillon arrondi permettra à la graine de rouler dans le sillon, ce qui dégradera la précision du semis. Si les ailes du socs sont usées, de la terre risque de tomber dans le sillon et d'asphyxier la graine dans la terre humide (schéma ci-contre).



ÉLÉMENTS DISTRIBUTEURS ⑤

Semoir mécanique : vérifier l'usure des disques de sélection ; des alvéoles trop usées sont susceptibles de provoquer des doubles. Vérifier l'état des sélecteurs.

Semoir pneumatique : vérifier la planéité des disques de sélection, régler le sélecteur à la taille des graines de betteraves, vérifier l'étanchéité des boîtiers.

CHÂSSIS ⑥

Nettoyer et graisser légèrement les pièces en mouvement. Pneumatiques : contrôler l'usure et la pression des pneumatiques d'entraînement, cela peut modifier l'espacement entre graines.

ASPIRATION ⑦

(semoirs pneumatiques)
Vérifier l'usure et la tension des courroies ainsi que le bon état des roulements (pas de bruit suspect en fonctionnement)
Vérifier l'étanchéité des gaines du circuit (en particulier aux endroits où elles touchent le métal) et au niveau des raccords.

RECHERCHE EN COURS



Ce programme bénéficie
du financement de :



ProViBe : mieux connaître les virus responsables des jaunisses

Le projet du PNRI ProViBe vise à approfondir les connaissances sur les virus responsables des jaunisses de la betterave. Des premiers résultats ont été obtenus en 2021 sur les pertes de rendement liées aux co-infections au champ et sur le virome des betteraves.

En Europe, la jaunisse de la betterave est causée par 4 virus qui peuvent être présents seuls ou en co-infection au sein d'une même betterave. Les pertes de rendement annoncées sont variables selon les études : les polérovirus causeraient des pertes pouvant aller jusqu'à 30 % en cas d'inoculations précoces. Les pertes de rendement causées par le virus de la jaunisse grave (BYV) se situent entre 10 % et 50 % selon les études. Cette variabilité très importante pourrait s'expliquer par l'isolat viral utilisé ou la date d'inoculation. Des prélèvements réalisés en 2019, 2020 et 2021 par l'ITB ont montré que la proportion de betteraves multi-infectées était variable selon les années et la région (1 % de co-infections BYV-polérovirus en 2019, 51 % en 2020 et une situation intermédiaire mais contrastée régionalement en 2021, cf. le Cahier Technique du Betteravier Français n° 1138). En 2021, INRAE (UMR SVQV, Colmar) et l'ITB ont donc mis en place des essais au champ avec des plantes inoculées artificiellement, afin d'évaluer l'impact des multi-infections sur les pertes de rendement, mais aussi de mesurer d'éventuelles

synergies ou antagonismes entre virus, ces derniers pouvant conduire à un éventuel effet protecteur. Le poids du pivot et la richesse ont été mesurés. Ce premier essai n'a pas permis de mettre en évidence un effet aggravant des multi-infections sur le poids de pivot ou sur la richesse des betteraves. En revanche, la multi-infection pourrait conduire à une plus forte accumulation du BYV, favorisant potentiellement une dispersion accrue du virus par les pucerons.

Pas d'effet aggravant de la multi-infection sur le poids du pivot

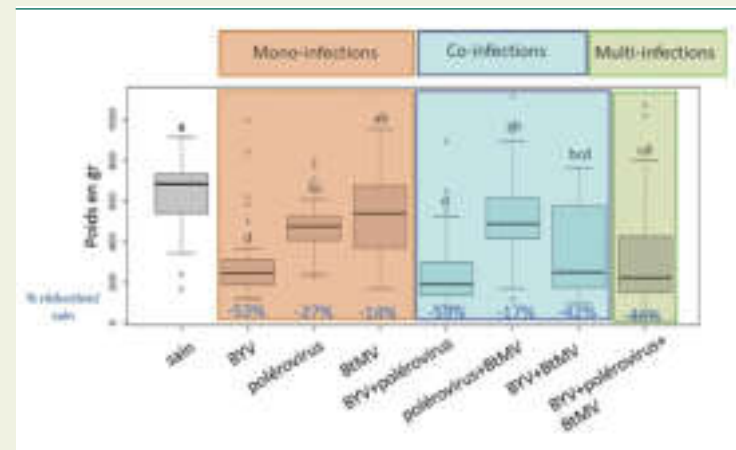
Dans cet essai, le BYV est le virus qui cause la plus forte réduction du poids du pivot, avec une diminution de 52 % (figure 1). Les polérovirus entraînent une perte de rendement de 27 %. Les betteraves inoculées par le virus de la mosaïque (BtMV) ont un poids de pivot plus faible que les betteraves saines (de 14 %), mais cette différence n'est pas statistiquement significative. Il n'a pas été observé dans cet essai d'effet additif des virus en cas de multi-infection ; le poids des pivots des betteraves multi-infectées est similaire à celui des betteraves inoculées avec le virus le plus dommageable seul.

Des analyses statistiques supplémentaires sur le poids des pivots n'ont pas mis en évidence d'interactions, positives ou négatives, entre les différents virus, ne révélant à ce point de l'étude aucun effet synergique ou antagoniste entre ces virus.

Ni sur la richesse

La richesse des betteraves en présence du BYV seul diminue de 4 % alors que le BtMV entraîne une augmentation non expliquée de la richesse de 6 % (figure 2). Les polérovirus n'ont pas eu d'impact sur la richesse dans cet essai. La richesse des betteraves

Poids du pivot en fonction du(des) virus inoculé(s) (figure 1)



CHIFFRES CLÉS

52 %

de perte de
poids du
pivot causée
par le BYV.

27 %

de perte de
poids de pivot
causée par les
polérovirus.

4 %

de perte de
richesse causée
par le BYV.

multi-infectées n'est pas différente de la richesse des betteraves saines, quelle que soit la combinaison de virus étudiée.

La multi-infection peut impacter l'accumulation du BYV

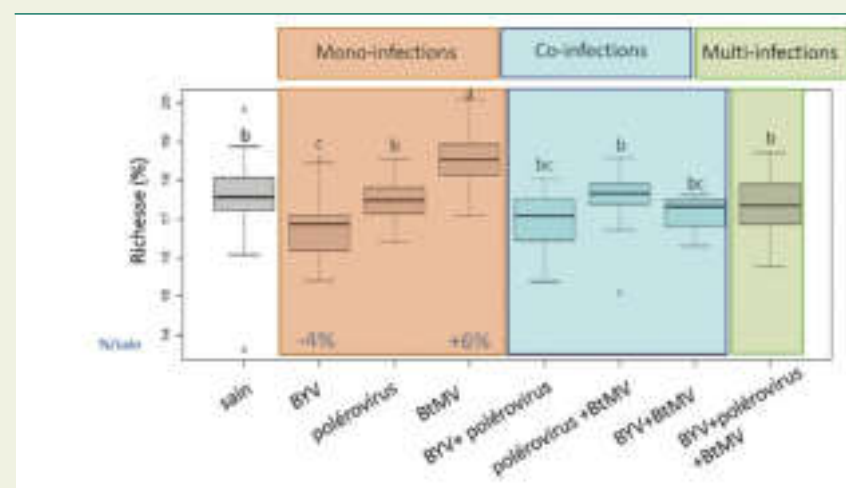
Des tests sérologiques ELISA ont également été réalisés sur les betteraves infectées, permettant d'estimer l'accumulation du BYV en fonction des autres virus présents dans la plante (figure 3). Ainsi, la quantité de BYV est plus importante dans les betteraves multi-infectées que dans les betteraves infectées par le BYV seul. Cette augmentation de l'accumulation du BYV pourrait augmenter l'acquisition du virus par le puceron et ainsi favoriser la dispersion du BYV. Ces essais seront reconduits au champ dès 2022 afin de confirmer les résultats obtenus en 2021. Le nombre de combinaisons de virus testés sera augmenté afin de différencier les polérovirus (BChV et BMV).

