

FORÊT • NATURE

OUTILS POUR UNE GESTION
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

Tiré à part de la revue **Forêt.Nature**

La reproduction ou la mise en ligne totale ou partielle des textes
et des illustrations est soumise à l'autorisation de la rédaction

foretnature.be

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70

Abonnement à la revue Forêt.Nature :
librairie.foretnature.be

Abonnez-vous gratuitement à Forêt.Mail et Forest.News :
foretnature.be

Retrouvez les anciens articles de la revue
et d'autres ressources : **foretnature.be**



BRANCHES, GOURMANDS ET ÉPICORMIQUES.
PETIT ATLAS DE VUES EN 3D
OBTENUES PAR TOMOGRAPHIE À RAYONS X

FRANCIS COLIN – FRÉDÉRIC MOTHE – JEAN-BAPTISTE MORISSET
CHARLINE FREYBURGER – FLAVIEN LAMICHE – CLAIRE FUND
LUCIE DEBRET – BRUNO GARNIER – FRÉDÉRIC BORDAT – RENÉ CANTA

Pouvoir observer l'intérieur d'un arbre sans avoir à le découper en rondelles, voici ce à quoi nous invitent les chercheurs de l'INRA qui, dans le cadre de CoForKo, ont passé au scanner nos principales essences forestières.

La tomographie à rayons X permet d'observer l'intégralité des nœuds et traces de bourgeons latents à l'intérieur de billons¹¹ et non plus quelques traces comme par dissection manuelle⁷. Un grand nombre de résultats a été obtenu sur chêne sessile. Dans le cadre du projet européen Interreg CoForKo, la ramification interne de quinze autres essences forestières a été analysée.

Cet article a pour objectif de présenter un certain nombre de vues en 3D obtenues suite à l'interprétation manuelle des images tomographiques^{2, 3, 8, 11}. Ces vues ont été sélectionnées pour illustrer de manière qualitative l'étonnante diversité de la ramification.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les quinze essences examinées sont : le merisier (*Prunus avium*), l'alisier torminal (*Sorbus torminalis*), le robinier (*Robinia pseudo-acacia*), le bouleau (*Betula pendula*),

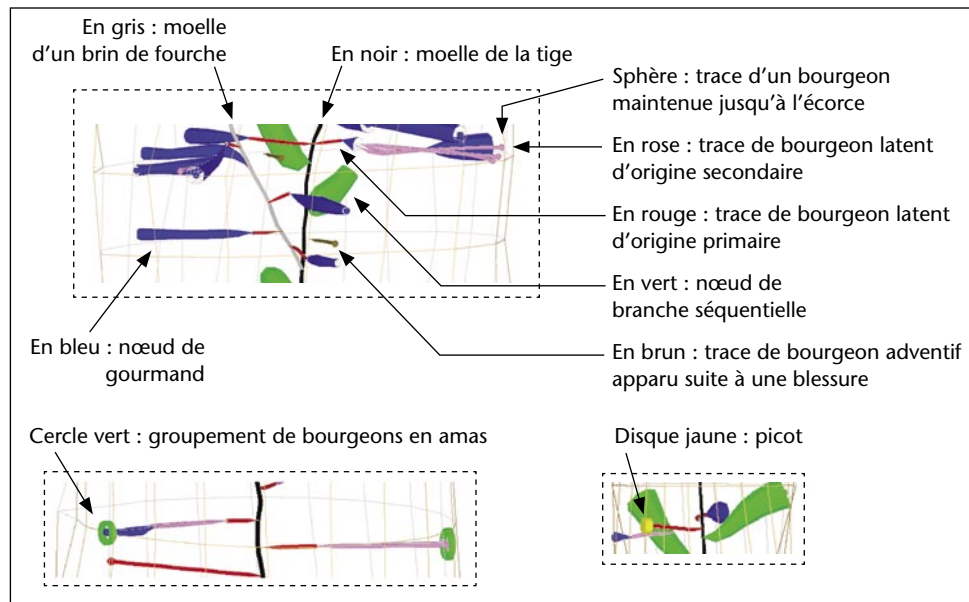
le charme (*Carpinus betulus*), le chêne rouge (*Quercus rubra*), les érables plane (*Acer platanoides*), champêtre (*A. campestre*) et sycomore (*A. pseudoplatanus*), l'orme (*Ulmus minor*), le tilleul (*Tilia platyphyllos*), le tremble (*Populus tremula*), le frêne (*Fraxinus excelsior*), le sapin (*Abies alba*) et l'épicéa (*Picea abies*).

