

La biologie des flashes UV-C

En quelques mots

- L'exposition des plantes au procédé UV Boosting entraîne une activation temporaire forte des gènes de défense contre les pathogènes.
- Les plantes préalablement soumises au procédé UV Boosting activent leurs gènes de défense de manière plus forte et plus durable lors de l'agression par un agent pathogène.
- Les plantes traitées avec le procédé UV Boosting accumulent des précurseurs de composés antimicrobiens.
- La résistance accrue des plantes contre les pathogènes grâce au procédé UV Boosting est due au fait que les UV-C provoquent la production d'acide salicylique par les plantes, ce qui agit comme un signal d'activation des défenses.
- Les stimulations par les traitements UV Boosting entraînent une potentialisation des défenses permettant à la plante de se défendre plus rapidement et plus agressivement lorsqu'elle est attaquée par un microorganisme pathogène.

UV Boosting a développé une technique de stimulation des plantes basée sur plus de 7 années de recherche. Pour mieux comprendre comment l'application de flashes UV-C peut stimuler les défenses naturelles des plantes, nous avons caractérisé la nature des effets de nos traitements aux niveaux moléculaires et cellulaires.

Les UV-C

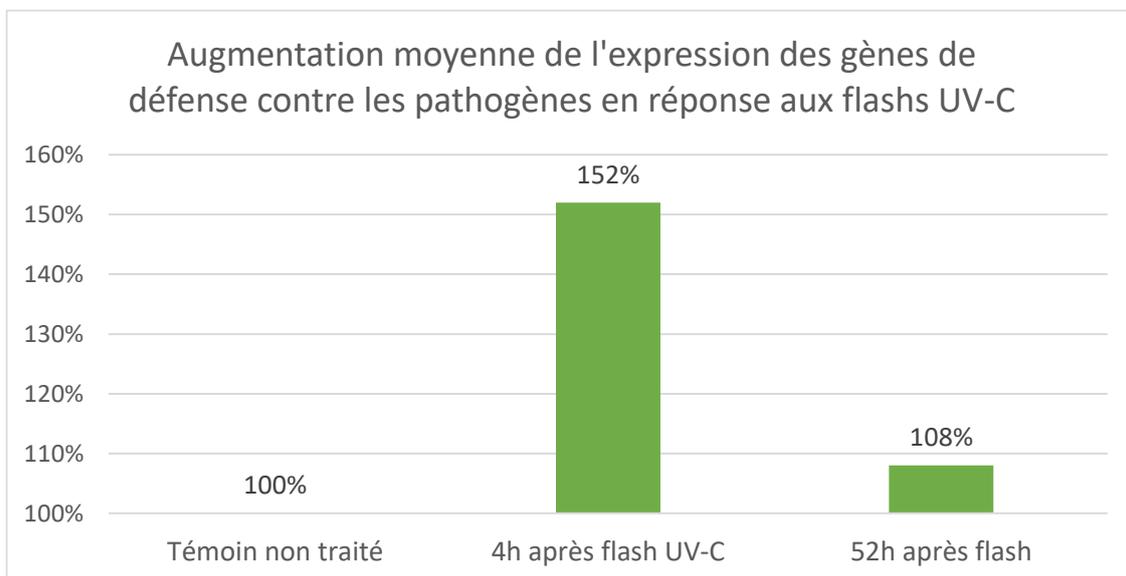
Le soleil émet une lumière visible et invisible. Parmi les différents types de lumière invisible (infrarouges et rayons X par exemple), on trouve le rayonnement ultraviolet plus communément appelé UV. On distingue trois types de rayonnement UV selon leur longueur d'onde : les UV-A, B et C. Les UV-C émis par le soleil sont complètement filtrés par la couche d'ozone qui recouvre notre planète et ne touchent donc jamais la surface de la Terre. Mais la couche d'ozone n'a pas toujours été présente et les premiers organismes chlorophylliens, ancêtres des plantes terrestres, ont pu être exposés à ce rayonnement. UV Boosting a découvert qu'une exposition contrôlée aux UV-C permet de stimuler les défenses des plantes contre les pathogènes.

Les gènes de défenses

Tous les organismes vivants de notre planète possèdent de l'ADN. Cet ADN contient toutes les informations nécessaires à un organisme vivant, de sa naissance à sa mort. Ces informations, organisées en gènes, sont exprimées dans les cellules et permettent notamment aux plantes de se défendre contre les microorganismes omniprésents autour d'elles. Les plantes possèdent en elles des armes efficaces pour se défendre contre les microorganismes pathogènes causant les maladies. Des expériences menées par UV Boosting ont permis de quantifier l'expression de ces gènes en réponses aux flashes UV-C et aux pathogènes. Voici ce que nous avons découvert :

Les flashes UV-C stimulent l'expression des gènes de défenses contre les maladies et les pathogènes de manière temporaire.

