

Rapport d'analyse dendrochronologique

Statue (et rondelles de chêne)

Saint Guidon imberbe et pièces de chênes conservés en la
collégiale Saints-Pierre-et-Guidon, Anderlecht



Dr Pascale FRAITURE

Sarah CREMER

Armelle WEITZ

N° de dossier IRPA	2014.12402
Objet IRPA	11003287
N° de dossier dendro.	P547
Commanditaire	F. Leroy, DMS, Administration communale d'Anderlecht
Demande d'intervention	21/01/2014
Bon de commande	26/02/2014
Enregistrements	21/02/2014
Résultats préalables	11/07/2014
Rapport C14	16/12/2014
Rapport dendro. définitif	16/12/2014

Sommaire

1. Protocole d'analyse des sculptures et retables sculptés	- 3 -
1.1. Contexte d'échantillonnage	- 4 -
1.2. Préparation des échantillons et saisie des mesures	- 12 -
1.3. Traitement des données par informatique	- 14 -
1.3.1. Constitution du référentiel de chronologies régionales pour le chêne pour la Belgique et les régions limitrophes	- 15 -
1.3.2. Constitution du référentiel de chronologies de sites et individuelles pour le chêne pour la Belgique et les régions limitrophes	- 16 -
1.4. Datation dendrochronologique	- 17 -
1.5. Interprétation des résultats dendrochronologiques	- 18 -
1.6. Interprétation des illustrations graphiques des résultats produits par <i>Dendron IV</i>	- 22 -
1.6.1. Histogrammes cumulés	- 22 -
1.6.2. Corrélations en éventail	- 23 -
2. Etude dendrochronologique de la statue de <i>Saint Guidon imberbe</i> et de tronçons de chêne conservés dans la collégiale Saints-Pierre-et-Guidon, Anderlecht	- 24 -
2.1. Etude dendrochronologique	- 25 -
2.1.1. Objet de l'étude	- 25 -
2.1.2. Description de l'échantillonnage	- 26 -
2.1.3. Comparaisons dendrochronologiques entre les rondelles de chêne et la sculpture	- 30 -
2.1.4. Datation dendrochronologique et interprétation des résultats	- 32 -
2.1.5. Conclusion	- 32 -
2.1.6. Remerciements	- 33 -
2.2. Données dendrochronologiques, tableaux et graphiques de résultats	- 34 -
2.2.1. Tableau récapitulatif de la datation	- 34 -
2.2.2. Données des séquences dendrochronologiques de la sculpture et des fragments de chêne	- 44 -
2.2.3. Données de la moyenne dendrochronologique de l'ensemble, P547-M1	- 36 -
2.2.4. Datation dendrochronologique de la moyenne : calculs de synchronisation	- 37 -
2.2.5. Vérifications de l'hypothèse de datation retenue pour la moyenne dendrochronologique P547-M1 par comparaisons visuelles avec des chronologies du référentiel	- 38 -
2.2.6. Histogrammes cumulés des positions chronologiques proposées par <i>Dendron IV</i> lors du calcul de la moyenne P547-M1 sur les chronologies régionales du référentiel	- 39 -
2.2.7. Corrélations en éventail produites par <i>Dendron IV</i> pour la position chronologique retenue (hypothèse) moyenne P547-M1 sur les chronologies de sites et individuelles du référentiel	- 39 -
3. Bibliographie	- 40 -
4. Annexe : <i>Radiocarbon dating report</i>	- 43 -

Couverture

Saint Guidon imberbe, anonyme, Anderlecht, église Saints-Pierre-et-Guidon
Photo F. Leroy



Protocole d'analyse des sculptures et retables sculptés



1.1. Contexte d'échantillonnage

Les contraintes liées à la faisabilité d'une datation dendrochronologique d'une sculpture ou d'un retable sculpté sont de plusieurs natures. Premièrement, les éléments de bois choisis pour l'étude doivent être représentatifs des faits à étudier et d'une essence compatible avec la dendrochronologie. Chez nous, c'est le cas du chêne (*Quercus robur* L. ou *petraea* Liebl.), du hêtre (*Fagus sylvatica* L.), du pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.), de l'épicéa (*Picea sp.*), du mélèze (*Larix sp.*), etc, mais pas du peuplier (*Populus sp.*), du tilleul (*Tilia sp.*), du noyer (*Juglans sp.*), du bouleau (*Betula sp.*), du noisetier (*Corylus sp.*), etc. Dans le contexte de sculptures ou retables sculptés produits dans les anciens Pays-Bas, le chêne représente l'essence la plus régulièrement étudiée par dendrochronologie, ce dont témoignent toutes les illustrations de ce protocole.