Elles ont été récoltées autour de Nancy (Meurthe-et-Moselle) dans des peuplements privés ou gérés par l'ONF. Deux individus, l'un plutôt de bonne qualité extérieure, l'autre plutôt de mauvaise qualité extérieure (en termes de nombre de formations épicorniques observables), ont été échantillonnées pour chaque essence. Cinq billons de 1 mètre ont été prélevés sur chaque arbre à différentes hauteurs : à 2, 4 et 6 mètres, juste sous le houppier vert et à la base de la moitié supérieure du houppier. Après ressuyage à l'air pendant

6 à 9 mois suite à l'abattage, les billons ont été passés au tomographe à rayons X.

Le scanner dont nous disposons fournit un lot d'images de coupes virtuelles de 1,25 mm d'épaisseur (soit environ huit cents coupes pour 1 mètre de tronc scanné) sur lesquelles les traces de bourgeons et les nœuds apparaissent plus clairs que le bois alentour, signe d'une densité plus forte. Ces séries d'images sont interprétées selon une méthodologie présentée dans MORISSET *et al.*¹¹. Ceci permet de repérer toutes les traces présentes, de produire des fichiers de données quantitatives et de reconstituer en 3D tout le réseau des nœuds et traces de bourgeons latents. Pour les termes botaniques non redéfinis ici, le lecteur est invité à se référer à COLIN *et al.*^{2,3} et MORISSET *et al.*¹¹. Chaque type de trace est identifié par un code de couleur (figure 1) : moelle de la tige en noir,

Figure 1 – Code couleur des types de traces représentés.



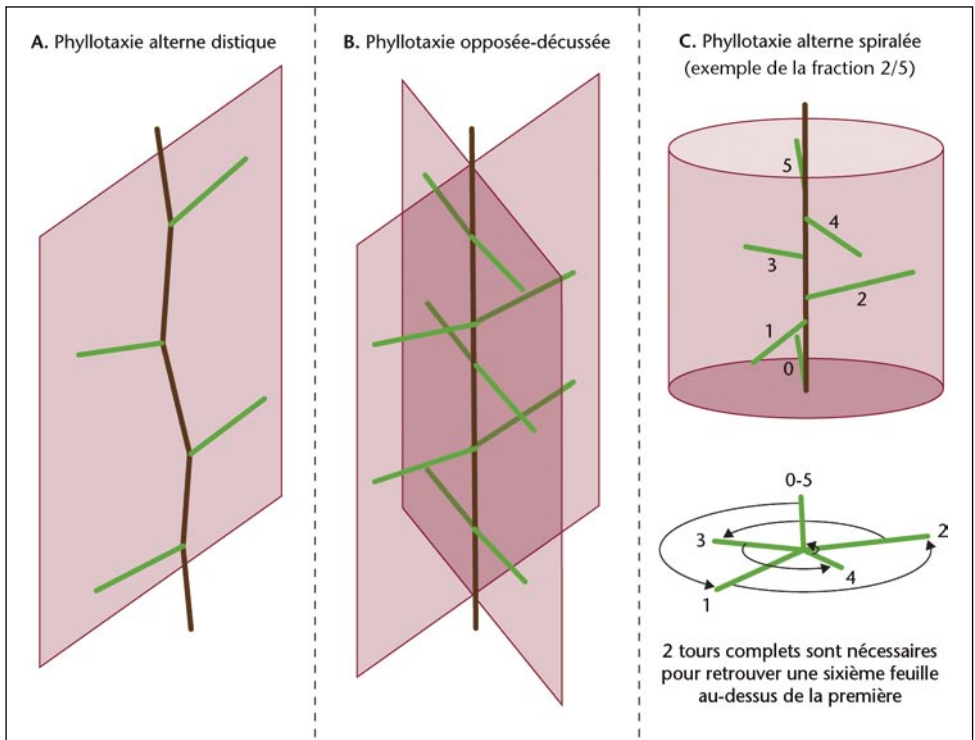


Figure 2 – Les trois types principaux de phyllotaxie représentés chez les essences étudiées. A. Phyllotaxie alterne distique des tilleuls, charme, hêtre. B. Phyllotaxie opposée-décussée des frêne et érables. C. Phyllotaxie alterne spiralée à fraction 2/5 des chênes par exemple.

moelle d'un brin de fourche en gris, nœud de branche séquentielle en vert, trace de bourgeon latent d'origine primaire en rouge, trace de bourgeon latent d'origine secondaire en rose, trace de bourgeon adventif apparu suite à une blessure en brun, nœud de gourmand en bleu. La trace d'un bourgeon maintenue jusqu'à l'écorce se termine par une petite sphère. Le groupement de bourgeons en amas est figuré par un cercle vert tandis qu'un picot est figuré par un disque jaune. La proximité de gourmands et d'amas permet de suspecter la présence de broussins.

