UNIVERSITÉ D'ORLÉANS

ÉCOLE DOCTORALE SANTÉ, SCIENCES BIOLOGIQUES ET CHIMIE DU VIVANT

Laboratoire de biologie des Ligneux et des Grandes Cultures

Thèse présentée par :

Laure BOUYER

soutenue le : **xxxxxxx**

pour obtenir le grade de : **Docteur de l'université d'Orléans**

Discipline/ Spécialité : **Écophysiologie végétale**

Impact de la disponibilité en nutriments sur le fonctionnement hydrique et carboné chez le peuplier dans des contextes de sécheresse variés

THÈSE dirigée par :

Franck Brignolas	Professeur, Université d'Orléans, Directeur de Thèse
Régis Fichot	Maître de conférences, Université d'Orléans, Co-encadrant

RAPPORTEURS :

Didier LE THIEC	Directeur de recherche, INRA Nancy-Lorraine
Nicolas MARRON	Chargé de recherche, INRA Nancy-Lorraine

JURY :

Philippe BALANDIER	Directeur de recherche, IRSTEA, Nogent-sur-Vernisson
Stéphane BAZOT	Maître de conférences, Université Paris-sud
Franck BRIGNOLAS	Professeur, Université d'Orléans
Erwin DREYER	Directeur de recherche, INRA Nancy-Lorraine
Régis FICHOT	Maître de conférences, Université d'Orléans
Didier LE THIEC	Directeur de recherche, INRA Nancy-Lorraine
Nicolas MARRON	Chargé de recherche, INRA Nancy-Lorraine

Laure Bouyer

Impact de la disponibilité en nutriments sur le fonctionnement hydrique et carboné de peupliers dans des contextes de sécheresse variés

La disponibilité en eau et en nutriments sont deux facteurs limitant la croissance et la productivité des forêts. Malgré un historique important de travaux sur le rôle physiologique des principaux éléments minéraux, l'impact du statut nutritif des arbres sur leur capacité de réponse à la sécheresse demeure très largement inconnu. Cette thèse visait à évaluer le rôle de la disponibilité en nutriments sur des caractères clés indicateurs du fonctionnement hydrique et carboné comme la croissance et ses déterminants architecturaux, l'efficience d'utilisation de l'eau (WUE), la vulnérabilité à la cavitation ou encore les teneurs en glucides non structuraux, en réponse à des sécheresses d'intensités variées chez le peuplier. Deux dispositifs expérimentaux complémentaires ont été support des expériences, l'un en serre et l'autre en pépinière, et les travaux se sont concentrés sur un maximum de quatre génotypes sélectionnés pour leur comportement contrasté en termes de croissance et de régulation stomatique. Les résultats majeurs sont les suivants : 1) une disponibilité en nutriments plus importante augmente la croissance et WUE en conditions hydriques limitantes, 2) une disponibilité en nutriments plus importante n'augmente pas nécessairement les risques de dysfonctionnements hydrauliques, 3) l'épuisement des réserves carbonées, notamment de l'amidon, coïncide avec l'embolie massive du xylème à mortalité en cas de sécheresse sévère, et 4) une plus grande disponibilité en azote diminue la mise en réserve glucidique, notamment en condition de sécheresse modérée. Cette étude illustre pour la première fois de façon explicite la covariance au cours du temps entre les dysfonctionnements hydrauliques et l'épuisement des réserves chez une essence à croissance rapide très vulnérable à la sécheresse, et donne un exemple de la façon dont ces relations sont modulées par la disponibilité en nutriments.

Mots clés : architecture du houppier, azote, croissance, composition isotopique en ^{13}C, dysfonctionnements hydrauliques, échanges de gaz foliaires, efficience d'utilisation de l'eau, épuisement des réserves, glucides non-structuraux, nutriments, phénologie végétative, peuplier, potentiel hydrique, productivité, tolérance à la sécheresse, vulnérabilité à la cavitation du xylème.

The role of nutrient availability in water and carbon relations of poplars under varying drought intensities

The availability of water and nutrients are two main factors limiting tree growth and forest productivity. Despite the strong legacy of research on forest nutrition, the role of nutrients in modulating tree drought responses remains largely unknown. This thesis aimed to evaluate the role of nutrient availability on key traits related to water and carbon relations such as growth and its determinants, water-use efficiency (WUE), vulnerability to cavitation, or non-structural carbohydrate (NSC) contents, in poplars under contrasting drought intensities. Research experiments relied on two complementary experimental designs, one in a greenhouse and the other in an outdoor common garden, and considered a maximum of four genotypes primarily selected for their contrasting growth and stomatal regulation. The main findings are as follows: 1) a higher nutrient availability increases growth and WUE under moderate drought, 2) a higher nutrient availability does not necessarily increase the risk of xylem hydraulic failure, 3) NSC depletion, in particular starch, co-occurs with massive xylem embolism under lethal drought, and 4) a higher nutrient availability reduces NSC storage, especially under moderate drought. This study shows for the first time the temporal covariance between the dynamics of xylem hydraulic failure and carbon starvation in a fast-growing but highly vulnerable tree species, and gives an example of how these relationships are modulated by nutrient availability.

Keywords: bud phenology, carbon starvation, crown architecture, drought tolerance, growth, hydraulic failure, ^{13}C isotope composition, leaf gas exchange, nitrogen, non-structural carbohydrates, nutrients, poplar, productivity, water potential, water-use efficiency, xylem vulnerability to drought-induced cavitation.

Université d'Orléans, LBLGC EA 1207, INRA USC1328, rue de Chartres, Orléans

Laboratoire de Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures