

Introduction

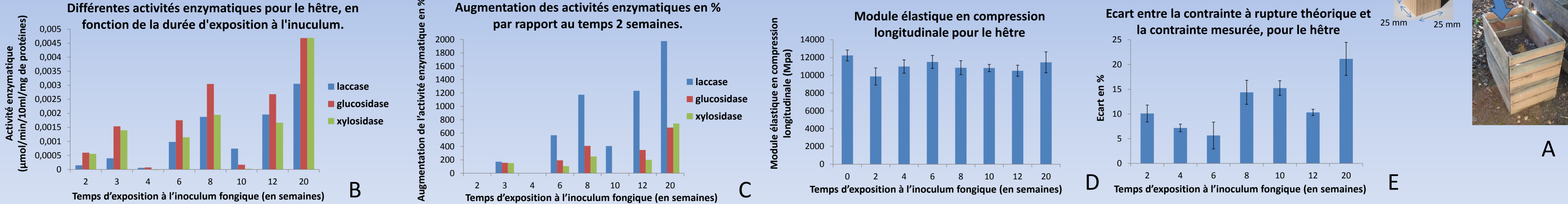
Les ouvrages dont les fondations sont constituées par des pieux en bois sont nombreux et ce procédé a été largement utilisé dans le passé. Dans le contexte d'une réduction des émissions de CO₂, le remplacement de pieux béton par des pieux bois constitue une bonne alternative. Cependant le bois est un matériau sujet aux attaques biologiques. Notre projet de recherche consiste en la réalisation d'une étude multi-échelle de la dégradation de pieux de fondation bois par les microorganismes lignocellulolytiques. L'objectif final de cette étude est de modéliser la durabilité de pieux de fondation. Le modèle obtenu vise à établir des dispositions constructives permettant le développement l'utilisation de pieux bois dans la construction.

Altération biologique et perte de résistance mécanique

1. Protocole expérimental

Des essais de compression et des mesures d'activités enzymatiques ont été réalisées à différents temps de dégradation (de 2 à 20 semaines) sur de petites éprouvettes de 25x25x30mm. Trois essences sont utilisées pour la réalisation de cet essai, le hêtre le chêne et le pin. Les éprouvettes sont réparties en lot de 10 pour chaque essence et confrontées à un inoculum forestier dans des conditions extérieures (figure A). A l'issue de chacun des temps de dégradation, un lot d'éprouvette est prélevé pour réaliser des mesures d'activités enzymatique et de module en compression longitudinale.

2. Résultats



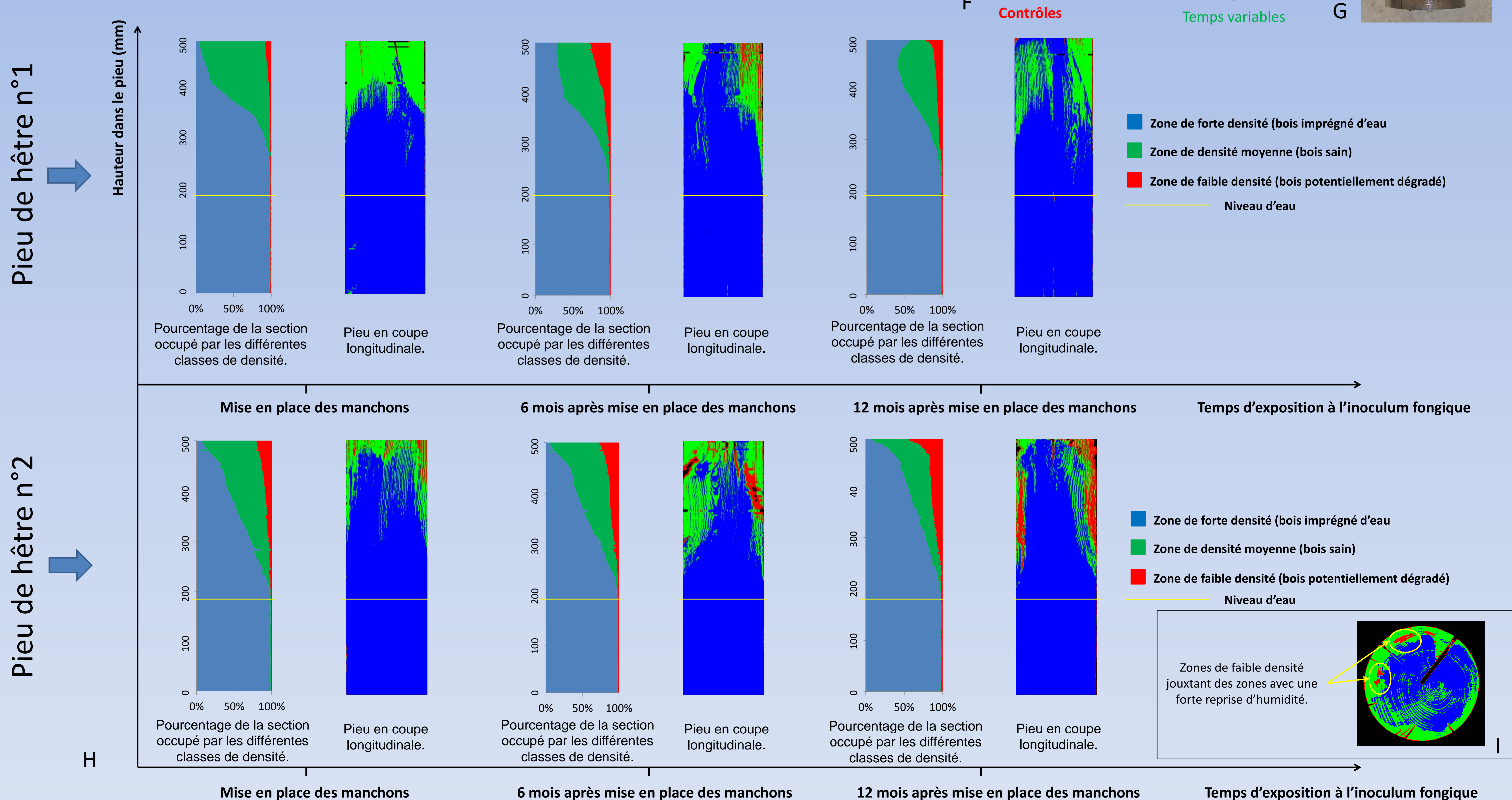
Sur les figures A et B, représentant respectivement les activités enzymatiques absolues et relatives, on remarque que les temps 4 et 10 semaines présentent des valeurs anormalement basses. Ces artefacts sont dus à un développement inégal des champignons au sein des différents lots. L'activité laccase, représentative de la dégradation de la lignine montre une augmentation plus importante que les activités glucosidase et xylosidase (respectivement dégradation de la cellulose et des hémicelluloses), mais reste inférieure à celles-ci en valeur absolue. Cette observation reflète une dégradation plus tardive de la lignine par les champignons que les autres constituants pariétaux du bois.