La phyllotaxie est l'arrangement des feuilles le long de leur axe porteur. Trois principales phyllotaxies sont connues pour nos essences forestières (figure 2). Pour la phyllotaxie alterne spiralée la fraction phyllotaxique n'est pas toujours documentée. Quand elle l'est, nous l'avons indiquée. La phyllotaxie se retrouve dans la disposition des nœuds de branche et des traces de bourgeons latents primaires lorsque la plupart des bourgeons axillaires déposés en base des feuilles se sont transformés en branche ou en bourgeon latent.

(suite page 53)

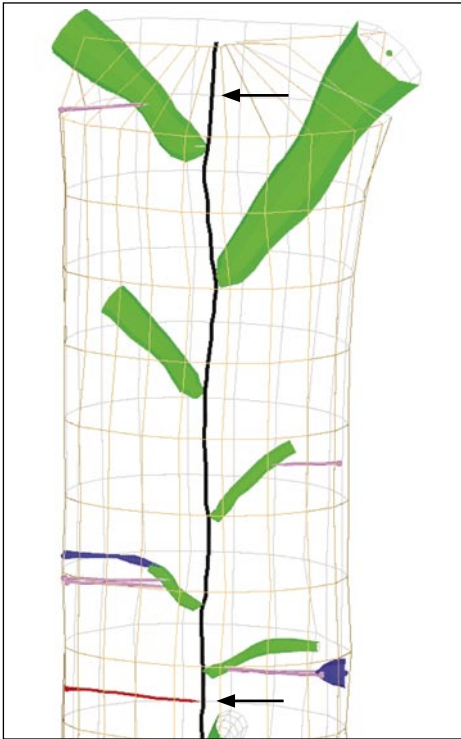


Figure 3 – Le hêtre présente une phyllotaxie alterne distique bien repérable ici sur une pousse annuelle délimitée par les deux flèches. L'acrotonie c'est-à-dire l'augmentation de la taille des branches vers le haut de la pousse annuelle, est bien visible. Les bourgeons latents d'origine secondaire sont surtout présents au niveau des branches. Le billon présenté mesure 50 cm de long.

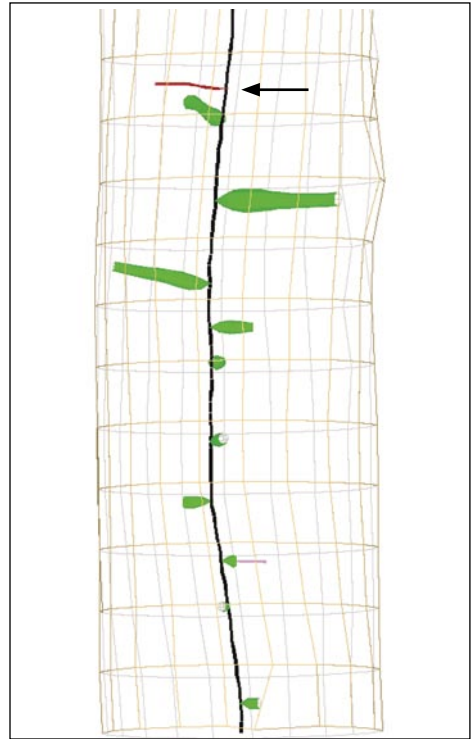
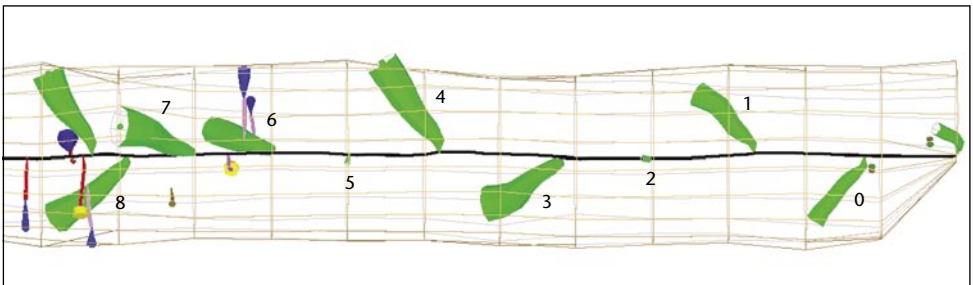


Figure 4 – Le tremble présente apparemment très peu de bourgeons latents. Un d'origine primaire et un d'origine secondaire ont toutefois été repérés. La phyllotaxie est alterne spiralée. Le billon présenté fait 65 cm de long.

Figure 5 – Chez l'aulne la disposition des feuilles est alterne spiralée avec une fraction de $3/8$. Le billon présenté fait 80 cm de long.