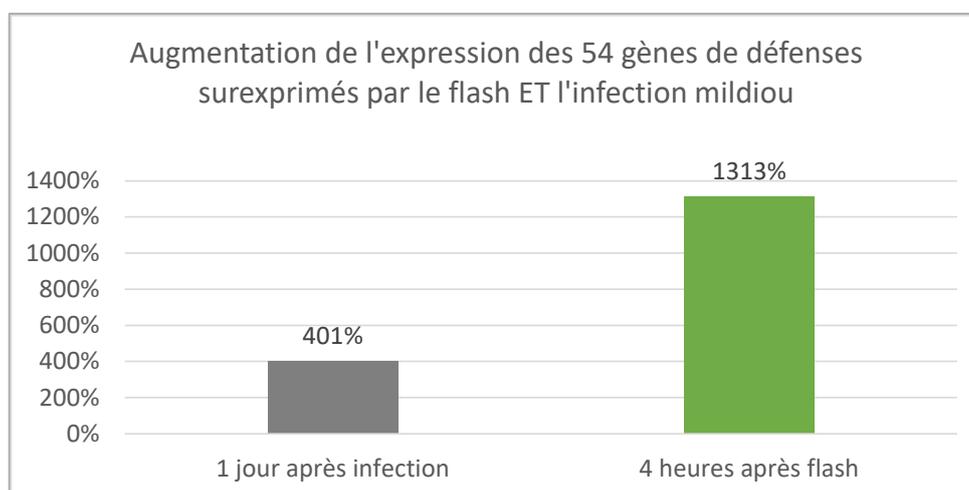
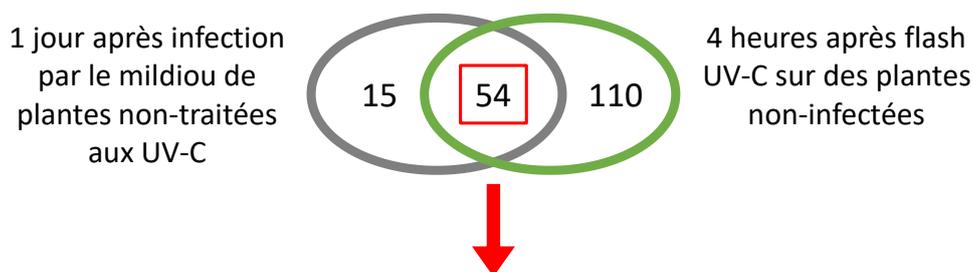
Expériences sur la vigne



Une stimulation optimale des défenses de la plantes est obtenue après seulement deux traitements UV Boosting. Lorsque la stimulation atteint cet optimum, quatre heures après un flash UV-C, l'expression moyenne des 542 gènes de défense contre les pathogènes que nous avons identifié chez la vigne augmente de 52% par rapport à des plantes non traitées. Deux jours plus tard, cette expression moyenne est quasiment revenue à la normale avec une augmentation de seulement 8%.

Les flashes UV-C activent l'expression d'un très grand nombre de gènes normalement exprimés lorsqu'un microorganisme essaie de coloniser une plante et provoque une maladie.

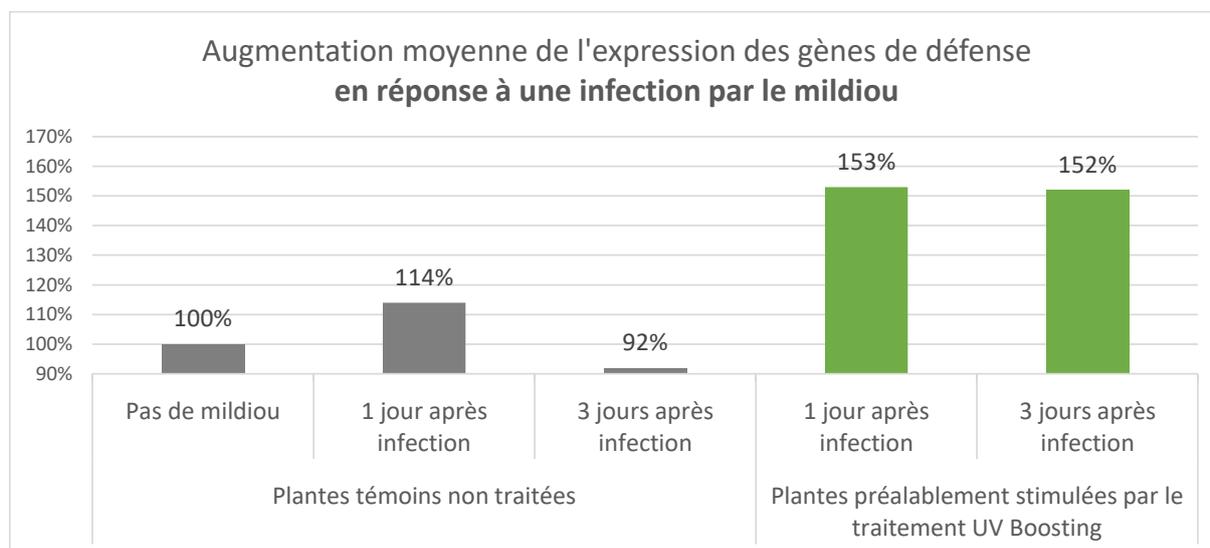
Gènes de défense dont l'expression est au moins doublée par rapport au témoin non traité



