

Protéger les cultures avec des micro-doses de sucres

Février 2017

Les sucres jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement des plantes notamment dans sa préparation à résister à différents stress biotiques et/ou abiotiques. C'est le concept de Sweet Immunity ou défense liée aux sucres. Ce concept novateur est à la base de travaux menés pour trouver des solutions alternatives aux produits phytosanitaires chimiques. Les projets USAGE (2012-2014) puis récemment SWEET (2016-2019) visent à comprendre les voies de défenses activées dans la plante et à tester des applications foliaires d'infra-doses de sucres sur les plantes pour renforcer et accélérer le processus de Sweet Immunity. L'objectif global est d'associer des sucres avec des doses réduites d'intrants et de faire homologuer ces sucres comme substance de base (comme ce fut le cas pour le saccharose en 2014). Cette technique est testée sur différents couples bioagresseurs/cultures : pyrale/maïs, carpocapse/pommier et plus récemment taupin/maïs ou encore bruche/féverole.

Les mécanismes en jeu

▪ Les sucres solubles, des molécules importantes pour les plantes

Les sucres (glucose, fructose, saccharose, raffinose...) sont des molécules indispensables pour le fonctionnement des plantes en tant que source d'énergie et de carbone. Ces molécules sont présentes à la surface des plantes et sont véhiculées par la voie cuticulaire entre les tissus de la plante et sa surface. Leur quantité varie en fonction de l'heure de la journée, de l'âge de la feuille, de la physiologie de la plante et de l'espèce végétale considérée. Leurs rôles sont multiples : intégration d'éléments internes et externes, maintien à niveau de constantes caractéristiques nutritionnelles, gestion des processus hormonaux de croissance et développement ou encore réponse aux stress biotiques et/ou abiotiques. Ainsi, des centaines de gènes sont régulées par les sucres.

▪ Le concept de Sweet Immunity.

Le concept de Sweet Immunity ou défense liée aux sucres est basée sur l'hypothèse que les sucres jouent un rôle dans la préparation de la plante à résister à différents stress en intervenant à différents moments.

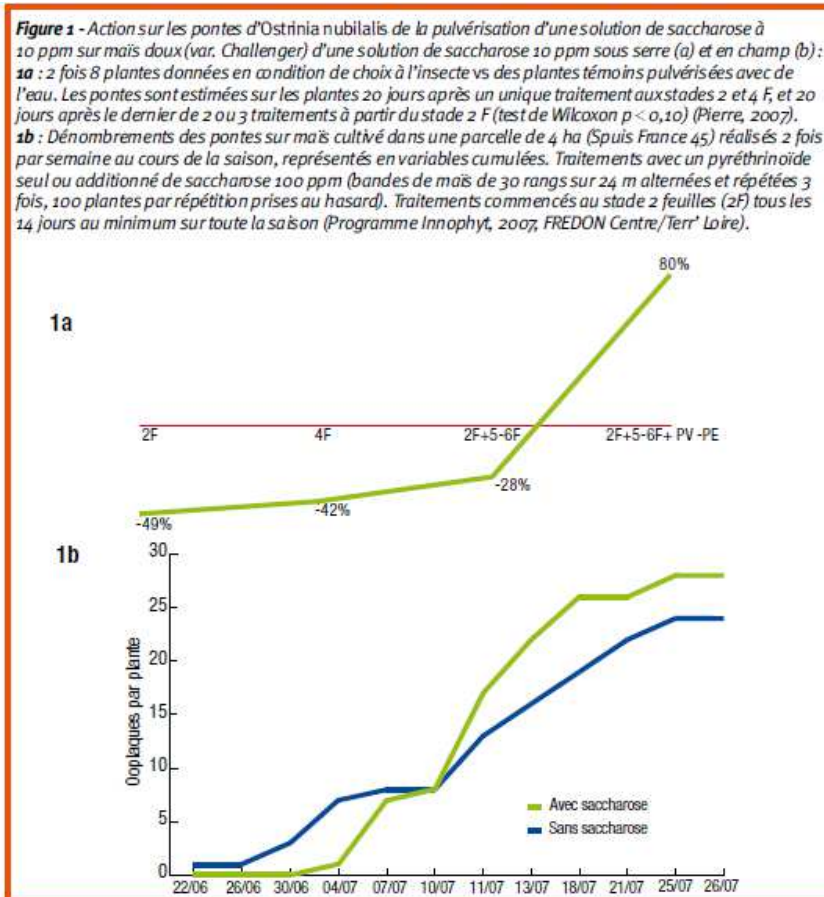
Tout d'abord, au moment de la reconnaissance de la plante par le bioagresseur. Ainsi, les insectes sélectionnent leur plante hôte en évitant les plantes défavorables. Dans le cas des lépidoptères, cette reconnaissance puis le dépôt des œufs passent par la perception par contact des sucres solubles en surface. L'application exogène de sucres en infra-doses pourrait modifier la relation plante-insecte. Pour les autres bioagresseurs, les sucres interviennent également dans les voies de signalisation des attaques. Ils déclencheraient des signaux à la surface des feuilles, signaux ensuite transmis dans toute la plante. C'est notamment le cas de « la voie du fructose », particulièrement active dans cette induction.