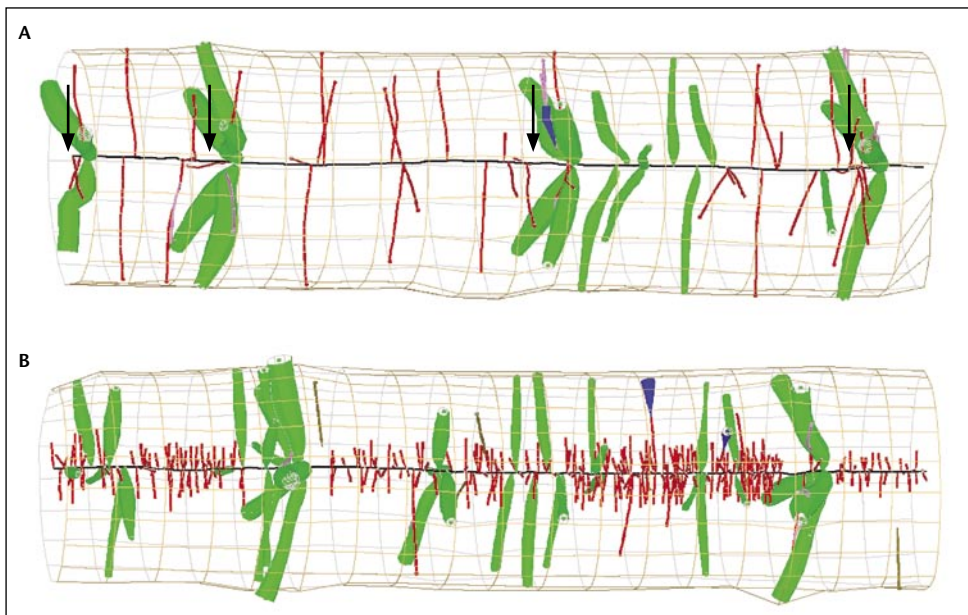


Figure 6 – Les billons de sapin pectiné présentés font un mètre de long. La phyllotaxie est alterne spiralée.

A. Les grosses branches sont rassemblées en pseudo-verticilles en haut des pousses annuelles (délimitées par les flèches). Le sapin est un conifère connu pour porter des épïcormiques sur son tronc. Effectivement plusieurs bourgeons primaires ont été observés.

B. De nombreuses traces d'aiguilles persistantes peuvent même être repérées grâce à leur densité légèrement plus forte que celle du bois environnant. Quelques traces de bourgeons adventifs ont été également identifiées.

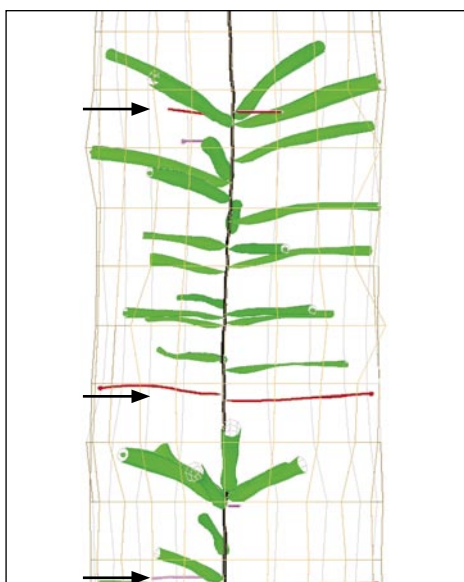


Figure 7 – L'épicéa commun, de phyllotaxie alterne spiralée, est réputé ne pas porter d'épïcormiques sur son tronc. Pourtant quelques traces de bourgeons essentiellement d'origine primaire ont été repérées. Elles se situent à proximité des limites de pousses annuelles (flèches). Les traces des aiguilles persistantes observables sur l'épicéa comme sur le sapin ne sont pas indiquées ici. Le billon présenté fait 50 cm de long.

