



# MESURER ET PRÉDIRE LA CROISSANCE DES FORÊTS

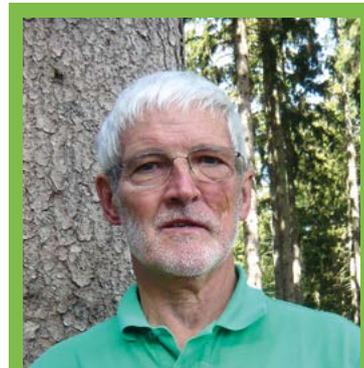
Etablir et prédire l'état de la forêt plus particulièrement de sa composante ligneuse appellent des méthodes d'investigation adaptées aux objectifs poursuivis et relèvent avant tout de la « dendrométrie », science qui met en œuvre des méthodes essentiellement techniques et statistiques pour mesurer ou estimer les caractéristiques dimensionnelles d'arbres et de peuplements et déterminer leur croissance.

Il est classique d'envisager des paramètres tels que grosseur (diamètre ou circonférence), hauteur (totale et autres liées à la gestion ou à la commercialisation) qui permettent d'estimer des volumes (via des formules empiriques ou des tarifs / tables de cubage) et des biomasses (bois énergie, évaluation du carbone stocké) nécessitant la mesure d'éléments composant la partie aérienne de l'arbre (branches, feuilles) et autant que possible souterraine (racines). Ces derniers éléments étant estimés au départ de variables facilement identifiables comme le diamètre à hauteur d'homme (à 1,3 m au-dessus du niveau du sol, par convention internationale) ou résultant de facteurs de conversion appliqués aux volumes. Mais pour ce faire il faut obligatoirement disposer, par l'intermédiaire de mesures réalisées sur échantillons, de relations appropriées suffisamment fines.

“  
**DES MODÈLES, AUSSI SOPHISTIQUÉS SOIENT-ILS, NE POURRONT RÉPONDRE AUX INTERROGATIONS ACTUELLES ET DONC DONNER DES RÉPONSES SANS FAILLES AUX SYLVICULTEURS.**  
 ”

## CROISSANCE, PRODUCTION ET PRODUCTIVITÉ

La croissance d'arbres et de peuplements est soumise à beaucoup de facteurs et son évaluation nécessite la pratique de mesures répétées au cours du temps. La production est encore fréquemment confondue avec la quantité de matériel sur pied que l'on peut aussi assimiler à un « capital » générateur d'intérêts (=accroissement). Ce capital le plus souvent exprimé en volume est évalué à un moment donné et n'a de sens que pour celui-ci. L'accroissement par contre se réfère à la quantité de matière élaborée par unité de temps. Il peut être périodique, annuel ou total et dans ce dernier cas on parlera plus précisément de croissance ou de « production » assimilée à la quantité de bois produite à partir d'une époque ou d'un âge déterminé. L'accroissement annuel moyen souvent utilisé pour caractériser un peuplement et sa productivité correspond à la production totale divisée par l'âge. Et dans le cas d'un peuplement, contrairement à ce qui se



*Professeur ordinaire émérite rattaché à l'Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, et chargé de mission pour l'ULiège, Jacques Rondeux a consacré toute sa vie au développement de notre patrimoine forestier.*

passé pour un arbre pris individuellement, il convient impérativement de comptabiliser les prélèvements (éclaircies) et les mortalités qui ont eu lieu durant la période de référence considérée. Cela nécessite donc de procéder à un suivi régulier de l'évolution des peuplements.

## LES PERSPECTIVES

La mesure des arbres et des peuplements est et sera de plus en plus imprégnée des avancées technologiques, qu'il s'agisse de mesures au sol ou effectuées par télédétection.

