

La prédiction de la résistance au gel des arbres est un enjeu majeur pour sélectionner des espèces et génotypes adaptés aux conditions climatiques actuelles et futures. À l'heure actuelle, deux approches de modélisation distinctes sont utilisées. Une première approche repose sur des relations empiriques entre résistance au gel et température et intégrant le cycle annuel de l'arbre (modèle « phénologique »). Cette approche fait un certain nombre de postulats dont une corrélation étroite entre résistance au gel et dormance. La seconde approche prédit la résistance au gel en fonction de variables physiologiques (interaction entre les contenus en sucres solubles et statut hydrique : modèle « physiologique »). Cette approche moins précise mais plus générique a été validée dans divers organes et espèces de noyer *Juglans regia* et *Juglans regia x nigra*. Les objectifs de cette thèse sont donc d'explorer la relation de causalité entre les processus de dormance et de résistance au gel, ii) de démontrer la généricité du modèle physiologique à plus large échelle et iii) de développer l'approche physiologique en prenant en compte la diversité des glucides observés entre espèces. Les résultats obtenus ont montré que la résistance au gel des arbres était dissociée du processus de dormance, les arbres ayant montré une dynamique d'acclimatation et de désacclimatation alors qu'ils étaient maintenus en endodormance par privation de froid. La généricité du modèle physiologique a été démontrée à une échelle climatique (France et Espagne). Ce modèle a été appliqué à de multiples espèces d'angiospermes, mais reste non utilisable chez le conifère étudié. L'ajustement de paramètres individuels pour les différents sucres solubles et polyols a permis d'améliorer sa précision. L'effet individuel de chaque molécule suggère que la régulation osmotique, n'est pas le seul mécanisme permettant une meilleure résistance au gel, mais que la compartimentation au sein des tissus et des cellules pourrait aussi jouer un rôle. Les résultats de cette thèse mettent en perspectives les postulats du modèle phénologique et confirment la pertinence de l'approche physiologique par sa généricité intégrant les effets environnementaux, génotypiques et leurs interactions. Ces résultats ouvrent des pistes de recherche pour le développement de modèles physiologiques de la résistance au gel qui permettront in fine d'intégrer l'effet de stress estivaux dans la résistance au gel des angiospermes.

Abstract

Predicting the frost resistance of trees is a major challenge for selecting species and genotypes adapted to current and future climate conditions. At present, two distinct modelling approaches are used. The first approach is based on empirical relationships between frost resistance and temperature and integrates the tree's annual cycle ("phenological" model). This approach makes a number of assumptions including a close correlation between frost resistance and dormancy. The second approach predicts frost resistance as a function of physiological variables (interaction between soluble carbohydrates and water status: 'physiological' model). This less precise but more generic approach has been validated in various organs and species of walnut trees *Juglans regia* and *Juglans regia x nigra*. The objectives of this thesis are therefore to: i) explore the causal relationship between the processes of dormancy and frost resistance, ii) demonstrate the genericity of the physiological model on a larger scale and iii) develop the physiological approach by taking into account the variability of carbohydrates observed between species. The results obtained showed that the frost resistance of the trees was dissociated from the dormancy process, as the trees showed acclimation and deacclimation dynamics while they were maintained in endodormancy by cold deprivation. The genericity of the physiological model was demonstrated on a climatic scale (France and Spain). The model has been applied to multiple angiosperm species, but is not applicable to the conifer studied. The adjustment of individual parameters for the different soluble sugars and polyols has improved its accuracy. The individual effect of each molecule suggests that osmotic regulation is not the only mechanism for improved frost resistance, but that compartmentalisation

within tissues and cells may also play a role. The results of this thesis put into perspective the postulates of the phenological model and confirm the relevance of the physiological approach by its genericity integrating environmental and genotypic effects and their interactions. These results open up avenues of research for the development of physiological models of frost resistance that will ultimately make it possible to integrate the effect of summer stresses into the frost resistance of angiosperms.