

Rédigé en juillet 2024

Auteurs :

Marie France Corio Costet (INRAE)

Antonin Galien (Greencell)

Audrey Herbinet (Lhoist)

Vers plus de compréhension du fonctionnement des biostimulants Nanéos® sur vigne

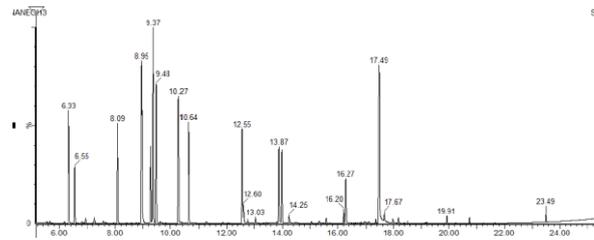
Un travail de thèse dirigée par Marie France Corio Costet, de l'INRAE de Bordeaux et menée par Enora Bodin, « Effets de phytostimulants sur les réponses aux stress biotiques et abiotiques de Vitis vinifera : stimulateur de défenses vs. Biostimulants », a permis d'apporter a posteriori des éléments de réponses sur les mécanismes de défense contre les stress abiotiques déclenchés après une pulvérisation de biostimulants Nanéos® ou Nanéos®NPZn. Une plongée passionnante dans la chimie végétale qui, à l'issue de 3 années d'expérimentation, a mis en évidence plusieurs phénomènes dont l'activation de la voie d'assimilation de l'azote et l'augmentation de l'expression des gènes codant pour les défenses par la voie oxydative.



1- Une mine de métabolites actifs

*Les biostimulants Nanéos® sont des solutions de nutriments minéraux, apportés par l'entreprise Lhoist, combinées à la célèbre algue *Ascophyllum nodosum* et aux métabolites extraits à froid de la culture *Nannochloropsis oculata* par la société Greensea.*

Une analyse métabolomique réalisée à l'université d'Avignon a mis en lumière l'extrême richesse de la composition de la base de la gamme Nanéos®. Des chromatographies en phase gazeuse ont identifié de façon semi quantitative plus de 81 métabolites.



Parmi ces molécules quelques-unes sont remarquables pour les plantes :

- L'**acide pipécolique** reconnu pour ses vertus de défense contre les stress abiotiques. Il a été repéré depuis 2012 pour son implication dans la Résistance Systémique Acquise (SAR) et du priming, en complément du salicylate. De nombreux travaux ont permis d'établir son mode d'action : il s'agit du précurseur d'une forme hormonale active, le N-hydroxypipécolate (NHP), qui est le signal mobile de la SAR, se propageant des tissus infectés vers les tissus sains où il déclenche la synthèse de salicylate et l'ensemble des réponses de défense systémiques.
- L'**acide salicylique** : molécule de défense, Résistance Systémique Acquise (SAR), réputée pour être une phytohormone de signalisation importante pour les réponses aux stress et particulièrement impliquée dans l'immunité végétale.
- Les nombreux acides aminés (18 au total) permettent une bonne nutrition des plantes. Certains, comme la **proline**, agissent contre le stress hydrique, le stress salin et les attaques de R.O.S. (Reactive Oxygen Species) dont les radicaux libres.
- L'**auxine**, sûrement l'hormone la plus connue chez les végétaux, indispensable à la croissance des plantes (notamment racinaire), intervient dans la division cellulaire, dans la signalisation et dans le déclenchement de la floraison.
- Les **Cytokinines**, des phytohormones indispensables également au développement cellulaire des plantes. En présence d'auxine, elles favorisent la division cellulaire, l'augmentation de la taille des feuilles, la ramification des feuilles, la différenciation des bourgeons. Mais elles sont généralement inhibitrices de la rhizogenèse et de l'élongation des tiges.

2- Des effets mis en évidence par l'activation des gènes

Dans le cadre des études de l'INRAE de Bordeaux, 258 gènes de *Vitis vinifera* ont été suivis avec les puces Néovigen et Biostim avec la méthode de q-RT-PCR à haut débit. L'analyse globale (Figure 1) montre que les traitements avec Nanéos® NPZn ou Nanéos®base conduisent à la modulation de nombreux gènes de régulation des stress abiotiques.