Pour les premières on utilise déjà des dendromètres très sophistiqués « multi-usages » permettant d'estimer à partir d'un point donné, par voie ultrasonique, diamètres, hauteurs, pentes, distances et volumes (en quelque sorte les successeurs en version électronique du célèbre relascope de Bitterlich). Mesures de hauteurs et de densité de peuplements font aussi l'objet d'applications ciblées sur smartphones mais sans doute seront-elles plus appelées à faire partie de véritables « systèmes » ou « boîtes à outils » intégrant des activités relevant de la filière forêt-bois (prévoyant par exemple le suivi de l'éclaircie ou de la coupe jusqu'à la livraison à l'industrie transformatrice). La tendance consistant à favoriser des matériels « all-in one » et connectés ou connectables est en continuelle progression.

Les secondes font l'objet d'un développement extraordinaire. On pense plus précisément à la technologie LiDAR aéroporté ou terrestre, aux images satellites à très haute résolution et à haute fréquence permettant un monitoring de l'état et de l'évolution des forêts (dégâts, phénologie, surfaces concernant telle ou telle caractéristique visible ou estimée moyennant l'utilisation de relations établies avec d'autres). Le recours à des drones est aussi un bel exemple des nouvelles possibilités offertes pour estimer des caractéristiques d'arbres à partir d'images très fines en particulier dans des conditions d'accès difficile. La référence des mesures effectuées à des étendues parfois très strictement ciblées et de toutes formes est aujourd'hui facilitée par l'utilisation de GPS (Global Positioning System) permettant aussi l'identification de points de mesure et assurant la liaison avec les SIG (Systèmes d'Information Géographique) gigantesque réservoir de données topographiques, édaphiques, écologiques, etc.

## LA MODÉLISATION, LES MODÈLES PRÉDICTIFS ET LEUR PORTÉE

L'élaboration de modèles prédictifs est au cœur d'importantes préoccupations. Si l'aménagement forestier a été et reste encore en pratique basé sur des constats dont on infère des mesures ou orientations à prendre il ne fait aucun doute que c'est bien plus l'approche prédictive qu'il convient de favoriser. L'idée selon laquelle on s'interroge pour savoir « que se passe-t-il si ? » est nettement moins pertinente que celle consistant à appréhender « que faut-il faire pour ? ». L'approche prédictive est évidemment beaucoup plus complexe dès lors qu'elle postule d'imiter la réalité (« modèles ») à partir du traitement d'un nombre très élevé de données (base de données et de connaissances) portant sur la croissance des arbres dans de conditions sylvicoles et écologiques les plus diversifiées possible et sous le couvert d'un large champ d'hypothèses les plus réalistes et crédibles. Des avancées très importantes ont vu le jour dans les démarches conduisant aux modèles visant à exprimer la croissance d'arbres à partir de mesures portant non plus sur des ensembles mais sur des sujets (modèles « arbres » vs modèles « peuplements ») (ex : tables de production). L'aspect prédictif dans lequel figuraient par exemple les effets de concurrence (soumis aux pratiques sylvicoles), des types de sols, etc. s'il devait déjà idéalement tenir compte de facteurs extérieurs doit aujourd'hui intégrer un paramètre de taille : le réchauffement climatique. Et on se heurte inévitablement au type de variables à prendre en compte car les échelles sont fort différentes s'agissant de prédire l'évolution probable d'un arbre en un point donné influencée, pour partie, par des modifications climatiques perceptibles sur une étendue dont il est très malaisé de déterminer les limites. On en est réduit à tester autant de scénarios d'évolutions sylvicoles que d'hypothèses de modifications climatiques avec des horizons de réponses sortant des limites de validité des prévisions d'évolution du climat sans cesse revues !

