La sylviculture contrôle-t-elle la concentration des composés chimiques extractibles présents dans les nœuds ? Cas du sapin pectiné

Zineb Kebbi-Benkeder

Le nœud est la base de la branche se trouvant englobée dans le tronc. Les nœuds sont considérés comme le principal défaut du bois et, dans l'industrie papetière, ils sont éliminés lors du processus de mise en pâte du bois. Des études récentes ont toutefois mis en évidence la richesse du bois de nœuds en composés extractibles (Willför *et al.*, 2003a, 2003b ; Kebbi-Benkeder *et al.*, 2015). Ces composés sont formés par le bois lorsque le duramen se met en place ou bien lorsque le bois est endommagé. Ils ont un rôle principal de défense grâce à leurs nombreuses propriétés antioxydantes, répulsives et toxiques ; ils confèrent aussi au bois sa coloration et son odeur. En particulier, les lignanes sont des composés présents en concentrations bien plus élevées dans le bois des nœuds que dans le bois du tronc (Willför *et al.*, 2003a, 2003b ; Kebbi-Benkeder *et al.*, 2015). Leurs propriétés antioxydantes (Cosentino *et al.*, 2007 ; Yatkin *et al.*, 2014) les rendent particulièrement intéressants pour les applications pharmaceutiques, cosmétiques et agroalimentaires.

La thèse de Kebbi-Benkeder (2015) a permis de mesurer des concentrations de substances extractibles dans les nœuds du Sapin pectiné, selon leur position dans l'arbre et selon les conditions de croissance.

Quinze sapins ont été prélevés dans un dispositif de l'Office national des forêts (ONF) et répartis selon différentes conditions de croissance résultant de trois modalités de sylviculture (témoin sans éclaircie, éclaircie modérée et éclaircie dynamique) et de trois statuts sociaux (dominés, codominants et dominants). Ces conditions ont contrôlé les dimensions des arbres et de leur houppier vert. Ainsi, les arbres dominants ou issus des peuplements éclaircis avaient de plus gros diamètres, des hauteurs plus élevées et des houppiers plus développés (longs et larges) que les arbres dominés ou issus du peuplement témoin. Sur chaque arbre, des rondelles contenant des nœuds ont été prélevées à plusieurs hauteurs. Les nœuds de chaque rondelle ont été prélevés, séchés et broyés ensemble. Puis les substances ont été extraites à l'aide de deux solvants, l'hexane et l'acétone.

Les concentrations d'extractibles obtenues avec l'hexane s'échelonnent entre 0,13 % et 6,9 % de la masse sèche du bois de nœuds tandis que les concentrations obtenues avec l'acétone sont environ dix fois plus fortes, s'échelonnant entre 1,02 % et 34,1 %. Les concentrations nodales sont très variables d'un arbre à l'autre et même à l'intérieur d'un même arbre. Ainsi, les concentrations les plus faibles ont été observées dans les nœuds les plus jeunes se trouvant dans la cime. La synthèse des extractibles y est donc probablement en cours. Les concentrations les plus fortes ont été observées dans les nœuds non adhérents se trouvant en dessous du houppier,

correspondant à des branches mortes. Les extractibles de ces nœuds ont donc été totalement formés avant la mort de la branche et se sont probablement accumulés lorsque la branche déclinait, de manière à former une barrière défensive contre l'invasion du tronc par les pathogènes. Ce profil vertical des concentrations a été modélisé pour les nœuds du houppier vert ; la variable la plus explicative est apparue être la distance du nœud depuis la cime de l'arbre. Ainsi, plus un houppier vert est long, plus les extractibles à sa base sont en concentration forte. Une fois cette variable introduite, ni l'intensité des éclaircies, ni le statut social n'ont été des variables retenues par le modèle. En fait, les conditions de croissance influencent indirectement les concentrations des extractibles dans les nœuds puisqu'elles déterminent la longueur des houppiers. Ainsi, plus les conditions sont favorables à la croissance des sapins, plus les houppiers sont longs et plus les concentrations en extractibles sont élevées dans les nœuds situés à leur base.