Deuxièmement, les pièces de bois doivent être analysables sans recourir à des prélèvements destructifs. Lors de l'analyse dendrochronologique d'une œuvre d'art, et contrairement aux études de bâtiments ou de vestiges archéologiques, le dendrochronologue ne prélève pas d'échantillons, étant donné le caractère précieux de l'objet. Les cernes de croissance doivent être mesurés directement sur la surface de la section transversale de l'arbre (Fig. 1), c'est-à-dire le *bois de bout*. Il s'agit le plus souvent de la base des sculptures (Fig. 2a) ou des reliefs sculptés de retable (Fig. 2b), et des chants des planches constituant la caisse d'un retable ou son décor architecturé. Dans ce dernier cas, les cernes sont mesurés sur les chants latéraux ou horizontaux selon l'orientation du fil du bois (horizontal ou vertical) (Fig. 2c). Quel que soit le type de pièce, les cernes de croissance sont mesurés le long d'un rayon allant du cœur vers la périphérie du tronc (Fig. 2 – flèche pointillée).

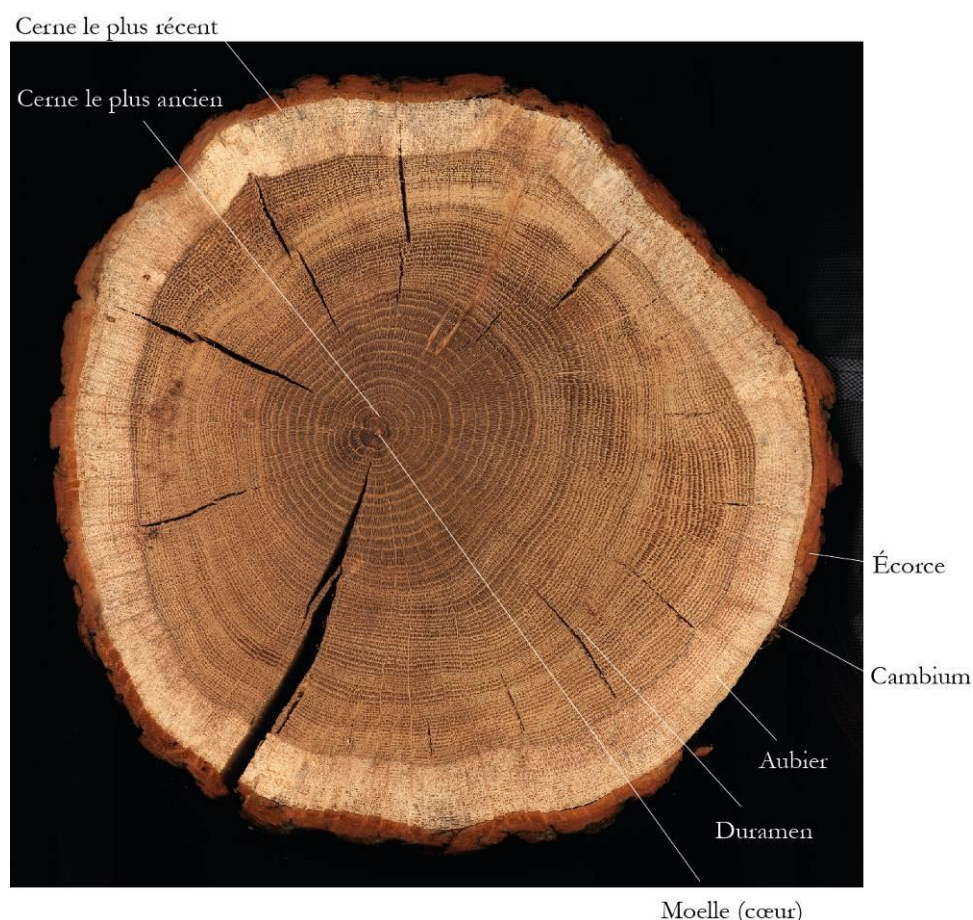


Fig. 1. Schéma de la section transversale d'un tronc de chêne montrant les différentes parties du bois : moelle (ou cœur), duramen, aubier¹, cambium² (et écorce entourant le tronc) ; on devine également les rayons médullaires du chêne © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

¹ L'aubier est la couronne périphérique du tronc par laquelle la sève brute monte des racines vers les branches. Elle renferme les cernes les plus récents de la vie de l'arbre (Fig. 1).

