

Résumé en anglais

Recent decades have been marked by increasingly dry and hot summers in Europe, with notable examples including the summers of 2003, 2018–2020, and more recently 2022. The consequences are alarming, with widespread dieback of certain forest tree species leading to significant economic and ecological losses. It is therefore essential to identify tree species adapted to future climate conditions, alongside adapting our silvicultural practices. In this thesis, we hypothesized that stomatal response throughout the day plays a determining role in water conservation and carbon gain, with an impact on water use efficiency (WUE) at the whole-plant scale (transpiration efficiency; TE) under combined stress conditions (drought and high temperature). We also hypothesized that the leaf biochemical response, particularly detoxification mechanisms, is adjusted to maintain the functional integrity of tissues.

We first investigated these hypotheses in the forest model species, poplar. Two Euramerican poplar genotypes (*Populus deltoides* x *nigra*) were selected for this purpose. Our results revealed a bimodal response of stomatal conductance in both genotypes upon heat stress onset, associated with a decoupling between stomatal conductance and net CO₂ assimilation. Furthermore, the speed of stomatal opening and closing in response to light was accelerated, which, according to our hypothesis, would impact TE. Regarding the antioxidant response, the two genotypes exhibited distinct metabolic profiles. Proline involvement was notably observed exclusively in the Carpaccio genotype, highlighting its superior detoxification potential and enhanced capacity for ROS regulation.

We then investigated the diversity of oak species (*Q. cerris*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Q. pyrenaica*, *Q. robur*), complemented by a study on the London plane tree (*P. x acerifolia*) to provide an urban perspective. We hypothesized that the distinct geographic distribution of the studied oak species is associated with differentiated physiological responses, reflecting their adaptation to the climatic conditions of their respective habitats. The results revealed a correlation between stomatal anatomical traits, stomatal dynamics, and TE. On one hand, these findings highlight the importance of accounting for stomatal dynamics in response to light and VPD fluctuations in the mechanisms determining whole-plant WUE. On the other hand, our comparative results across oak species identify several candidate species in the context of climate change, including *Q. cerris* and *Q. pubescens*. Further studies are nevertheless needed to validate these findings and support the use of these species in assisted migration strategies toward northern France.

Key-words: *Populus*, *Quercus*, *Platanus x acerifolia*, combined stress, water deficit, high temperature, oxidative stress, stomatal conductance, antioxidants, climate change

Résumé en français

Ces dernières décennies ont été marquées par des étés secs et chauds en Europe, avec pour exemple notable les étés 2003, 2018-2020 ainsi que plus récemment l'été 2022. Les conséquences sont alarmantes, avec comme constat un dépérissement de certaines essences forestières entraînant des pertes économiques et écologiques. Il est donc primordial, en plus d'adapter notre sylviculture, de trouver des essences adaptées aux conditions futures. Dans cette thèse, nous avons supposé que la réponse stomatique au cours de la journée, joue un rôle déterminant dans la conservation en eau et le gain de carbone, avec un impact sur l'efficacité d'utilisation de l'eau (WUE) à l'échelle de la plante entière (efficacité de transpiration ; TE) en situation de combinaison de stress (sécheresse et température élevée). Nous avons également émis l'hypothèse que la réponse biochimique foliaire, notamment les mécanismes de détoxication, est ajustée pour un maintien de l'intégrité fonctionnelle des tissus.

Dans un premier temps, ces hypothèses ont été étudiées sur une plante modèle forestière, le peuplier. Pour cela, deux génotypes de peuplier euraméricain (*Populus deltoides* x *nigra*) ont été sélectionnés. Nos résultats mettent en évidence une réponse bimodale de la conductance stomatique chez les deux génotypes lors de l'instauration du stress thermique, associée à un découplage entre la conductance stomatique et l'assimilation nette de CO₂. Par ailleurs, la vitesse de fermeture et d'ouverture des stomates en réponse à la lumière s'est accélérée, ce qui, selon notre hypothèse impacterait TE. Concernant la réponse antioxydante, les deux génotypes présentent des profils métaboliques différents. Une implication de la proline a notamment été observée uniquement chez le génotype Carpaccio, soulignant son potentiel de détoxication et sa capacité accrue de régulation des ROS.

Ensuite, nous nous sommes intéressés à l'étude de la diversité des chênes (*Q. cerris*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Q. pyrenaica*, *Q. robur*), complétée par une étude sur le platane commun (*P. x acerifolia*) afin d'apporter une perspective en contexte urbain. L'hypothèse émise est que la distribution géographique distincte des espèces de chêne étudiées s'accompagne de réponses physiologiques différenciées, reflétant leur adaptation aux conditions climatiques propres à leurs habitats respectifs. Les résultats ont mis en évidence une corrélation entre les traits anatomiques stomatiques, la dynamique stomatique et TE. D'une part, ces résultats soulignent l'importance de la prise en compte de la dynamique des stomates en réponse à des variations de lumière et du VPD dans les mécanismes déterminant WUE à l'échelle de la plante entière. D'autre part, nos résultats comparatifs entre espèces de chênes mettent en avant certaines essences candidates dans un contexte de changement climatique telles *Q. cerris* et *Q. pubescens*. Des études supplémentaires sont toutefois nécessaires pour valider ces travaux, pour l'utilisation de ces essences dans le cadre de stratégies de migration assistée vers le nord de la France.

Mots-clés : *Populus*, *Quercus*, *Platanus* x *acerifolia*, stress combinés, sécheresse, forte température, stress oxydant, conductance stomatique, antioxydants, changements climatiques