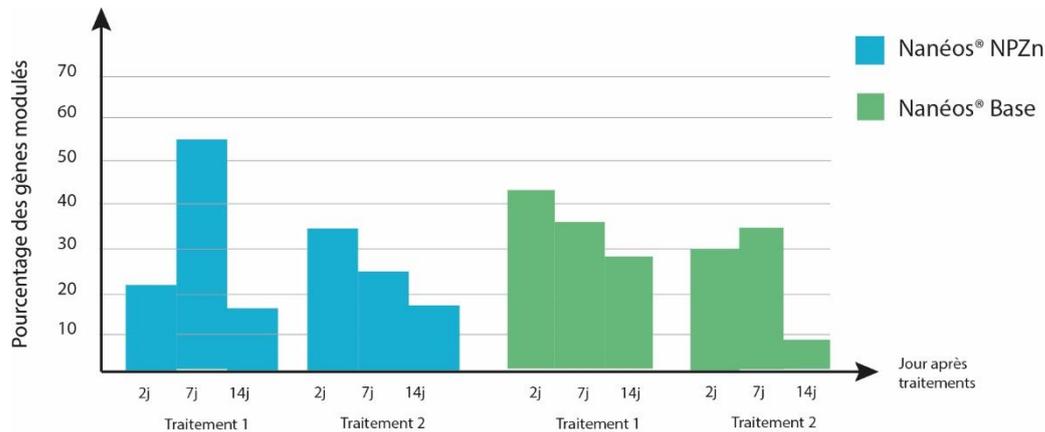


Figure 1 : Evolution du pourcentage de gènes modulés à 2, 7, 14 JPT1 et 2, 7, 14 JPT2 jours après les traitements, dans les feuilles. (Source : Inrae)

2.1- Principales tendances observées sur la croissance de la vigne :

- Les produits *Nanéos*®, surtout *Nanéos*® base favorisent l'expression des gènes impliqués dans le métabolisme des **gibbérellines** (*VvGA20x*, *VvGAI*),

Les traitements avec les produits *Nanéos*® favoriseraient l'expression de gènes impliqués dans la *multiplication* et/ou *l'élongation cellulaire* (*VvCESA*, *VvCyp51*, *VvHMGR2*), et des gènes impliqués dans la biosynthèse de la **cuticule** (*VvCER2*, *VvKSC*).

2.2- Principales réponses aux stress abiotiques :

- Les gènes de la voie de biosynthèse des polyphénols (*VvPAL*, des stilbènes (*VvSTS*) et des flavonoïdes et anthocyanes (*VvCHS*, *VvLDOX*, *VvCHI*, *VvDFR*) sont généralement modulés et surexprimés après traitement avec les produits *Nanéos*®,
- Un gène *VvFLS1*, qui code pour la synthèse de la quercétine (polyphénol, flavonoïde) serait spécifique de l'action des produits *Nanéos*®,
- Les gènes de défenses, type PR protéines sont surexprimés après un traitement avec *Nanéos*® (des **chitinases** (*VvPR3*, *VvPR4*) et *VvPR10*, *VvPR5*) avec une intensité plus forte dans *Nanéos*®NPZn,
- La voie de l'acide salicylique semble modulée par un traitement avec *Nanéos*®,
- Les gènes d'oxydo-réduction sont fortement modulés avec les produits *Nanéos*®, dont les gènes *VvGST1*, *VvGST2*, ainsi que des peroxydases ou superoxyde dismutase (*VvPOD*, *VvPER*, *VvAPOX*, *VvFSD1*). Les produits *Nanéos*® pourraient exercer un effet de priming sur les réponses au stress, après un stress thermique,
- *Nanéos*®NPZn module la voie des isoprénoïdes (répression de *VvHMGR2*) et favorise les triterpènes (β -amyrine, *VvBAS*).
- Les produits *Nanéos*®, sous stress thermique favorisent la division plastidiale et l'activité photosynthétique (photorespiration, PS II),