² Le cambium est l'assise de cellules reproductrices du bois, situé entre le xylème secondaire (vers l'intérieur du tronc) et le phloème secondaire (vers l'extérieur) (Fig. 1). D'après KAENNEL M. & SCHWEINGRUBER F. H., 1995.



Fig. 2a. Cernes accessibles sur la base d'une sculpture (la flèche figure la direction d'un chemin de lecture dendrochronologique, du cœur vers la périphérie) © IRPA

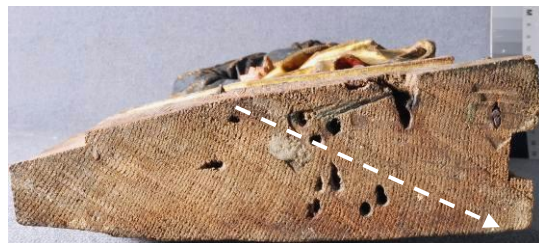


Fig. 2b. Cernes accessibles sur la base d'un relief sculpté de retable (flèche = direction de lecture) © Albayalde S.L.

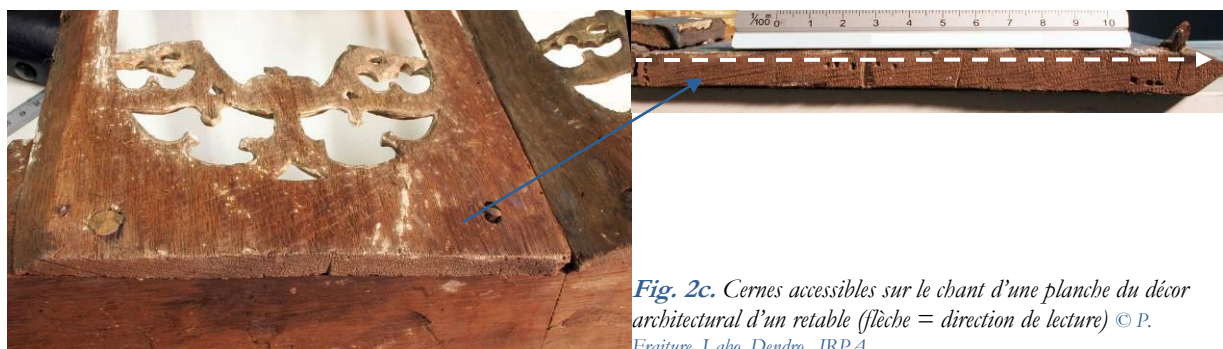


Fig. 2c. Cernes accessibles sur le chant d'une planche du décor architectural d'un retable (flèche = direction de lecture) © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

Troisièmement, les pièces de bois doivent être d'une bonne qualité dendrochronologique. Celle-ci découle principalement de la puissance du signal climatique enregistré par l'arbre. Cet aspect n'est pas aisément maîtrisable à l'échantillonnage ; il dépend tant du potentiel génétique de l'arbre que de son environnement de croissance biotique et abiotique. De plus, dans le cadre de l'étude de sculptures, il est assez fréquent que le choix précis de l'artisan pour une partie de l'arbre mette en péril le succès de la datation. Par exemple, en privilégiant la morphologie particulière d'une bifurcation du tronc, en vue de coller au mieux au profil de la sculpture envisagée, le sculpteur met en œuvre une partie de bois à croissance irrégulière et déformée par la séparation en branches. Les séries de cernes d'une telle pièce rendent dès lors moins compte du climat – sur lequel repose la dendrochronologie – que d'un événement particulier de la vie de cet arbre (Fig. 3ab).



