

INFLUENCE DU NIVEAU DE LA FERTILISATION AZOTEE SUR L'EFFICACITE DES SDP

Camille Verly^(1,2), Marie-Emmanuelle Saint-Macary⁽³⁾, Alia Dellagi⁽¹⁾, Loïc Rajjou⁽¹⁾, Chloe Vanniere⁽³⁾, Frédéric Giraud⁽²⁾

(1) Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB), UMR 1318 INRA-AgroParisTech, ERL CNRS 3559 - Université Paris-Saclay, LabEx SPS, RD10, F-78026 Versailles,

(2) Staphyt-Service L&G / BIOTEAM, Av François Magendie, 33650 Martillac, France

(3) Staphyt - BIOTEAM, La Paluzette, Route des Mas 34590 Marsillargues, France

Dans le contexte de la diminution d'utilisation des intrants, les **Stimulateurs de Défense des Plantes (SDP)** sont une alternative prometteuse aux produits phytosanitaires conventionnels. Ces SDP sont des produits innovants capables d'activer les voies naturelles de défense des plantes impliquant les phytohormones, Acide Salicylique (SA) ou Acide Jasmonique (JA), et d'induire une protection contre des agents pathogènes. **Cependant leur efficacité reste aléatoire au champ.**

Il a été démontré que le niveau de nutrition azotée joue un rôle important dans l'établissement des défenses après infection par un agent pathogène (bactéries, champignons et insectes phytopathogènes). **La fertilisation azotée apparait donc comme étant potentiellement un facteur clé pouvant influencer sur l'efficacité des SDP.** Ce facteur est-il un des leviers majeurs pouvant expliquer la variabilité d'efficacité constatée au champ ? Faut-il inclure ce paramètre dans la stratégie d'utilisation et d'optimisation de l'efficacité de ces SDP ?

Afin de répondre à ces questions, 3 approches complémentaires et transversales ont été appliquées : les deux premières, en conditions contrôlées et la troisième en conditions opérationnelles de production.

Au laboratoire, la plante modèle *Arabidopsis thaliana* (dicotylédone) a été utilisée. Les plantes ont été cultivées en terre dans des conditions de carence azotée (2 mM de nitrate), de nutrition azotée optimale (10 mM de nitrate) ou de sur-fertilisation azotée (26 mM de nitrate). Les plantes ont ensuite été traitées soit avec un SDP activant la voie de défense dépendante de l'acide salicylique (le Bion[®]), soit avec un SDP activant la voie dépendante de l'acide jasmonique (le méthyl-jasmonate ou Me-JA). L'impact du niveau de fertilisation azotée sur la stimulation de ces systèmes de défense a pu être mesuré par deux approches correspondant à deux niveaux biologiques différents.

La **première approche** a consisté à quantifier l'**expression de gènes marqueurs** spécifiques de chacune des 2 voies de défense (figure 1).

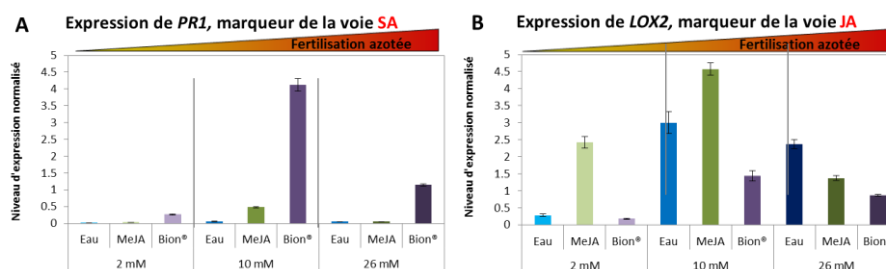


Figure 1 : Impact de la fertilisation azotée sur l'expression des gènes PR1 et LOX2 représentatifs des voies SA et JA, 48 h après l'application de SDP (Bion[®] et MeJA). A : niveau de transcription normalisé du gène PR1. B : niveau de transcription normalisé du gène LOX2. Les barres d'erreur représentent l'écart-type de trois réplicats techniques.

L'expression du gène PR1 représentatif de la voie SA augmente après le traitement au Bion[®] et l'expression du gène LOX2 représentatif de la voie JA augmente après le traitement au Me-JA. Le maximum d'induction de ces gènes se situe à l'optimum nutritionnel (10 mM de nitrate), quelle que soit la voie de défense impliquée.

