

**IMPLICATION DU MÉTABOLISME OXYDATIF DANS LE MÉCANISME DE
DÉBOURREMENT DES BOURGEONS AXILLAIRES CHEZ LE ROSIER BUISSON
(ROSA 'RADRAZZ')**

Thèse d'Alexis **PORCHER**¹

Analysée par Jean-François **BRIAT**²

Directeur de thèse : Alain **VIAN**, Professeur, Institut de Recherche en Horticulture et Semences (UMR 1345)

Co-directeur de thèse : Jérémy **LOTHIER**, Maître de Conférences, Institut de Recherche en Horticulture et Semences (UMR 1345)

Encadrant : Vincent **GUÉRIN**, Ingénieur de recherche, Institut de Recherche en Horticulture et Semences (UMR 1345)

Fin 2017, 3308 horticulteurs et pépiniéristes étaient en activité en France métropolitaine, représentant un chiffre d'affaires « horticole » de 1417 millions d'euros HT, pour une surface globale en culture de 16 152 hectares, dont 1570 hectares couverts en serres et tunnels et 2009 hectares de plates-formes hors sol. Ce secteur particulier de l'agriculture concerne 18274 emplois directs en équivalent temps plein, dont 10 605 emplois salariés permanents (source : https://www.valhor.fr/fileadmin/AValhor/Valhor_PDF/Etudes_Chiffres_cles_FAM_2019.pdf)

La même année le marché des fleurs en France se montait à environ 1 milliard d'euros. Toutefois, 85 % des fleurs coupées achetées par les Français proviennent de l'étranger (Colombie, Kenya, Ethiopie, Israël, Equateur et Chine) et, dans neuf cas sur dix, elles ont transité par les Pays-Bas, plaque tournante de l'horticulture, qui représente 60 % du marché mondial. (source : <https://www.lafinancepourtous.com/decryptages/entreprise/secteurs-dactivites/marche-des-fleurs-tout-nest-pas-rose/>)

Toute amélioration technologique dans ce secteur peut donc contribuer à une amélioration de la compétitivité de cette filière au niveau national, et la recherche amont peut y jouer un rôle important.

¹ Thèse de doctorat de l'Université d'Angers, École doctorale n° 600 Ecologie, Géosciences, Agronomie et Alimentation, Spécialité de doctorat: Physiologie Végétale, Unité de recherche: Université d'Angers, Institut de Recherche en Horticulture et Semences (IRHS), UMR 1345 : INRAe, IRHS, AgroCampus Ouest, Référent : Université d'Angers, présentée et soutenue à Angers, le 11/12/2020.

² Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, section 5 « Interactions milieux-êtres vivants ».

En effet, **le contrôle de l'architecture des plantes constitue un caractère agronomique majeur pour la sélection des plantes ornementales et leur ramification en est un paramètre essentiel. La thèse de Monsieur PORCHER s'inscrit dans cette thématique. A ce titre, elle est en parfaite adéquation avec certains domaines d'intérêt pour notre Académie, liés à la connaissance des mécanismes du vivant pour améliorer la production agricole, tant sur le plan économique qu'environnemental.** Elle mérite donc de recevoir l'attention de notre confrérie.

Le modèle d'étude choisit par Mr PORCHER est le rosier et l'objectif principal de sa thèse a été de mieux comprendre le rôle des espèces réactives de l'oxygène (ROS), notamment le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), comme molécule signal dans le phénomène de la dominance apicale. De nombreux facteurs sont impliqués dans la régulation de la ramification des plantes. Depuis la théorie classique de la dominance apicale développée dans les années 1930, de grandes avancées ont été réalisées au cours des vingt dernières années avec la découverte des strigolactones ou, plus récemment, le rôle prépondérant des sucres comme molécules signal dans la dominance apicale. Il n'y a eu, en revanche, que très peu d'études sur l'importance des ROS dans ces phénomènes. Ce travail de thèse est donc particulièrement original et novateur.

Deux systèmes expérimentaux ont été utilisés par Mr PORCHER : un système plante, issu de bouturage et composé d'un axe primaire terminé par un bourgeon floral terminal, et un système *in vitro* de nœuds portant un bourgeon axillaire. Le système plante a permis de suivre dans le bourgeon axillaire, après décapitation de l'apex, de nombreux paramètres liés au métabolisme oxydatif. La validation de l'importance de certains paramètres par application de composés ou d'inhibiteurs dans le milieu de culture a été obtenue avec le système *in vitro*. Ces deux dispositifs expérimentaux ont été utilisés pour réaliser un très grand nombre d'expériences permettant des analyses très variées, incluant la quantification de transcrits de gènes marqueurs, la quantification de composés divers (H₂O₂, glutathion, sucres, nucléotides) et la mesure d'activités enzymatiques.