Il reste de nombreux travaux à mener pour comprendre les mécanismes impliqués. L'étude des phénomènes se complexifie lorsqu'on considère les séquences induites en cascade au cours du temps, selon la plante, son stade de développement et ses différents sites.

Des exemples d'applications potentielles issus du projet USAGE

- **Effet du saccharose sur la pyrale du maïs : une réduction de 20% des dégâts pour les essais au champ sur maïs doux.**

Des essais ont été menés par l'INRA de Versailles sur la pulvérisation foliaire d'infra-doses de sucres sur la pyrale du maïs. La reconnaissance de la plante en tant qu'hôte et la ponte des œufs sur les feuilles par les femelles de la pyrale sont influencées par la composition en métabolites primaires (dont les sucres) à la surface des feuilles.



Des infra-doses (entre 0,1 et 1ppm) de différents sucres ont été testées d'abord sous serre : pulvérisation des plantes le matin, mise au contact des plantes à une trentaine d'insectes de chaque sexe puis comptage des pontes le lendemain matin. Seules les solutions de saccharose et de D-fructose respectivement à 10 ppm et 0,1 ppm ont eu un effet sur l'insecte et ceci après 20 jours. Des effets systémiques de réduction de la ponte de 30 et 43 % respectivement ont été observés sur l'ensemble de la plante. Un 3^{ème} traitement augmente les pontes de 80% mais perturbe le comportement des femelles. Ces dernières vont pondre sur les faces supérieures des feuilles moins propices au développement des œufs (intensité rayonnements solaires et exposition aux intempéries).

Source Phytoma 2011

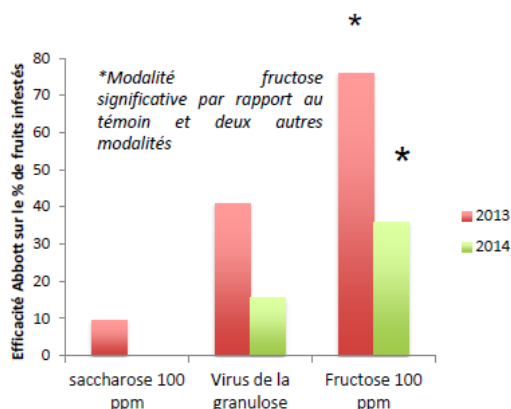
Le bas du graphique montre les résultats d'un essai au champ. L'essai confirme l'inversion d'effets sur les pontes entre les stades végétatifs et reproducteurs. Dans les parcelles traitées au saccharose, les pontes, plus tardives et plus petites ont donc potentiellement moins de chenilles. Sur un échantillon de 25 cannes de maïs par modalité à la récolte, on observe pour la modalité « traitement insecticide additionné de 100 ppm de saccharose » une réduction de 20% des dégâts totaux à la récolte et une absence de dégâts sur l'épi principal contre 8% sur le maïs traité avec la modalité « insecticide seul ».

- **Effet de différents sucres contre le carpocapse des pommes : une efficacité entre 36 et 76%**

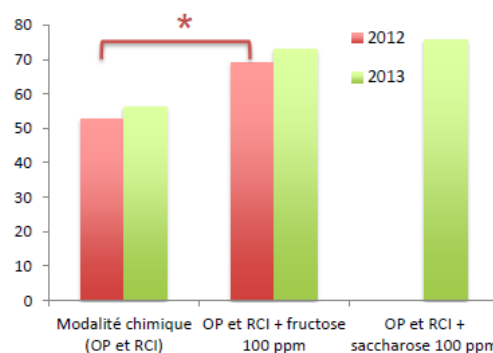
Cydia pomonella L. est considéré comme l'insecte causant le plus de dégâts en verger de pommiers. Parmi les méthodes biologiques, le virus de la granulose et la confusion sexuelle sont les plus utilisées mais souvent ne suffisent pas à maîtriser les infestations. Différents essais ont été menés et démontrent l'intérêt de ces pulvérisations. C'est d'autant plus dans le cadre de la protection intégrée (cf graphique ci dessous) avec une efficacité supplémentaire +35% à la modalité chimique seule.