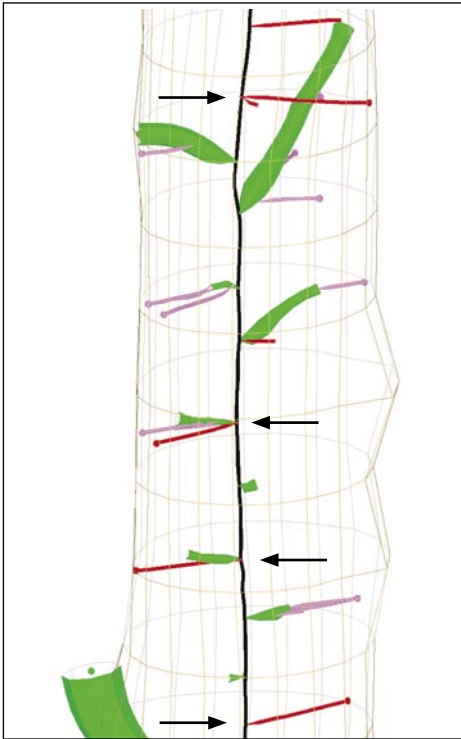


Figure 8 – L'orme présente une phyllotaxie alterne distique influençant fortement l'arrangement des branches à l'intérieur de la pousse annuelle (délimitée par les flèches du haut et du bas). De nombreuses branches portent des bourgeons latents d'origine secondaire. En dessous de deux d'entre elles sont apparus des bourgeons axillaires surnuméraires devenus bourgeons latents d'origine primaire (indiqués par les deux flèches intermédiaires). Le billon présenté fait 50 cm de long.

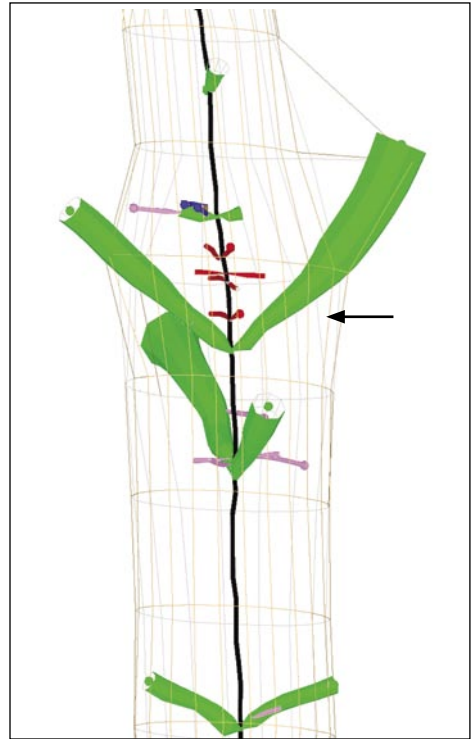
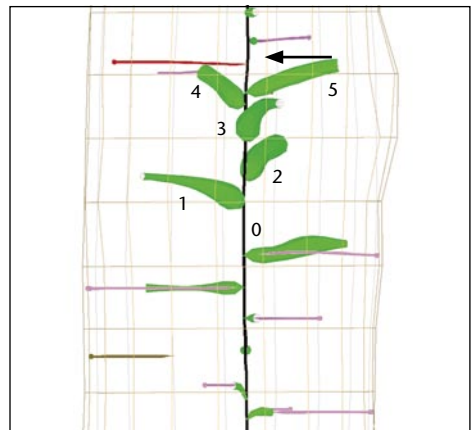


Figure 9 – Les branches du frêne se disposent selon la phyllotaxie opposée-décussée de leurs feuilles. C'est également le cas des bourgeons latents d'origine primaire qui se trouvent en limite inférieure de pousse annuelle (flèche). Le billon présenté fait 35 cm de long.

Figure 10 – Chez le merisier la disposition des feuilles est alterne spiralée. Des bourgeons latents d'origine secondaire ont été émis par quelques branches proches des limites de pousse annuelle (flèche). Les quatre petits nœuds du bas sont très certainement ceux de rameaux courts (ou brachyblastes) ; à leur extrémité élaguée se sont maintenus des bourgeons latents d'origine secondaire. Une trace apparemment de bourgeon adventif a été repérée. Le billon présenté fait 35 cm de long.