Fig. 3a. Schéma figurant la position du groupe sculpté dans le tronçon de chêne mis en œuvre (Sainte Anne Trinitaire, groupe Elsloo, Sint-Truiden) © IRPA



Fig. 3b. Base d'une sculpture avec déformations des cernes de croissance dues à une bifurcation du tronc © IRPA

La qualité dendrochronologique des pièces à dater est également en grande partie liée au nombre de cernes de croissance présents. En effet, généralement (quelle que soit l'essence), une série d'une trentaine d'années est statistiquement trop courte pour une datation fiable : le risque d'obtenir plusieurs propositions vraisemblables empêche de considérer toute date comme absolument sûre. Des séquences de 50 cernes environ peuvent mener à un résultat sûr, à condition de disposer d'un nombre important de bois analysables. Habituellement, on considère qu'un minimum de 70 à 80 cernes est requis pour fournir un résultat sans équivoque. D'une manière générale, plus le nombre de cernes est important, plus la datation est fiable³.

Le nombre de cernes que compte une œuvre à dater est principalement lié à trois paramètres :

- d'abord, l'âge de l'arbre : l'utilisation d'un arbre immature limite d'office le nombre de cernes qu'il contient ;
- ensuite, le rythme de croissance de l'arbre, que caractérise la quantité de bois produite par année : des cernes étroits sont représentatifs d'une croissance lente (Fig. 4a), des cernes larges d'une croissance rapide (Fig. 4b) ; de ce fait, plus la croissance est lente, plus le nombre de cernes est important ;

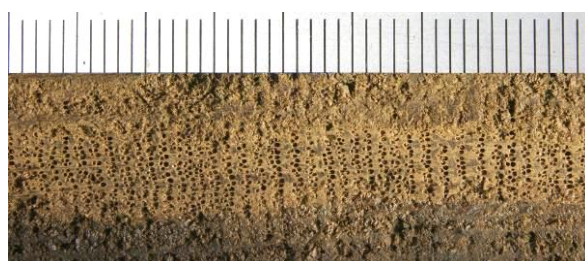
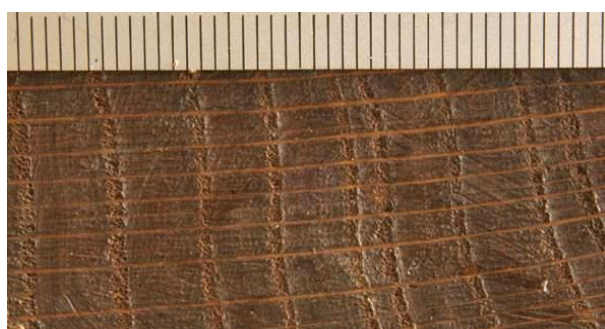


Fig. 4. Bases de sculptures illustrant d'une part un rythme de croissance rapide (Fig. 4b : cernes larges) et d'autre part un rythme très lent (Fig. 4a : cernes très étroits) © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

³ FRAITURE P., 2009.

- enfin, la technique de mise en œuvre employée :
 - Pour les sculptures : l'équarrissage de la grume prive une première fois la pièce de bois d'une partie plus ou moins importante de cernes, qu'elle soit transformée en *bois de brin*, *quartelot*, *demi-billes*, *quartiers*, etc. (Fig. 5) Ensuite, le travail de sculpture proprement dit peut également réduire la quantité de cernes sur la base (Fig. 6). Enfin, il est assez courant que des rondes-bosses de plus grandes dimensions soient évidées pour éviter fentes et déformations du bois au séchage, supprimant alors une grosse partie de la surface analysable (Fig. 7). Cette mise en forme de la pièce de bois induit inévitablement la perte de cernes de croissance, dont le nombre est difficilement quantifiable.