Parmi les gènes de défense, certains sont plus exprimés que d'autres en réponse à une infection par un pathogène : certains gènes voient leur expression doublée ou plus. On peut dire de ces gènes qu'ils sont surexprimés en réponse à l'infection.

- Nous avons identifié les gènes de défense de la vigne surexprimés en réponse à une infection par le mildiou et les avons comparés aux gènes surexprimés en réponse aux flashes UV-C.
- Plus de 78 % des gènes de défense surexprimés dans des plantes témoins infectées par le mildiou sont également surexprimés par le traitement UV Boosting (54 sur 69 gènes).
- De plus, l'expression moyenne des 54 gènes communs est de 400 % dans les plantes témoins infectées et de 1300 % en réponse au flash.

Les plantes traitées aux flashes UV-C expriment leurs gènes de défenses contre les pathogènes de manière plus forte et plus durable en cas de maladie.



Lors de l'infection par un pathogène (ici le mildiou de la vigne), la plante exprime ses gènes de défense pour lutter contre la maladie et la progression du pathogène. L'augmentation de l'expression des gènes de défense dans des plantes témoins est de 14 % le lendemain d'une infection et diminue au cours du temps pour arriver à un niveau inférieur aux plantes non infectées de 8 % trois jours après infection. Des plantes préalablement stimulées par le traitement UV Boosting montrent une augmentation de 53 % de l'expression moyenne de leurs gènes de défense le lendemain et 52 % trois jours après infection.

- **Les plantes traitées avec des flashes UV-C se défendent donc plus rapidement, plus efficacement et plus durablement contre une infection par un pathogène.**

Cette activation particulièrement importante des gènes de défense en réponse à l'infection chez les plantes ayant été soumises au procédé UV Boosting est due à **la potentialisation de leur défense grâce aux flashes UV-C**. En effet, lorsqu'une plante est infectée par un pathogène, elle sera capable d'exprimer ses gènes de défense plus efficacement lorsque ces derniers ont déjà été exprimés préalablement grâce au procédé UV Boosting.

Production de composés phénoliques en réponse au traitement UV Boosting et leurs rôles dans la défense contre les maladies

Lorsqu'une plante est infectée, elle fait plus qu'exprimer ses gènes de défenses : elle peut produire ce qu'on appelle des phytoalexines. Les phytoalexines sont des composés qui s'accumulent dans les tissus infectés et aident la plante à se défendre contre les microorganismes qui causent la maladie. Parmi les phytoalexines, on trouve des composés phénoliques tels que les stilbènes et les flavonoïdes. Les voies de biosynthèse de ces composés sont partiellement connues et les analyses que nous avons réalisées montrent que ces voies sont activées par le traitement UV Boosting.

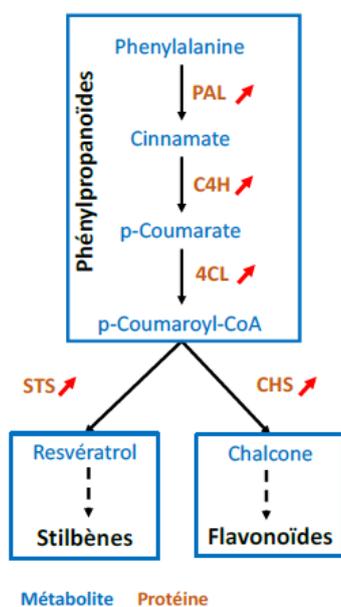
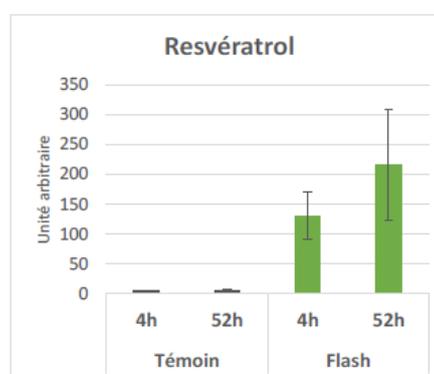


Schéma de la voie de biosynthèse des stilbènes et des flavonoïdes à partir de la phénylalanine.