Une analyse complète du virome des betteraves

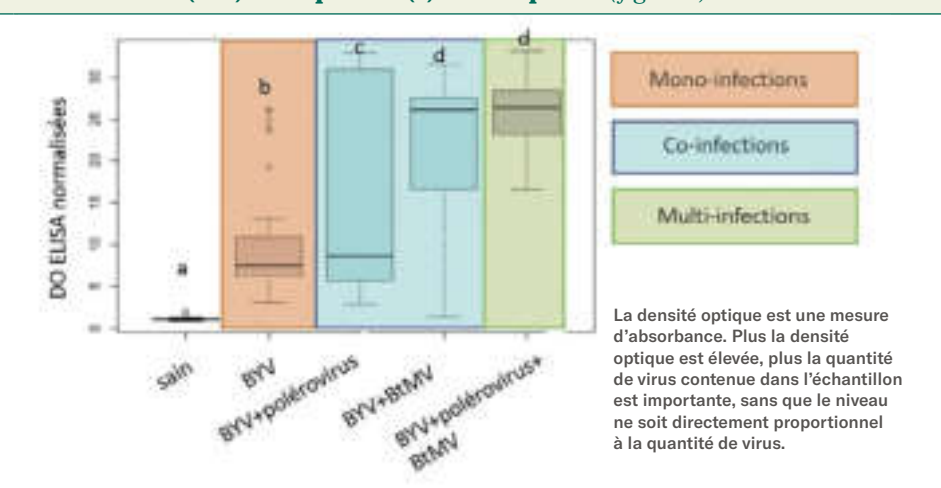
Afin d'identifier la présence d'éventuels virus imprévus, voire encore inconnus, ainsi que des isolats viraux potentiellement peu agressifs, l'équipe de INRAE de Bordeaux a analysé par séquençage haut débit le virome de 28 betteraves prélevées en 2020, toutes infectées, mais présentant ou non des symptômes. Aucun agent viral inattendu n'a été mis en évidence à ce jour. L'absence de symptômes ne semble pas liée à la présence d'isolats viraux particuliers.

Suite en page suivante →

Richesse en sucre en fonction du(des) virus inoculé(s) (figure 2)



Densité optique normalisée du BYV obtenue par un test sérologique ELISA en fonction du(des) virus présent(s) dans la plante (figure 3)



La densité optique est une mesure d'absorbance. Plus la densité optique est élevée, plus la quantité de virus contenue dans l'échantillon est importante, sans que le niveau ne soit directement proportionnel à la quantité de virus.



➡ Betteraves atteintes par la jaunisse. (figure 4)

CHIFFRES CLÉS

28

viromes de betteraves analysés.

0

nouveau virus identifié.

Le terme virome désigne l'ensemble des virus présents dans la plante. L'équipe de virologie de l'Unité mixte de recherche en biologie du fruit et pathologie (UMR BFP) l'a analysé sur des plantes infectées par les virus responsables de la jaunisse présentant, ou non, les symptômes. Cette étude a plusieurs objectifs :

- Comprendre la contribution des différents virus dans la maladie
- Identifier la présence d'éventuels nouveaux virus, au-delà des quatre virus de la jaunisse déjà connus (BYV, BChV, BMYV, BtMV),
- Mettre en évidence des isolats potentiellement peu virulents utilisables dans une approche de protection croisée (assimilable à une vaccination).

Les échantillons collectés en 2020 proviennent de deux parcelles du Loiret, une de l'Aube et une de l'Oise. Les prélèvements ont ciblé des plantes infectées restant non symptomatiques ou ne développant que tardivement des symptômes modérés, ainsi que sur des plantes voisines ayant développé des symptômes sévères. Des tests sérologiques et moléculaires

conduits par INRAE - UMR Santé de la vie et qualité du vin (SVQV), Colmar - ont d'abord permis de rechercher dans ces plantes les quatre virus classiquement associés aux symptômes de jaunisse ou de mosaïque : BYV, BChV, BMYV et BtMV. Les résultats ont permis de sélectionner 14 couples (betteraves non/peu symptomatiques - betteraves symptomatiques) sur lesquels les chercheurs ont réalisé une analyse du virome pour avoir une vision exhaustive des virus présents dans chaque plante analysée, y compris s'agissant de virus nouveaux, encore inconnus. Ils ont mis en évidence un virome relativement pauvre, essentiellement caractérisé par la présence des quatre virus attendus. Le virus de la rhizomanie a été détecté ponctuellement. Deux virus non soupçonnés d'être pathogènes, le *Beet cryptic virus 2* et le *Beet mitovirus 1*, ont également été détectés. Ces premières données ne mettent donc pas en évidence de contribution de nouveaux virus, positive ou négative, vis-à-vis de la jaunisse.