## LES MODÈLES, LIMITES ET EXIGENCES

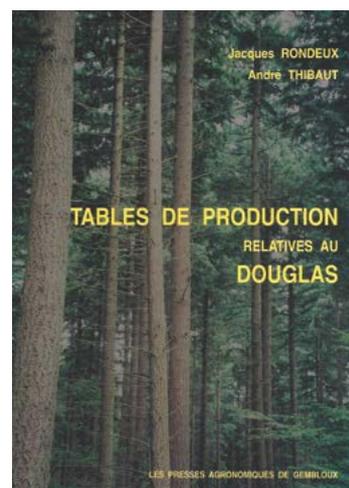
Des modèles, aussi sophistiqués soient-ils, ne pourront répondre aux interrogations actuelles et donc donner des réponses sans failles aux sylviculteurs. Mais ils sont néanmoins utiles pour tenter de mieux identifier et comprendre les interactions agissant sur la croissance et le développement des peuplements. A noter aussi que l'écrasante majorité des modèles prédictifs élaborés depuis une vingtaine d'années font la part belle aux peuplements purs équiennes dont la croissance est nettement plus facile à simuler que celle des peuplements irréguliers mélangés vers lesquels s'oriente cependant de plus en plus la sylviculture à venir.

Les modèles de croissance actuels construits dans le contexte d'un climat stationnaire permettent avant tout de mesurer l'incidence de scénarios sylvicoles. Quand on connaît les risques auxquels un arbre ou un peuplement sont confrontés, s'agissant de l'apparition subite de ravageurs ou de tornades souvent liés à des accidents climatiques « locaux » ou intenses et parfois imprévisibles, on mesure bien la difficulté de maîtriser la répercussion sur la végétation.



Aussi est-il urgent de coupler et de compléter l'estimation de la croissance à un monitoring plus complet de l'espace forestier en procédant à l'élaboration d'une véritable **cartographie des risques** ou des incidences de phénomènes climatiques inattendus amplifiés par les types de sols, les caractéristiques géomorphologiques, l'absence de traitement sylvicole et quantité d'autres facteurs perçus comme terrains favorables aux accidents et identifiables au sol ou par le biais de la télédétection. A ce dernier propos il convient d'insister sur la nécessité de continuer à élaborer des relations aussi fines que possible entre variables mesurables au sol et variables maîtrisables sur clichés aériens. La tendance du tout aux investigations aériennes n'est pas exempte de sérieux risques et la **vérité terrain** déjà prônée à l'époque de l'utilisation déjà si éloignée de notre époque des photos aériennes panchromatiques reste d'actualité

Quand on sait qu'une décision engage un arbre ou un peuplement sur une durée de plusieurs années ou dizaines d'années on mesure mieux l'énorme défi auquel le forestier est confronté et cela accrédite d'autant plus l'hypothèse selon laquelle il est important de construire une forêt diversifiée en termes de structures, d'essences et de scénarios sylvicoles qui sont autant de situations pouvant au cours du temps faire l'objet de comparaisons et initier de nouvelles pratiques.



## MONITORING

Inférer des politiques de valorisation de la forêt à divers niveaux d'échelles se référant à des territoires locaux ou régionaux nécessite de la caractériser, la mesurer et la prédire sous de nombreux aspects. Décrire les évolutions passées et supputer celles à venir suppose le recours à des méthodes d'inventaire destinées à récolter une masse considérable de données de qualité capables d'alimenter les modèles dont question ci-avant. Parmi ces données figurant des thématiques on peut citer : variables quantitatives destinées à décrire les dimensions des arbres, à estimer volumes et biomasses ; variables caractérisant les peuplements (structure, essences, conditions d'exploitabilité, etc.) ; variables typant la diversité de la forêt (composition spécifique, recouvrement, etc.) ; variables écologiques (nature et propriétés du sol, végétation) ; variables relevant de la biodiversité (nombre d'espèces, bois mort).

De ces variables on peut tirer quantité d'informations renseignant sur la ressource et son potentiel, sur les spécificités écologiques, la qualité des habitats. La combinaison de données récoltées au sol avec des informations fournies par le LiDAR ou les scanners aéroportés, par exemple, permettent d'investiguer plus largement dans le domaine de la modélisation du fait de la richesse des variables collectées et difficiles à collecter (indice foliaire, importance de la canopée, compétitions interindividuelles).

Jacques Rondeux