

LES STIMULATEURS DE DÉFENSE DES PLANTES : LE CAS DU POMMIER

Par Marie-Noëlle Brisset

Forcer la plante à déclencher des réponses immunitaires face à l'agression d'un champignon, d'une bactérie ou d'un insecte est le rôle d'une nouvelle génération d'intrants : les stimulateurs de défense des plantes ou SDP. Marie-Noëlle Brisset nous présente le cas sur pommier.

Une plante attaquée résiste si ses récepteurs perçoivent cette agression. Elle déclenche alors ses défenses, ou réponses immunitaires innées, constituées à la fois de barrières chimiques (composés à action antimicrobienne ou insecticide) et physiques (renforcement des parois cellulaires). Dans certains cas, l'agresseur (champignon, bactérie, insecte...) réussit à passer inaperçu et les mécanismes de défenses ne sont pas déclenchés : la plante est sensible et la maladie peut se développer. L'application de stimulateurs de défense des plantes (ou SDP) vise à compenser cette défaillance en forçant la plante à déclencher ses réponses immunitaires, soit directement après traitement (on parle de stimulateurs directs) soit seulement après une agression ultérieure (on parle de potentialisateurs).

Ces produits constituent donc une nouvelle génération d'intrants pour la protection des cultures. Par rapport aux pesticides, ils présentent un désavantage certain - une efficacité partielle - mais de nombreux avantages :

- 1) la plupart n'ont pas d'activité biocide directe contre les bioagresseurs, ni plus généralement contre la flore et la faune ;
- 2) ils sont susceptibles de protéger contre une gamme de bioagresseurs de la culture visée, car l'éventail de défenses activées n'est pas spécifique d'un bioagresseur donné ;
- 3) la probabilité qu'ils sélectionnent des résistances chez l'agresseur est faible, vue la diversité des défenses activées ;
- 4) leur origine est souvent naturelle : extraits ou composés purifiés d'organismes divers, ou même microorganismes non pathogènes vivants, censés être reconnus par la plante comme le « non-soi » ; cependant ce peut être aussi des



LE FEU BACTÉRIEN SUR POMMIER : UNE MALADIE QUI POURRAIT BÉNÉFICIER DES SPD - © DR

molécules synthétiques, qui agissent directement sur les défenses, en aval de la perception.

L'offre actuelle de produits revendiquant ou suggérant une propriété « SDP » est abondante. Mais force est de constater que leur efficacité en protection des cultures est décevante. Deux raisons expliquent ce constat : le manque de méthodes standards de laboratoire pour cribler les SDP les plus performants et la difficulté de leur utilisation au champ lié au fait que, contrairement aux pesticides, ils font intervenir la plante comme un partenaire actif.

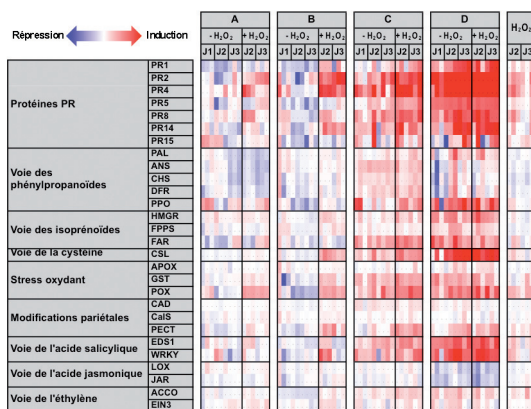
— CRIBLAGE DES SDP EN LABORATOIRE —



JEUNES PLANTULES DE POMMIERS DESTINÉES À TESTER LES SPD - © DR

Ce travail peut réduire de manière considérable le nombre de produits à tester au champ, dans des expérimentations qui sont particulièrement difficiles et coûteuses pour une culture pérenne comme le pommier. Une stratégie standard a donc été mise au point, avec en 1^{er} crible l'évaluation de la capacité des produits à réellement stimuler les défenses du pommier, puis en 2nde crible leur efficacité de protection contre 3 bioagresseurs majeurs du verger. L'ensemble de ces tests a été réalisé sur jeunes plantules de pommier.