- Les produits Nanéos® modulent la glycolyse en situation de stress et la ressource carbonée dans le temps en situation de carence, ainsi que les mouvements aqueux intracellulaires (homéostasie ionique)
- Les produits Nanéos® semblent activer la synthèse d'acide abscissique (ABA) en surexprimant les gènes VvABA2 et VvCOQ6,
- Nanéos® base module tous les gènes d'aquaporines impliqués dans les transports d'eau, de CO₂, de bore et de molécules (PIP 2, PIP1, XIP)

2.3-Des effets sur la voie d'assimilation de l'azote

- Les produits Nanéos® favorisent la surexpression de gènes impliqués dans le métabolisme d'acides aminés (VvALAT, Vv Gogat) (Figure 3)

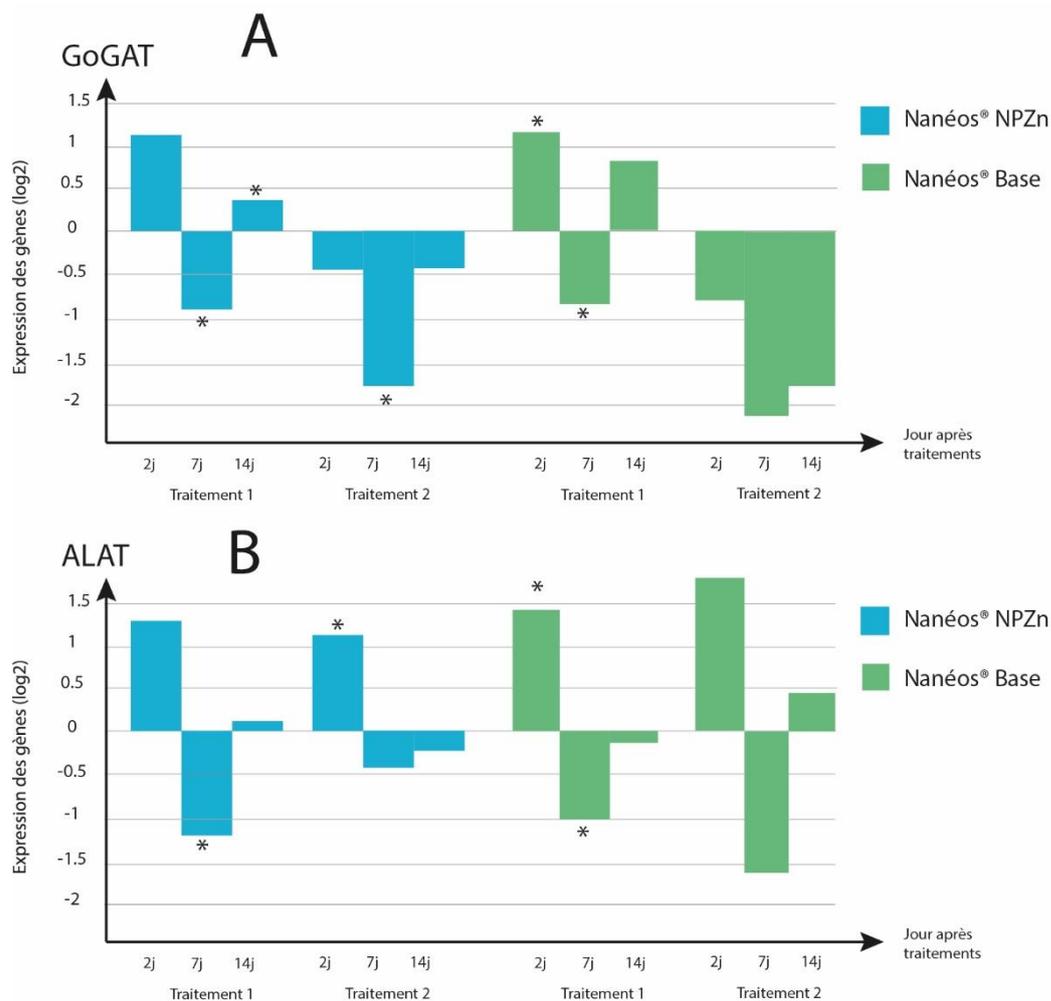


Figure 2 : Expressions relatives (par rapport aux plants témoins de chaque temps) de quelques gènes impliqués le métabolisme des acides aminés, exprimés en Log2. (A) glutamine synthase; (B). Les astérisques représentent les différences statistiques par rapport au témoin (P ≤ 0,05). (Source : INRAE)