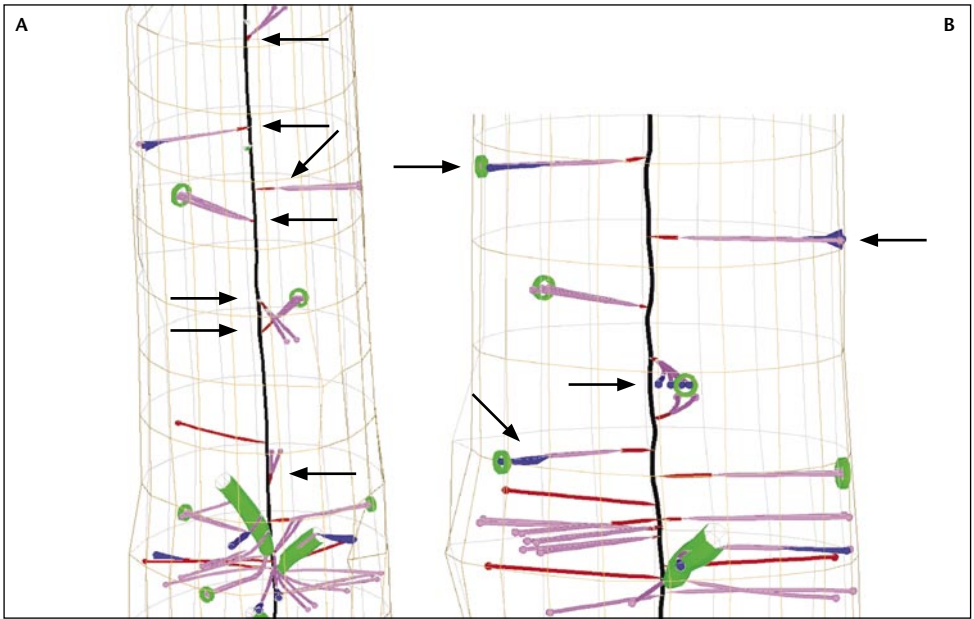
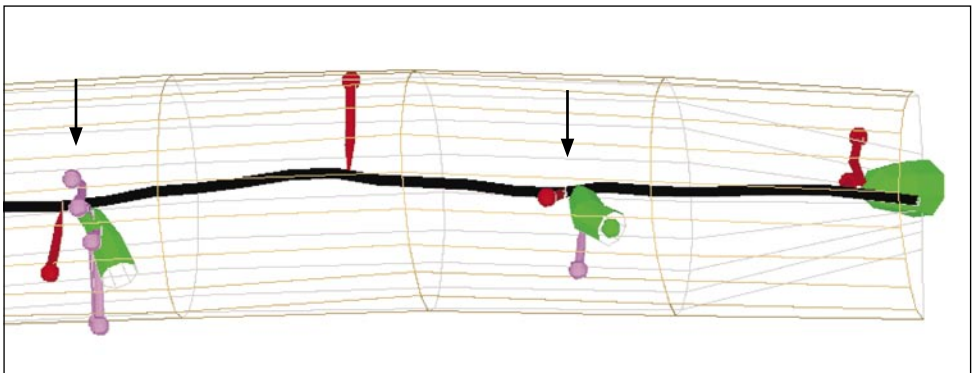


Figure 11 – Chêne rouge de phyllotaxie alternée spiralée de fraction 2/5.

- A. Les bourgeons primaires du chêne rouge peuvent aisément se ramifier et donner deux ou trois bourgeons latents-fils (flèches), qualifiés de bourgeons latents secondaires⁵. Le billon présenté fait 40 cm de long.
- B. Les bourgeons latents d'origine secondaire peuvent se rassembler avec des gourmands pour former des broussins (flèches). Le billon présenté fait 35 cm de long.

Figure 12 – Le charme présente une phyllotaxie alternée distique avec des bourgeons surnuméraires en dessous de certaines de ses branches (flèches). Les branches portent également souvent des bourgeons latents d'origine secondaire. Le billon représenté fait 20 cm de long.



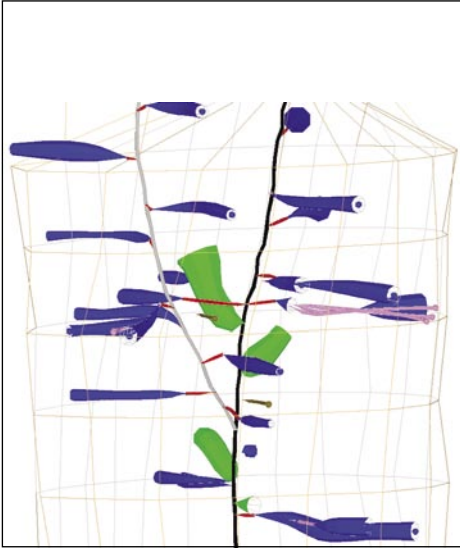


Figure 13 – Le robinier peut porter de nombreuses fourches et de nombreux bourgeons latents d'origine primaire dont beaucoup se sont développés ici en gourmands. Le billon présenté fait 30 cm de long. La phyllotaxie est alterne spiralee.