La **deuxième approche** a consisté à mesurer le **niveau de protection** induit par ces SDP face à une bactérie phytopathogène, *Dickeya dadantii* et selon le niveau de fertilisation azotée (figure 2).

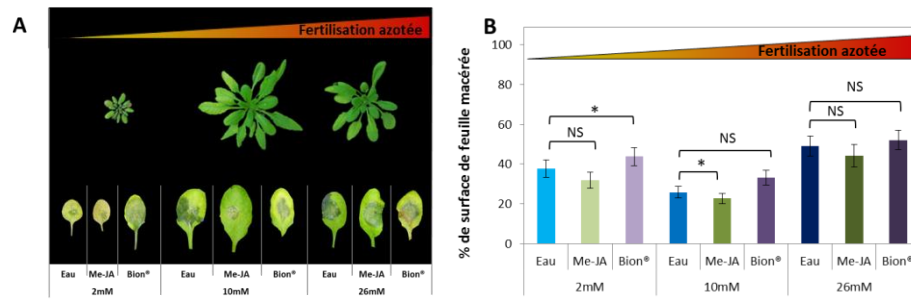


Figure 2 : Impact de la fertilisation azotée sur la protection contre la bactérie pathogène *Dickeya dadantii* 48 h après l'application de SDP (Bion® et MeJA). A : Photographies de plantes d'*A. thaliana* sous les trois régimes de fertilisation et des symptômes représentatifs de chaque condition. B: Pourcentage de macération de la surface foliaire. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard (n=32 feuilles x 4 expérimentations biologiques) et les astérisques, une différence significative entre les échantillons, avec $p < 0,05$ (T test).

Le traitement au Bion® provoque une augmentation de la maladie, uniquement en condition de carence azotée. Le traitement au MeJA induit une diminution de la maladie (protection), uniquement en condition de nutrition optimale en nitrates.

Au champ, le modèle blé (monocotylédone) a été utilisé. Les plantes ont été cultivées dans des conditions de carence azotée (0 unité de nitrate), ou de nutrition azotée optimale (200 unités de nitrate). Les plantes ont ensuite été traitées avec du Bion®.

La **troisième approche** a consisté à mesurer l'impact du niveau de fertilisation azotée sur l'efficacité de ce SDP, en évaluant le **niveau de protection** induit face à deux agents phytopathogènes (champignons) différents : *Septoria tritici* (l'agent responsable de la septoriose) et *Puccinia striiformis tritici* (l'agent responsable de la rouille jaune), par la quantification de l'intensité des symptômes (figure 3).

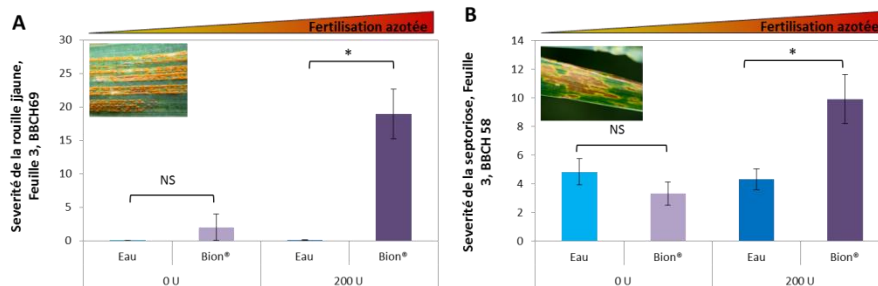


Figure 3 : Impact de la fertilisation azotée sur l'effet du Bion® sur les interactions entre le blé et *Septoria tritici* (septoriose) ou *Puccinia striiformis tritici* (rouille jaune). A: Sévérité des symptômes de rouille jaune. B: Sévérité des symptômes de septoriose. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard (n = 25 feuilles x 4 expérimentations biologiques) et les astérisques, une différence significative, $p < 0,05$ (T test).

Le traitement au Bion® provoque une augmentation de l'intensité des deux maladies, uniquement en condition de fertilisation.

Nos résultats ont donc démontré que le niveau de fertilisation azotée influence sur l'efficacité des SDP, et ce, autant au niveau moléculaire par efficacité de l'induction des gènes de défense qu'au niveau de la protection effective contre des agents pathogènes. Ces résultats soulignent donc l'importance de maîtriser le niveau de fertilisation dans le cadre de l'utilisation de SDP.

La fertilisation azotée est donc un levier majeur à prendre en compte pour le développement ou l'utilisation de SDP.