- Les produits Nanéos® modulent de nombreux gènes de l'homéostasie ionique, en particulier celles du Fer (VvBTS), du cuivre (VvTPC1, VvCDS1) et du Zinc (VvZip2),
- Le gène de la biosynthèse de la tyrosine est surexprimé dans les feuilles traitées avec Nanéos® VvTyrat,
- Les produits Nanéos® conduisent à des modulations spécifiques des gènes du métabolisme azoté (Nir, NR) ((Figure 3), de la galactinol synthase (GOLS), des aquaporines.

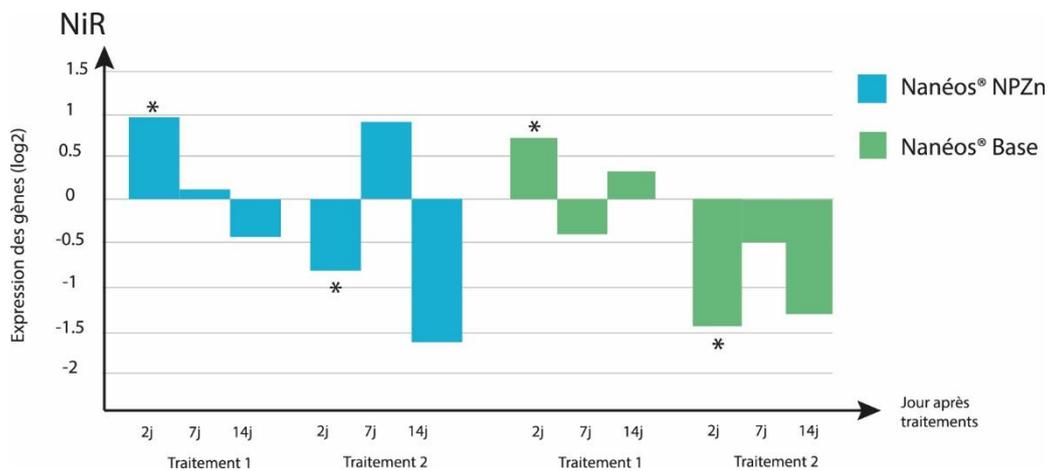


Figure 3 : Expressions relatives (par rapport aux plants témoins de chaque temps) de quelques gènes impliqués le métabolisme azoté, exprimés en Log2. Nitrite réductase. Les astérisques représentent les différences statistiques par rapport au témoin ($P \leq 0,05$). (Source : Inrae)

2.4-Des effets sur la production de sucres

- Nanéos® base conduit à la surexpression de gènes du métabolisme des sucres, plutôt le cycle des trioses-phosphates, cycle de Calvin et du tréhalose (VvHT5, VvT6PP, VvPK).

3- Résultats aux vignobles

- Nanéos® base en améliorant l'état métabolique de la plante semble aussi participer à la stimulation de défenses de la vigne, puisque l'efficacité contre *Plasmopara viticola* (agent du mildiou) augmente 7 jours après un ou deux traitements, et permet d'observer une diminution de la taille des nécroses dues à un botryosphaeriacea impliqué dans dépérissement (1 ou 2 traitements précoces),
- Au vignoble, un essai sur des plants peu vigoureux montre que Nanéos® associé à des produits utilisés en agriculture biologique pourrait améliorer sensiblement l'efficacité des produits contre le mildiou sur grappes, voire l'oïdium, selon le cépage.

En conclusion les produits Nanéos® sont d'excellents anti-oxydants et régulateurs de l'homéostasie ionique et permettent à la vigne de répondre à des stress abiotiques et limitent ainsi les carences nutritionnelles.