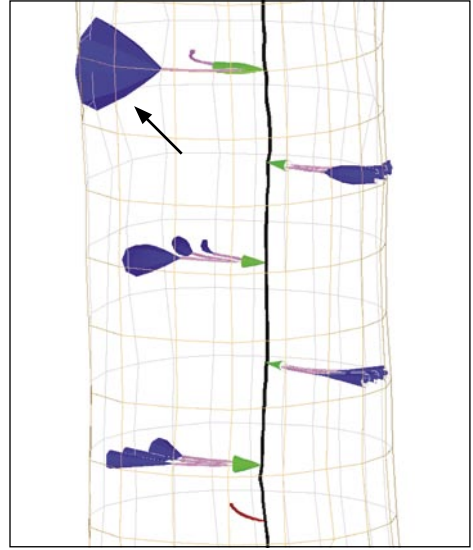
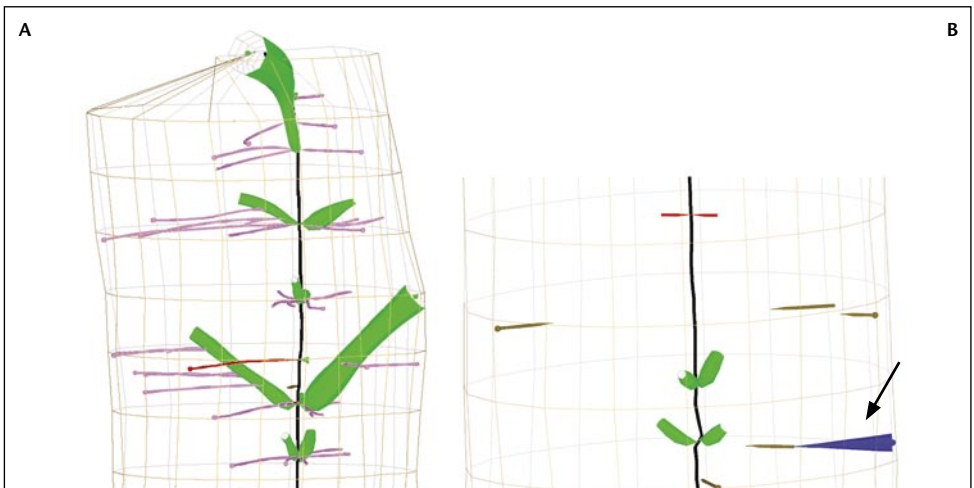


Figure 14 – Le tilleul a une phyllotaxie alterne distique. Les branches peuvent porter à leur extrémité élaguée de nombreux bourgeons latents d'origine secondaire dont certains se développent en gourmands. Les nœuds de ces gourmands peuvent être très coniques (flèche). Le billon présenté fait 25 cm de long.

Figure 15 – Érables

A. L'érable champêtre peut porter de nombreux bourgeons latents d'origine secondaire portés par les branches. Celles-ci sont disposées selon une phyllotaxie opposée-décussée. Le billon présenté fait 35 cm de long.

B. L'érable plane présente la même phyllotaxie. Des bourgeons d'origine adventive ont été repérés. L'un d'entre eux s'est développé en gourmand (flèche). Le billon présenté fait 25 cm de long.



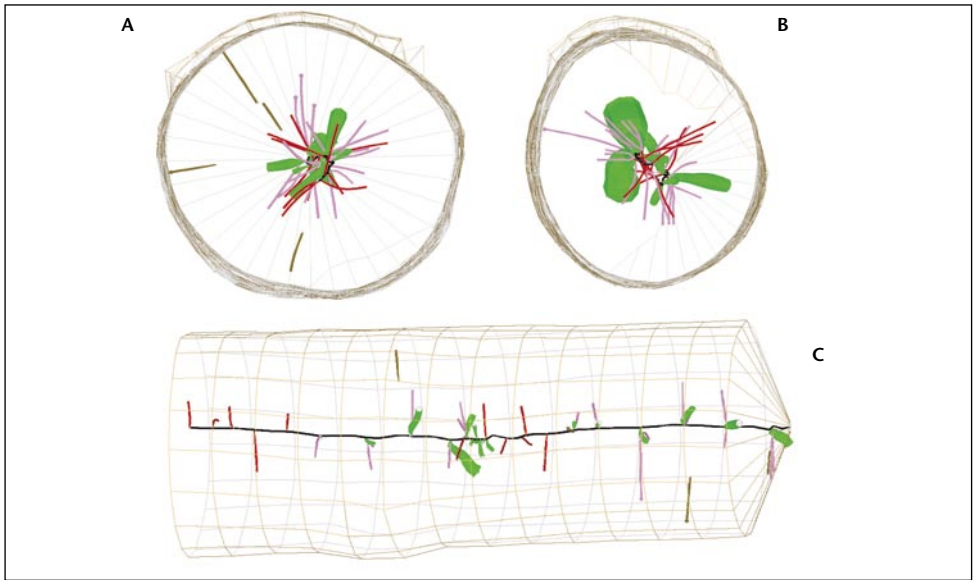
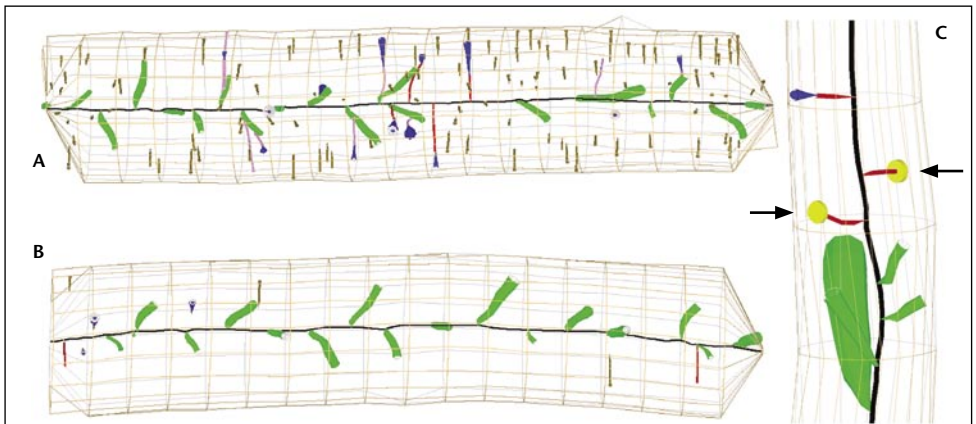