Évaluation de la capacité à stimuler des défenses



NIVEAUX D'EXPRESSION DES 28 MARQUEURS DE DÉFENSE DANS DES PLANTULES DE POMMIERS TRAITÉES AVEC 4 SDP CANDIDATS PAR RAPPORT À DES PLANTULES TRAITÉES À L'EAU. A : PRODUIT SANS EFFET ; B : PRODUIT À EFFET POTENTIALISATEUR ; C : PRODUIT À EFFETS DIRECT ET POTENTIALISATEUR ; D : PRODUIT À EFFET DIRECT.

Les défenses des plantes sont très variées et régulées de manière complexe. Mettre au point une méthode d'analyse à coût modéré implique un choix dans les marqueurs de défense. Ce choix doit être réfléchi pour éviter d'éliminer des produits jugés à tort sans effet. Une combinaison de 28 marqueurs répartis dans différentes classes de défenses très conservées chez les plantes a ainsi été sélectionnée, avec l'hypothèse qu'il n'existe pas de réponses de défenses stimulables indépendamment de cette combinaison. Un kit moléculaire a été créé et breveté : nommé qPFD pour « Puce Faible Densité quantitative », il est prêt à l'emploi pour l'analyse simultanée de ces 28 marqueurs dans un échantillon de plante, par une technique de biologie moléculaire appelée RT-qPCR.

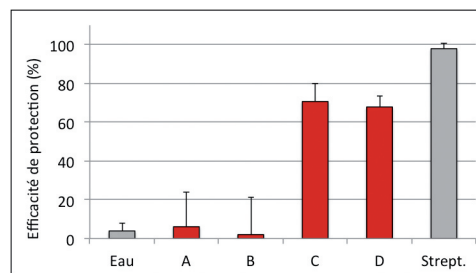
Une méthodologie standard lui est associée. Les plantules sont traitées avec les SDP candidats (ou de l'eau) puis pour moitié, pulvérisées le lendemain avec du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂, eau oxygénée) pour mimer l'attaque d'un bioagresseur (et différencier ainsi stimulateurs

directs de potentialisateurs). Les tissus sont prélevés sur une cinétique de 3 jours après traitement, puis analysés. L'activation (ou la répression) des 28 marqueurs de défense dans les plantes traitées avec des SDP par rapport aux plantes traitées à l'eau est présentée sous forme de matrice colorée, chaque cellule du tableau étant le résultat d'un marqueur dans un échantillon.

Évaluation de la capacité à protéger contre des bioagresseurs

Des tests de protection vis-à-vis d'une bactérie (*Erwinia amylovora*, agent du feu bactérien), d'un champignon (*Venturia inaequalis*, agent de la tavelure) et d'un puceron (le puceron cendré ou *Dysaphis plantaginea*) sont réalisés en traitant les plantules avec les SDP sélectionnés (ou de l'eau) puis en les inoculant (ou infestant) quelques jours après avec l'agent pathogène.

Le développement des symptômes 2 à 3 semaines après, permet d'établir une efficacité de protection. Elle n'est jamais du même niveau que celle obtenue avec des pesticides classiques mais peut dépasser les 50 %.



EFFICACITÉ DE PROTECTION DES 4 SDP CANDIDATS A, B, C, D COMPARÉS À L'EAU ET À LA STREPTOMYCINE, BACTÉRICIDE DE RÉFÉRENCE, SUR PLANTULES 3 SEMAINES APRÈS INOCULATION PAR *ERWINIA AMYLOVORA*, AGENT DU FEU BACTÉRIEN.