Fig. 5a. Bois de brin

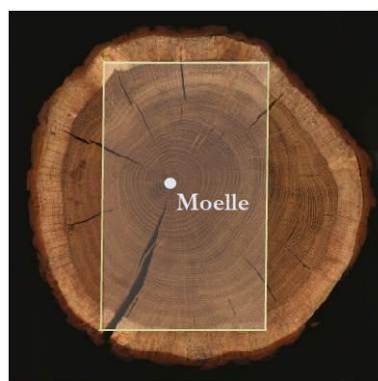


Fig. 5b. Quartelot



Fig. 5c. Demi-bille

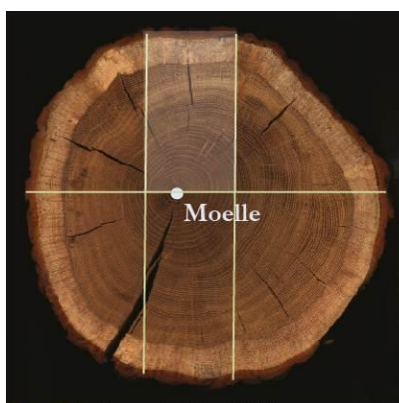


Fig. 5d. Tiers de demi-bille

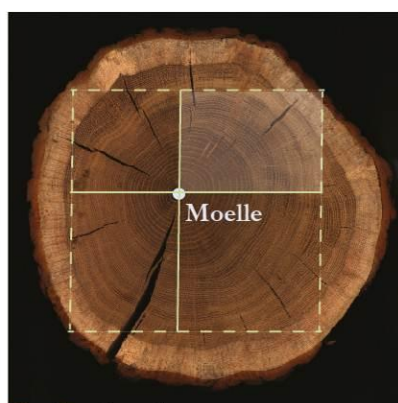


Fig. 5e. Quartier

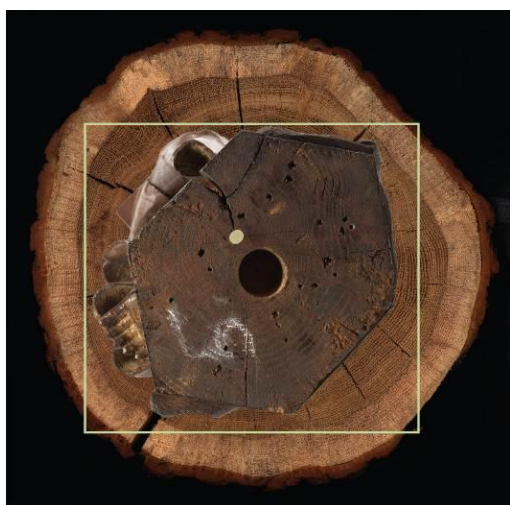


Fig. 6. Figuration de la position d'une sculpture sur bois de brin : la mise en forme du bois a entraîné la perte de cernes périphériques supplémentaires. © Labo. Dendro., IRPA



Fig. 7. Sculpture évidée, ce qui a entraîné la perte des cernes de la partie interne du bois. © IRPA

○ Pour les planches : la quantité de cernes visibles varie selon la place originale de la pièce de bois dans la grume (a) et le mode de débitage mis en œuvre (b) :

- a) Le débitage de la grume par fendage ou par sciage produit quatre qualités principales de planches (Fig. 8). Un débitage sur *plein quartier* fournit des planches dont les rayons médullaires sont parallèles au plat de la planche ; les cernes leur sont perpendiculaires et leur nombre sur la planche est maximal (Fig. 9a). Le débitage sur *quartier* présente des rayons légèrement obliques par rapport au plat ; les cernes, eux aussi légèrement obliques, sont un peu moins nombreux (Fig. 9b). Quant au débitage sur *faux quartier*, les rayons et les cernes sont très obliques (45°) ; le nombre de cernes visibles est fortement réduit, si bien qu'il peut ne pas suffire à l'étude (Fig. 9c). Enfin, des planches sur *dosse* sont tangentielles aux cernes qui sont dès lors très peu nombreux, généralement trop peu pour la datation (Fig. 9d). Ajoutons que la mise à équerre de la planche peut elle aussi entraîner une perte de cernes supplémentaire tant du côté de la moelle que de celui de l'aubier (voir point 1.6).



Fig. 8. Schéma de la section transversale d'un tronc de chêne montrant les différentes orientations de débitage des planches :

- *plein quartier* (1)
- *quartier* (2)
- *faux quartier* (3)
- *dosse ou tangentiel* (4).