Efficacité du fructose 100 ppm contre le carpocapse des pommes

En AB



En PFI



Efficacité de 36 à 76%

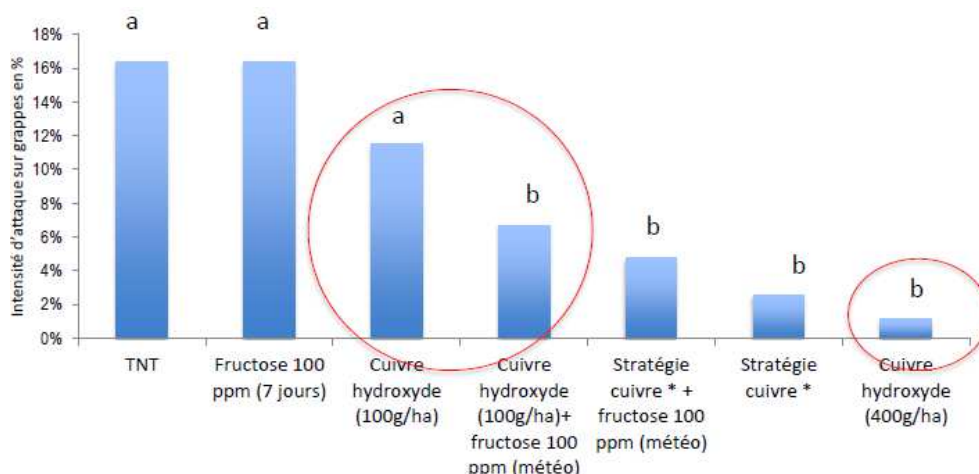
Efficacité supplémentaire par rapport à la modalité chimique seule

Source ARNAULT I.

- Effet du fructose contre le mildiou de la vigne : une réduction importante de la dose de cuivre

La vigne est fortement consommatrice de fongicides pour lutter contre les maladies notamment le mildiou. Après 3 ans d'expériences dans le cadre d'USAGE, des pistes intéressantes ont été dégagées avec l'utilisation de fructose 100 ppm associé à des doses réduites d'hydroxyde de cuivre.

Le fructose à 100 ppm associé à du cuivre en dose réduite 100g/ha est aussi efficace que la modalité avec la référence cuivre en dose habituelle (400g/ha).



Source ARNAULT I.

En protection raisonnée, les résultats sont plus contrastés en fonction des années. En 2012 (année à pression modérée), le traitement associant le fructose avec les fongicides réduits est plus efficace que le traitement avec les fongicides seuls et a tendance à être plus efficace que les fongicides seuls à dose réduite. L'année 2013 (année à forte pression) n'a pas confirmé ces résultats.

Les perspectives de recherche reposant sur le concept Sweet Immunity

▪ Tester des doses plus élevées et le mélange fructose/saccharose

Le projet Sweet se décline en 4 objectifs :

- (1) dégager les facteurs et indicateurs d'efficacité de l'application des sucres,
- (2) élucider les voies de défenses activées dans le végétal,
- (3) tester les applications des sucres dans les itinéraires techniques afin d'augmenter les efficacités existantes ou de réduire les doses d'intrants
- (4) homologuer les sucres en substances de bas, valoriser et diffuser les résultats

Les travaux 2017 concernent l'homogénéisation des doses dans les protocoles d'essais. De plus, un effet dose ayant été constaté dans de nombreux essais, les équipes vont tester des doses plus élevées de sucres supérieures à 100 ppm. Enfin, le mélange fructose/saccharose va également être testé.

▪ Travailler sur de nouveaux couples bioagresseurs/cultures

Parmi les couples étudiés actuellement, on retrouve notamment pour les grandes cultures :

- couple taupin/maïs
- couple cécidomyie/blé
- le couple bruche/féverole

Pour ce dernier, le Cerfrance Normandie Maine a réalisé des essais en 2016 (dossier Agro Perspectives décembre 2016). Les premiers résultats montrent que le fructose aurait un impact négatif sur les bruches. Des travaux vont être reconduits en 2017.

La pulvérisation foliaire d'infra-doses de sucres induit une réaction de la plante se traduisant par une résistance de celle-ci face aux bioagresseurs. C'est le concept de Sweet Immunity qui se manifeste à la fois avant l'attaque, au moment de la reconnaissance de l'hôte par l'agresseur à la surface des feuilles et lors de l'attaque par l'activation de voies de défenses dans la plante (hors insectes).

L'idée travaillée au travers du projet Sweet est d'utiliser la pulvérisation d'infra-doses pour abaisser les seuils de populations de bioagresseurs à des seuils plus faciles à combattre ou en dessous de seuils économiques. Cette approche s'insère dans une démarche de protection intégrée en vue de réduire l'usage de produits chimiques mais également en agriculture biologique pour réduire des produits comme le cuivre.

A terme, c'est également une voie de recherche pour la sélection variétale car ces effets de résistance sont spécifiques du couple variété de plante/bioagresseur. Les sélectionneurs pourraient, grâce à la connaissance des mécanismes et gènes concernés, créer des variétés dont la résistance serait accrue.

Bibliographie :

ARNAULT I. et al, 2015. Utilisation de micro-doses de sucres en protection des plantes. Innovations Agronomiques 46, p1-10. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

DERRIDJ S. et al, 2011. Les sucres solubles, une opportunité pour l'agriculture durable ? PHYTOMA n°640 p10-14.