

OFFRE DE THESE DE DOCTORAT

« Dynamique de la conductance mésophyllienne sous stress oxydant chez le Peuplier : mécanismes biochimiques et conséquences fonctionnelles sur la photosynthèse »

Contexte : Face aux changements du climat et à la dégradation de la qualité de l'air, les arbres subissent des pressions environnementales de plus en plus intenses et fréquentes. Parmi ces menaces, l'ozone troposphérique (O_3) émerge comme un stress oxydant majeur, capable d'altérer profondément l'assimilation photosynthétique et de compromettre le stockage du carbone par les plantes. La photosynthèse, processus vital pour la productivité et survie des écosystèmes, est régulée par des mécanismes complexes.

Si les limitations stomatiques et biochimiques ont été largement étudiées, un acteur plus récent s'impose aussi comme un facteur clé limitant la capacité photosynthétique : la conductance mésophyllienne (g_m). Cette conductance, qui représente la facilité avec laquelle le CO_2 diffuse des espaces intercellulaires vers les sites de carboxylation dans le stroma, est reconnue comme un déterminant majeur et dynamique de l'assimilation photosynthétique (Flexas et al., 2012). Bien que g_m varie considérablement entre les espèces, les arbres affichent, en moyenne, des valeurs particulièrement faibles. De plus, g_m varie en réponse à des contraintes environnementales diverses (lumière, température, sécheresse), parfois à court ou à long terme (Ubierna et al., 2017), faisant de g_m un levier déterminant de la croissance et de l'adaptation aux stress.

Nos précédents travaux ont révélé une forte diminution (jusqu'à 65 %) de g_m chez le peuplier euraméricain soumis à un stress oxydant chronique (3 semaines) (Joffe et al., 2022). Cette diminution résulte notamment de modifications anatomiques (Joffe et al., 2024) qui, *in fine*, se traduit par une baisse de la disponibilité en CO_2 autour de la Rubisco (Gago et al., 2020). Par ailleurs, des mécanismes biochimiques rapides, impliquant notamment les anhydrases carboniques et/ou les aquaporines, pourraient jouer un rôle clé dans cette régulation. A ce jour, la dynamique de g_m en réponse à une contrainte oxydante et les mécanismes biochimiques soutenant cette réponse demeurent toutefois inexplorés.

Objectifs et hypothèses : L'objectif principal de cette thèse est d'étudier la dynamique de g_m en réponse à un stress oxydant induit par l'ozone. Afin de répondre à cet objectif, trois questions scientifiques encore inexplorées de la littérature seront testées :

- Q1. Quelle est la dynamique temporelle de g_m lors d'un stress oxydant et quelle en est la contribution relative à la limitation de l'assimilation du carbone ?
- Q2. Quelle(s) déterminant(s) biochimique(s) supportent cette dynamique ?
- Q3. Les altérations anatomiques ou biochimiques de g_m induites par une contrainte oxydante affectent-elles la plasticité de la photosynthèse ?

Méthodologies : Pour répondre à ces questions, cette thèse s'appuiera sur une approche intégrée combinant des mesures (éco)physiologiques, biochimiques, anatomiques et -omiques. Les travaux seront réalisés en conditions contrôlées sur un modèle d'étude ligneux : le peuplier (*Populus × canadensis* Moench). Le(la) candidat(e) assurera notamment le suivi de g_m via la mesure d'échanges gazeux, de fluorescence chlorophyllienne et/ou d'isotopie et l'analyse biochimique

de marqueur redox. Le(La) doctorant(e) bénéficiera en outre de dispositifs de fumigation unique disponibles au sein de la plateforme PEPLor (<https://peplor.univ-lorraine.fr>) et des technologies et compétences des plateformes ASIA (<https://a2f.univ-lorraine.fr/asia/>) et SILVATECH (<https://silvatech.isc.inrae.fr>). Une collaboration avec Tiina Tosens (Estonian University of Life Sciences) pourra être envisagée afin d'observer et modéliser les changements structuraux et anatomiques liés à g_m .