— FONCTIONNEMENT DES SDP EN VERGER —

Le constat actuel est qu'il reste difficile d'induire une résistance significative et répétable au verger, même avec un « vrai » SDP sélectionné en laboratoire. De nombreuses questions restent encore à résoudre pour optimiser l'utilisation de ces produits en conditions naturelles.

Le partenaire végétal

Des résultats obtenus en laboratoire avec de « vrais » SDP sur une gamme réduite de variétés de pommier démontrent que le niveau de défenses atteint après traitement diffère selon la variété. La persistance d'action aussi est souvent peu connue, dans les tissus présents au moment de l'application mais aussi dans les tissus se développant après, les organes jeunes étant les plus réceptifs aux maladies et

ravageurs. Approfondir les connaissances sur la réaction du partenaire végétal permettra d'identifier les variétés les plus aptes à la protection par un SDP, et de préconiser des cadences de traitements.

Les conditions environnementales

Les SDP sollicitent dans la plante un réseau de régulation très complexe qui lui permet de réagir à des stress divers, biotiques comme abiotiques. Sur le terrain, ce réseau est naturellement bien plus sollicité qu'en conditions contrôlées pour répondre aux multiples contraintes environnementales, et l'application d'un SDP peut passer « inaperçue » si la plante est trop fortement stressée par son environnement. Il est probable que l'utilisation des SDP s'accompagnera de recommandations sur les conditions à éviter ou au contraire à privilégier, dès que les travaux de recherche auront progressé dans le domaine.

Les méthodes d'application

Elles déterminent la quantité et la couverture du produit délivré à la surface de la plante et interviennent probablement dans la différence d'efficacité observée entre laboratoire et terrain. L'utilisation de papier hydro-sensible positionné à différentes hauteurs d'un arbre confirme l'existence d'un gradient d'application avec certains pulvérisateurs en verger. Or un fort effet dose a été démontré en laboratoire pour les SDP. La méthode d'application est donc certainement un levier technique essentiel pour améliorer l'efficacité au champ de ces nouveaux produits.

L'intégration dans les itinéraires techniques

Même si les questions précédentes étaient résolues, l'intégration des SDP dans les itinéraires techniques du verger n'est pas évidente. Le problème majeur reste que les SDP n'ont qu'une efficacité partielle, et ne pourront donc totalement remplacer les 20 traitements pesticides minimum effectués chaque année pour obtenir des fruits « zéro défauts ». La question de leur intégration dans les itinéraires techniques devient alors : quel(s) traitement(s) conventionnel(s) remplacer par des traitements SDP, comment les positionner et à quelle fréquence ? Et une question subsidiaire reste encore ouverte : les autres intrants - pesticides, régulateurs, fertilisants - peuvent-ils avoir un effet additif ou au contraire antagoniste ? Ce sont des questions travaillées à l'heure actuelle. Quelques résultats récents de protection vis-à-vis de la tavelure sont très encourageants, mais les cadences de traitement sont encore très (trop) élevées.



PUCERON SUR POMMIER : LES SDP NE POURRONT PAS REMPLACER TOTALEMENT LES TRAITEMENTS PESTICIDES - © DR



DES TESTS CONTRE LA TAVELURE MONTRENT UNE CERTAINES EFFICACITÉ DES SDP © DR

— VERS UNE MEILLEURE CONNAISSANCE DES SPD —

La mise en œuvre des SDP en verger reste donc délicate. L'amélioration des connaissances devrait contribuer dans un avenir proche à préciser les recommandations de leur utilisation en conditions naturelles pour une meilleure expression de l'indiscutable potentiel de certains d'entre eux mis en évidence au laboratoire.

La recherche sur les SDP n'est bien sûr pas réservée au pommier : elle est très active en France avec un échange horizontal « inter-filière » et vertical « labo-terrain » permanent grâce à la création récente de 2 réseaux : le RMT Elicitra (comprendre, développer & promouvoir les stratégies de défense des plantes) incluant des acteurs de la recherche, du développement et de la formation, et le réseau INDRES (induction de résistance) plus académique.