Une flèche rouge indique une augmentation des protéines (ou de l'expression du gène correspondant) de la voie de biosynthèse.



Dosage du resvératrol dans des feuilles de vigne.

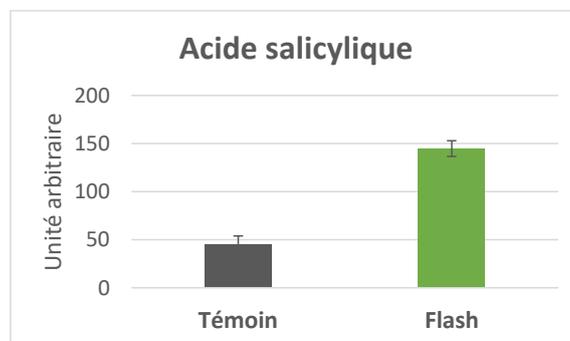
Le resvératrol, précurseur des stilbènes, s'accumule en réponse au traitement UV Boosting. Ce dosage a été réalisé sur 3 échantillons pour chaque modalité. Barres d'erreur : erreur standard sur les trois dosages.

Le resvératrol est le précurseur de la voie des stilbènes, c'est-à-dire que ce composé sera transformé par des protéines pour donner tous les composés de cette famille. Certains composés de la famille des stilbènes, comme la viniférine et le ptérostilbène, sont connus pour avoir un effet inhibiteur direct sur la croissance des microorganismes. Lorsqu'une plante est stimulée par le traitement UV Boosting, elle accumule le précurseur resvératrol. **Cette accumulation permet à la plante de synthétiser des composés antimicrobiens plus rapidement en cas d'infection, permettant ainsi de limiter les dégâts sur la culture.**

Si la qualité du vin est influencée par sa teneur en polyphénols, il est important de noter qu'aucune différence au niveau des quantités de polyphénols dans les moûts n'a été trouvée lors de nos essais en vignoble, montrant que les effets du traitement sur l'augmentation des composés phénoliques sont temporaires.

Comment ça fonctionne ?

Le traitement UV Boosting entraîne la production d'acide salicylique. L'acide salicylique, parfois appelé « aspirine végétale », est une hormone dont l'accumulation chez les plantes agit comme un signal d'activation de leurs défenses contre les pathogènes.



Le traitement UV Boosting entraîne sa production par les plantes, ce qui provoque une activation temporaire de leurs gènes de défense et l'accumulation des précurseurs de phytoalexines.

Perspectives d'optimisation et nouvelles applications

Les équipes d'UV Boosting continuent de travailler pour améliorer l'intégration de notre procédé dans vos itinéraires techniques.

➤ Cadences d'application

Les recommandations actuelles sont de traiter tous les 10 jours. **La réduction des cadences de traitement est une préoccupation importante** de nos clients et donc, d'UV Boosting. Dans cette optique, nous évaluons les limites maximales des fréquences de traitement pour obtenir une protection optimale des cultures. Les deux premiers traitements sont primordiaux pour obtenir une protection optimale mais les applications suivantes ne sont que des rappels pour la plante. Nous déterminons actuellement à quel point ces rappels peuvent être espacés dans le temps tout en gardant une protection optimale des cultures.

De la même manière qu'il peut être conseillé de **réaliser certains traitements** phytosanitaires **en fonction d'évènements contaminateurs**, nous évaluons la possibilité d'appliquer le même principe aux traitements UV Boosting pour une protection encore plus efficaces des cultures.

➤ Effets synergiques avec différentes stratégies biocontrôles

Pour nos clients voulant encore réduire leur impact sur l'environnement, nous testons actuellement les effets de **l'utilisation du procédé UV Boosting en l'associant avec différentes stratégies biocontrôles**. Maintenant que nous connaissons bien les effets des flashes UV-C sur la biologie des plantes, nous sommes à la recherche de combinaisons synergiques avec les flashes UV-C.