Retombées attendues : Cette thèse apportera une compréhension mécanistique de la régulation redox de g_m et, plus largement, de la dynamique conjointe des limitations de la photosynthèse sous stress oxydant. Elle permettra en outre d'identifier des marqueurs cellulaires clés soutenant une efficacité photosynthétique élevée et dont la dynamique intrinsèque confère une meilleure résilience aux contraintes de l'environnement.

Profil du candidat

Titulaire d'un master 2 ou d'un diplôme d'ingénieur (ou équivalent) en (éco)physiologie végétale ou biologie végétale, ou dans un domaine connexe. Une expérience en (éco)physiologie végétale, biologie moléculaire ou biochimie, avec une appétence pour les approches interdisciplinaires, sera un atout. Une expérience en mesures physiologiques de la photosynthèse ou du stress oxydant sera appréciée. Maîtrise de l'anglais scientifique souhaitée.

Qualités recherchées : curiosité scientifique, autonomie et rigueur, motivation pour un projet interdisciplinaire

Pour candidater

1. Envoyer votre candidature par email à anthony.gandin@univ-lorraine.fr et miquel.nadal-nadal@inrae.fr avec les documents suivant joints :

- Lettre de motivation et CV détaillé incluant les contacts de 1-2 références
- Les notes obtenues au diplôme de Master ou Ingénieur, et la copie du diplôme (le cas échéant)

Et

2. déposer votre candidature sur le site de l'école doctorale : <https://doctorat.univ-lorraine.fr/fr/les-ecoles-doctorales/sirena/offres-de-these/cd-dynamique-de-la-conductance-mesophyllienne-sous>

DATE LIMITE DE CANDIDATURE : 10 Juin 2026

DEBUT DU CONTRAT : Octobre 2026

Références bibliographiques

- Flexas, J., Barbour, M. M., Brendel, O., Cabrera, H. M., Carriqui, M., Díaz-Espejo, A., ... & Warren, C. R. (2012). Mesophyll diffusion conductance to CO₂: an unappreciated central player in photosynthesis. *Plant Science*, 193, 70-84.
- Gago, J., Daloso, D. M., Carriqui, M., Nadal, M., Morales, M., Araújo, W. L., ... & Flexas, J. (2020). Mesophyll conductance: the leaf corridors for photosynthesis. *Biochemical Society Transactions*, 48(2), 429-439.
- Gandin, A., Davrinche, A., & Jolivet, Y. (2019). Deciphering the main determinants of O₃ tolerance in Euramerican poplar genotypes. *Science of the Total Environment*, 656, 681-690.
- Joffe, R., Tosens, T., Berthe, A., Jolivet, Y., Niinemets, Ü., & Gandin, A. (2024). Reduced mesophyll conductance under chronic O₃ exposure in poplar reflects thicker cell walls and increased subcellular diffusion pathway lengths according to the anatomical model. *Plant, Cell & Environment*, 47(12), 4815-4832.
- Joffe, R., Berthe, A., Jolivet, Y., & Gandin, A. (2022). The response of mesophyll conductance to ozone-induced oxidative stress is genotype-dependent in poplar. *Journal of Experimental Botany*, 73(14), 4850-4866.
- Knauer, J., Cuntz, M., Evans, J. R., Niinemets, Ü., Tosens, T., Veromann-Jürgenson, L. L., ... & Zaehle, S. (2022). Contrasting anatomical and biochemical controls on mesophyll conductance across plant functional types. *New Phytologist*, 236(2), 357-368.
- Ubierna, N., Gandin, A., Boyd, R. A., & Cousins, A. B. (2017). Temperature response of mesophyll conductance in three C₄ species calculated with two methods: 18O discrimination and in vitro V_{pmax}. *New Phytologist*, 214(1), 66-80.