Figure 16 – *Lalisier torminal* présente un rapide élagage naturel de ses branches, suggéré par ses noeuds relativement courts. Sont visibles des traces de bourgeons qui ne persistent que peu de temps et atteignent peu souvent la périphérie du tronc.

- A. Vue du haut d'un billon de 1 m prélevé à 2 m. Deux traces de bourgeons adventifs ont été repérées.
- B. Billon de 1 m vu de haut et prélevé à 6 m sur le même arbre, dans lequel peu de bourgeons ont atteint la surface de la grume.
- C. Autre vue du billon prélevé à 2 m montrant la phyllotaxie alterne spiralée.

Figure 17 – Le bouleau est une essence qui peut présenter de nombreux épïcormiques.

- A. Billon de 1 m de long, appartenant à un arbre porteur de nombreux bourgeons à l'extérieur, qui présente à l'intérieur de nombreuses traces appariement de bourgeons adventifs.
- B. Billon appartenant à un individu de bonne qualité extérieure qui présente très peu de traces de bourgeons latents. À noter la phyllotaxie alterne spiralée.
- C. Le billon de 20 cm présenté porte des traces de bourgeons primaires qui ont donné naissance à des gourmands qui se sont finalement transformés en picots (flèches).



RÉSULTAT :
PETIT ATLAS DE VUES EN 3D

L'atlas de vue en 3D est présenté dans les figures 3 à 17.

Il constitue un premier mais précieux référentiel des manifestations possibles de la ramification des ligneux forestiers. L'intérêt pour le praticien forestier consiste en une meilleure connaissance de la connexion entre le développement architectural des essences et leurs propriétés technologiques et finalement une meilleure prise en compte dans la sylviculture courante des spécificités de chaque essence. Il ne permet pas de comparer statistiquement les essences mais de mettre en évidence quelques particularités : phyllotaxie, présence de bourgeons surnuméraires, propension à mettre en place des épïcormiques, propension à mettre en place des bourgeons adventifs. Pour ces derniers, il reste encore à bien confirmer que les bourgeons notés adventifs ne sont pas en réalité reliés à la moelle par une trace qui ne serait pas visible sur les coupes tomographiques. La résolution des images n'est toutefois pas à remettre en question puisqu'il est possible de repérer même les traces des aiguilles persistantes. L'analyse des différences d'angle d'insertion entre nœuds de branche et traces de bourgeon primaire successifs permettra de préciser les fractions phyllotaxiques non publiées.

Pour les autres intervenants de la filière bois, ce travail contribue à une meilleure connaissance du matériau bois. Il permet notamment de mieux visualiser la disposition spatiale des défauts du bois très liée à la phyllotaxie. Ceci pourrait avoir des

retombées intéressantes dans la mise en œuvre de tomographes industriels susceptibles d'optimiser le sciage des grumes, notamment d'essences secondaires et précieuses. ■

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie complète de l'article est disponible sur www.foretwallonne.be dans les pages dédiées au numéro 115 de la revue Forêt Wallonne. [WWW](http://www.foretwallonne.be)

FRANCIS COLIN

colin@nancy.inra.fr

FRÉDÉRIC MOTHE

JEAN-BAPTISTE MORISSET

CHARLINE FREYBURGER

FLAVIEN LAMICHE

CLAIRE FUND

LUCIE DEBRET

BRUNO GARNIER

FRÉDÉRIC BORDAT

RENÉ CANTA

Laboratoire d'étude des ressources
forêt bois (LERFOB)
UMR 1092 INRA-AgroParisTech Nancy
INRA Centre de Nancy
F-54280 Champenoux