La reconstruction du génome quasi complet des isolats viraux présents dans chacune des plantes a par ailleurs permis d'analyser la diversité génétique des différents virus. Cette diversité est très faible à l'échelle du génome et non corrélée à la symptomatologie des plantes analysées. Cette faible variabilité, même entre plantes provenant de parcelles distantes, suggère des mécanismes efficaces de dispersion à grande échelle des quatre virus déjà connus. En complément, des études seront conduites par l'Institut de biologie moléculaire des plantes du CNRS (IBMP/CNRS) de Strasbourg pour rechercher plus finement si la diversité génétique au niveau de certains gènes viraux pourrait expliquer les variations de symptomatologie. La question de la contribution potentielle des différents virus à la sévérité des symptômes a également été abordée en recherchant une éventuelle corrélation entre l'accumulation des différents virus (calculée à partir des données de séquençage haut débit par

une approche de transcriptomique) et les symptômes exprimés par les plantes analysées. Aucune corrélation évidente n'a été observée pour les virus BChV, BMYV et BtMV mais, de façon remarquable, une très bonne corrélation a été montrée entre le niveau d'accumulation du BYV et la sévérité des symptômes foliaires. Ces observations suggèrent un rôle majeur du BYV dans l'extériorisation de la jaunisse.

Au cours de l'année 2021, les observations de l'ITB ont permis d'identifier de nombreux nouveaux couples de plantes symptomatiques et asymptomatiques dont l'analyse par tests ELISA et RT-PCR est en cours. Ces données permettront de sélectionner les plantes dont le virome sera analysé dans le courant de cette année, afin de valider et d'étendre ces premiers résultats.

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

CE QU'IL FAUT RETENIR



Le BYV et les polérovirus ont causé des diminutions du poids de 52 % et 27 % respectivement.

Les multi-infections n'ont pas conduit à des diminutions du poids racine ou de richesse supérieure aux virus seuls.

L'accumulation du BYV est augmentée en présence d'autres virus.

Aucun nouveau virus n'a été identifié par l'analyse complète du virome. En revanche, le niveau d'accumulation du BYV et la sévérité des symptômes foliaires sont fortement corrélés, ce qui suggère un rôle majeur du BYV dans l'extériorisation de la jaunisse.

DÉVELOPPEMENT DE NOUVEAUX OUTILS DE DÉTECTION

INRAE (UMR SVQV, Colmar) travaille au développement de nouveaux outils de détection des virus dans les plantes et dans les pucerons. Ces outils permettront d'accélérer la recherche de solutions contre la jaunisse de la betterave ou de faciliter le diagnostic au plus près du terrain. Les tests actuels de détections disponibles comportent en effet des limites : les tests sérologiques (ELISA) sont performants pour détecter les virus dans les plantes, mais pas dans les pucerons. De plus, ces analyses ne permettent pas de différencier les deux polérovirus responsables de la jaunisse. Les tests moléculaires (RT-PCR), quant à eux, nécessitent un laboratoire et un équipement assez coûteux et requièrent une étape d'extraction d'ARN. INRAE travaille donc sur une nouvelle technique de détection pour proposer un test plus performant et utilisable au plus proche du champ : la RT-Lamp.



Tests de détection du BChV dans un puceron non virulifère (échantillons 1 et 2) et dans un puceron virulifère (échantillon 3 et 4) avec différentes dilutions de l'échantillon. La coloration jaune signale un échantillon contenant le virus

La RT-Lamp : pour une détection au plus proche du terrain

Cette méthode pourra être utilisée par un panel plus large d'organismes ne disposant pas de laboratoires adaptés à la détection moléculaire ou sérologique des virus. La technique RT-Lamp permettra ainsi un diagnostic précis, rapide, sensible et très abordable. En effet, par rapport à la RT-PCR, cette méthode présente l'avantage d'être aussi sensible, plus rapide, moins coûteuse et de contourner l'étape de purification d'ARN. Contrairement aux tests sérologiques, elle permet de détecter facilement les virus dans les

pucerons. La mise en place de cette technique ne nécessite pas d'appareillage, seul un bain marie thermostaté est nécessaire. Lorsque le virus recherché est présent dans l'échantillon, la solution, initialement rouge, vire au jaune. La méthode a été mise au point et validée pour le BChV et le BYV dans les plantes et les pucerons et pour le BtMV dans les plantes uniquement. Les expérimentations se poursuivent pour tenter de détecter le BtMV dans les pucerons. Appliquée spécifiquement au BMYV, cette technique offrirait la possibilité de différencier le BChV du BMYV, ce qui représenterait une avancée technique majeure.