Les substances extraites ont été identifiées par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Les substances majoritaires extraites par l'hexane appartiennent à la famille des terpènes comme la juvabione, la déhydrojuvabione et l'épimanool. Les substances majoritaires extraites par l'acétone appartiennent à la famille des lignanes comme le séco-isolaricirésinol, l'hydroxymatairésinol et le laricirésinol. Ces deux familles de composés participent à la protection du bois contre les pathogènes et constituent des composés de grand intérêt économique.

En conclusion, cette étude met en évidence que des composés chimiques de grand intérêt économique, présents dans les nœuds des sapins pectinés, sont en concentration d'autant plus élevée que la sylviculture permet à leur houppier de se développer. Ceci invite à réfléchir à de nouveaux objectifs de production et à la manière de récolter et de transformer le bois pour atteindre ces objectifs.

Zineb KEBBI-BENKEDER
LERFoB (Laboratoire d'Étude des Ressources Forêt-Bois)
UMR INRA-AgroParisTech 1092
Équipe Croissance, Production et Qualité des Bois
INRA Centre de Nancy-Lorraine
Route d'Amance
F-54280 CHAMPENOUX
et
Lermab (Laboratoire d'étude et de recherche
sur le matériau bois, EA 4370)
Université de Lorraine
Boulevard des Aiguillettes
F-54500 VANDŒUVRE-LÈS-NANCY
adresse actuelle
College of Forestry
Oregon State University
263 Richardson Hall
CORVALLIS, OR 97330 (USA)
(zineb.kebbi-benkeder@inra.fr)

NDLR : Un exposé complet et très détaillé sur le même sujet est paru dans le n° 1-2016 sous le titre : « Les nœuds : un bois méconnu et une source importante de composés extractibles » (Kebbi-Benkeder *et al.*, 2016).

BIBLIOGRAPHIE

COSENTINO (M.), MARINO (F.), FERRARI (M.), LECCHINI (S.). — Estrogenic activity of 7-hydroxymatairesinol potassium acetate (HMR/lignan (TM)) from Norway spruce (*Picea abies*) knots and of its active metabolite enterolactone in MCF-7 cells. — *Pharmacological Research*, 56, 2007, pp. 140-147. DOI: 10.1016/j.phrs.2007.05.001

KEBBI-BENKEDER (Z.). — Biodiversité interspécifique et intraspécifique des extractibles nodaux. — Nancy : AgroParisTech, 2015. — 186 p. (Thèse).

KEBBI-BENKEDER (Z.), COLIN (F.), DUMARÇAY (S.), GÉRARDIN (P.). — Quantification and characterization of knotwood extractives of 12 European softwood and hardwood species. — *Annals of Forest Science*, 7, 2015, pp. 277-284. DOI: 10.1007/s13595-014-0428-7

KEBBI-BENKEDER (Z.), DUMARÇAY (S.), TOUAHRI (N.), MANSO (R.), GÉRARDIN (P.), COLIN (F.). — Les nœuds : un bois méconnu et une source importante de composés extractibles. — *Revue forestière française*, vol. LXVIII, n° 1, 2016, pp. 7-26.

WILLFÖR (S.), HEMMING (J.), REUNANEN (M.), ECKERMAN (C.), HOLMBOM (B.). — Lignans and lipophilic extractives in Norway spruce knots and stemwood. — *Holzforschung*, 57, 2003a, pp. 27-36. DOI: 10.1515/HF.2003.005

WILLFÖR (S.), HEMMING (J.), REUNANEN (M.), HOLMBOM (B.). — Phenolic and lipophilic extractives in Scots pine knots and stemwood. — *Holzforschung*, 57, 2003b, pp. 359-372.

YATKIN (E.), POLARI (L.), LAAJALA (T.D.), SMEDS (A.), ECKERMAN (C.), HOLMBOM (B.), SAARINEN (N.M.), AITTOKALLIO (T.), MÄKELÄ (S.I.). — Novel Lignan and Stilbenoid Mixture Shows Anticarcinogenic Efficacy in Preclinical PC-3M-luc2 Prostate Cancer Model. — *PLoS ONE* 9, 2014, e93764. DOI: 10.1371/journal.pone.0093764