Vers un système d'étude des pieux en service

1. Protocole expérimental

Des pieux de 50 cm de hauteur et de 15 cm de diamètre de hêtre, de chêne et de pin sylvestre sont placés dans des caisses remplies d'eau jusqu'à une hauteur de 18 cm, et scannés par tomographie rayon X selon le plan d'expériences de la figure F. Dans un premier temps, les pieux sont immergés en absence d'inoculum, dans le but d'évaluer la cinétique d'imprégnation. Les résultats obtenus en absence de l'inoculum ont permis de déterminer l'évolution de la migration de l'eau dans les pieux en fonction des différentes essences et des singularités. Ces résultats nous ont permis de dresser des cartographies d'humidité et de délimiter des zones à risque pour les attaques fongiques. Une fois le niveau d'eau stabilisé un manchon en tissu contenant un inoculum de sol forestier et de bois dégradé broyé est installé (figure G). Le suivi en présence de l'inoculum forestier nous a permis de détecter des poches de dégradation potentielles, et de suivre l'évolution de la montée d'eau dans le pieux en présence de micro-organismes de dégradation. Ces informations seront utilisées pour prélever des éprouvettes dans ces zones potentiellement dégradées. Des mesures d'activités enzymatiques seront ensuite réalisées.

2. Résultats



Observations : Seuls sont présentés ici les données concernant le hêtre (figure H). Pour le premier pieu, on note une importante évolution de la densité dès les 6 premiers mois de contact avec l'inoculum. Le pourcentage de bois saturé en eau est passé d'environ 5 à 30% dans la partie supérieure du pieu. Le front de migration de l'eau étant stabilisé avant l'ajout du manchon, nous pouvons en déduire que cette montée d'eau est due au développement des organismes saprophytes. On note également une augmentation de la proportion de bois de faible densité, donc potentiellement dégradé. La principale difficulté dans la détermination des poches de dégradation par mesure de densité (via la tomographie rayon X) réside dans la reprise d'humidité des zones dégradées. Ainsi, la progression du front de migration de l'eau dans les zones dégradées entraîne une augmentation globale de la densité dans les zones concernées, alors que la densité intrinsèque du bois diminue. Par ailleurs des baisses de densités sont également observées. Il apparaît alors difficile de cibler avec précision les zones dégradées. Cependant, la modification du profil de densité dans le pieu alors que celui-ci était stabilisé en l'absence d'inoculum laisse présager d'une attaque biologique. D'autre part, Les zones de forte reprise de densité jouxtent généralement des zones de forte diminution (figure I). D'où un très probable développement fongique dans ces zones.

Conclusion

Les résultats obtenus avec l'expérience portant sur les petites éprouvettes montre que les pertes de propriétés mécaniques sont inexistantes sur les 20 semaines de dégradation. En revanche, on note une augmentation de l'activité de dégradation à partir de 6 semaines de dégradation. Bien que ces valeurs restent faibles, il apparaît possible de diagnostiquer de manière précoce l'attaque fongique, avant que des modifications des propriétés mécaniques du bois ne soit observables.

Les méthodes de suivi de densité par tomographie rayon X vont permettre de cibler des zones attaquées et saines, en vue de caractériser plus précisément l'activité biologique de dégradation, par mesure d'activité enzymatique et ADN. L'évolution des propriétés mécaniques du bois dans ces zones sera également suivi. Les données obtenues pourront être comparées à celles obtenues par les expériences menées sur de plus petites éprouvettes.