Le mémoire de thèse est construit classiquement. Il commence par une introduction générale décrivant la structure des bourgeons, les différentes étapes du débourrement ainsi que les facteurs impliqués dans la régulation de ces étapes de développement. La deuxième partie de l'introduction passe en revue les principaux acteurs du métabolisme oxydatif de la cellule : métabolisme et mécanismes de détoxification des ROS, ainsi que leurs rôles dans l'établissement de l'architecture aérienne de la plante. L'importance de la lumière dans les mécanismes de débourrement des bourgeons et son interaction avec le métabolisme oxydatif sont particulièrement bien soulignées.

La deuxième partie du manuscrit présente le matériel et les méthodes utilisés. Il s'agit d'un chapitre rigoureux et très bien documenté, très utile pour la compréhension du travail expérimental réalisé. Il rendra sans aucun doute service aux chercheurs et étudiants s'engageant à l'avenir dans ce type de recherche, en mettant à leur disposition des protocoles robustes.

Les résultats des travaux de Mr PORCHER sont présentés dans trois chapitres. Dans le premier, il démontre l'implication du métabolisme oxydatif dans le processus de débourrement du bourgeon axillaire après décapitation. La validation de l'importance de l'homéostasie oxydative sur le processus de débourrement est ensuite obtenue *in vitro* par l'application d'H₂O₂ et d'un inhibiteur de synthèse du glutathion sur des bourgeons isolés. La qualité de ces résultats a été reconnue par la publication d'un article dans "Annals of Botany" dont Mr PORCHER est premier auteur.

Dans le deuxième chapitre de résultats, l'implication du métabolisme oxydatif dans le processus de photocontrôle du débourrement chez le rosier est analysée. L'observation qu'à l'obscurité la dégradation de l'H₂O₂ dans les bourgeons est inhibée est tout à fait intéressante car elle peut expliquer la répression du débourrement à l'obscurité. De plus, Mr PORCHER montre que les cytokinines (CK) augmentent les niveaux de glutathion dans les bourgeons, ainsi que l'expression

des gènes codant des enzymes du cycle ascorbate - glutathion impliqué dans la détoxification de l'H₂O₂. Il observe ensuite, logiquement, que l'inhibition de la synthèse de glutathion empêche les CK de stimuler le débourrement du bourgeon. Ces résultats suggèrent donc que les CK agissent *via* le glutathion pour induire le débourrement du bourgeon chez le rosier. Ces découvertes très originales ont fait l'objet d'une seconde publication dans « Plant Physiology » dans laquelle Mr PORCHER est également premier auteur.

Le troisième chapitre de résultats étudie l'implication du métabolisme énergétique dans le processus de débourrement des bourgeons. Les résultats obtenus indiquent que les diminutions des concentrations en ATP à l'obscurité ne dépendent pas de l'oxydase alternative mitochondriale, une enzyme détournant le flux d'électrons de la chaîne respiratoire conduisant à une réduction de la production d'ATP. Une quantification des sucres dans le bourgeon et le nœud portant ce bourgeon complète cette étude du métabolisme énergétique. Un article est soumis sur cette dernière partie des résultats.

La thèse de Mr PORCHER s'achève par une discussion de l'ensemble des résultats en regard des travaux déjà publiés. Des perspectives sont également proposées pour mieux intégrer le métabolisme oxydatif et le métabolisme énergétique dans les modèles déjà établis du contrôle de la ramification, en particulier chez les plantes annuelles.

En conclusion, comme le souligne l'un des rapporteurs, les résultats de Mr PORCHER montrent, de façon très convaincante, l'intérêt de prendre en compte le métabolisme oxydatif du bourgeon axillaire pour mieux comprendre les mécanismes mis en jeu dans le contrôle de la ramification. En ce sens, c'est une étape importante dans l'intégration du métabolisme oxydatif dans les modèles du contrôle du débourrement du bourgeon et / ou de son maintien à l'état dormant.

La qualité scientifique de ce travail de thèse, original et novateur, et les prolongements proposés, justifient que cette analyse figure sur le site de l'Académie, à titre de valorisation.