© P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

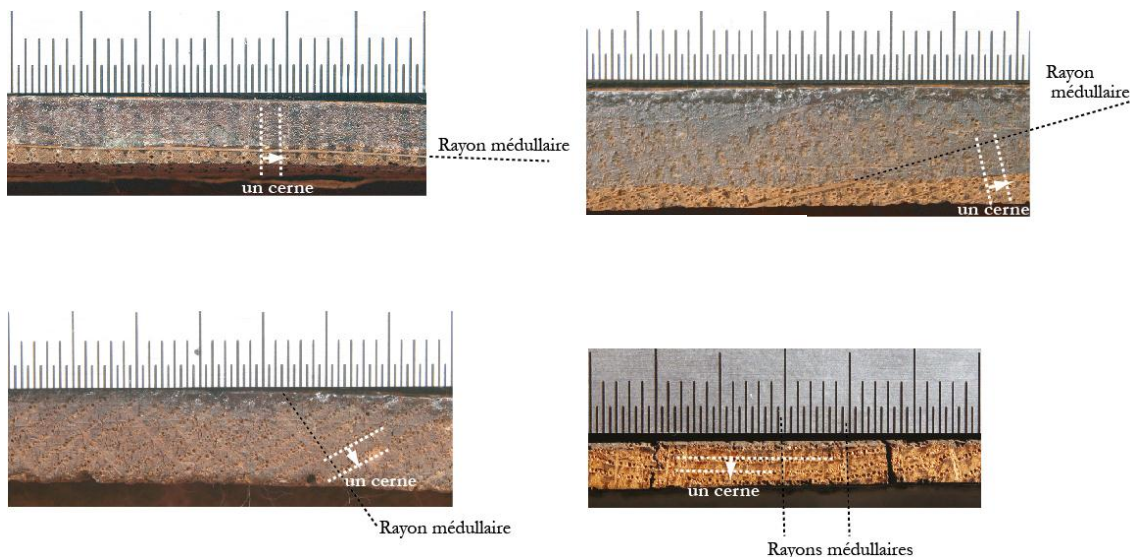
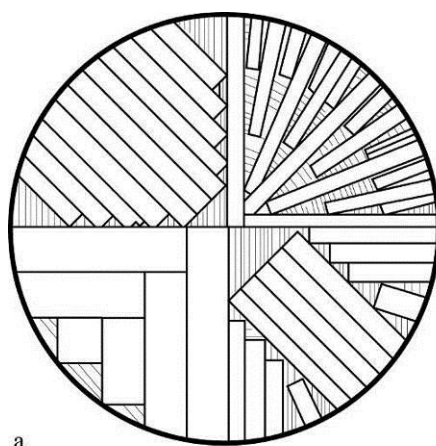


Fig. 9. Chants de planches en chêne illustrant les différentes orientations de débitage des planches :

- Fig. 9a. Plein quartier : les rayons sont parallèles au plat de la planche, les cernes leur sont perpendiculaires ;
- Fig. 9b. Quartier : les rayons sont légèrement obliques par rapport au plat de la planche ; les cernes leur étant perpendiculaires, ils sont eux aussi légèrement obliques ;
- Fig. 9c. Faux quartier : les rayons et les cernes sont obliques de 45° ;
- Fig. 9d. Dosse : les rayons sont perpendiculaires au plat de la planche, et les cernes parallèles (tangentiels).

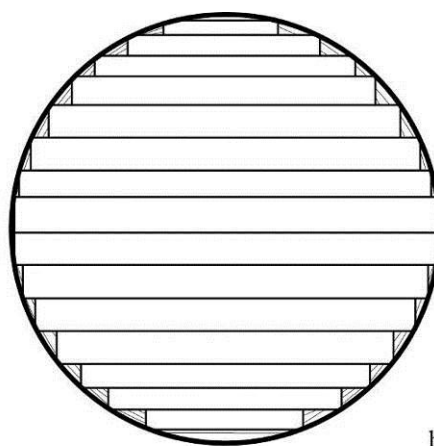
© P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

- b) Deux modes principaux de débitage en planches sont à distinguer. Le débitage sur quartier est privilégié – en théorie – jusqu’à l’époque moderne (Fig. 10a). Le débitage sur boule apparaît – en théorie – avec le développement du sciage industriel (Fig. 10b). Pour des planches de mêmes dimensions et de rythmes de croissance comparables, celles résultant d’un sciage sur boule passant à travers le cœur comportent un nombre de cernes considérablement réduit puisque sur chaque échantillon sont présents les mêmes cernes de part et d’autre du cœur.



a

Fig. 10a. Différents modes de débitage de planches sur quartier⁴



b

Fig. 10b. Débitage sur boule

Bien entendu, la qualité du corpus échantillonné dépend aussi de l’état de conservation des pièces de bois à analyser. Dégradation de la base des sculptures au contact d’un socle en pierre, attaques d’insectes, fentes de séchage (Fig. 11-12) sont autant de facteurs limitant la qualité et la précision de l’enregistrement des épaisseurs des cernes et, dans une certaine mesure également, leur nombre.



Fig. 11. Bases de sculptures endommagées sur lesquelles un enregistrement dendrochronologique n’est pas réalisable. © IRPA

⁴ Quatre applications de la méthode hollandaise de débitage des quartiers, de la plus dispendieuse à la plus économique, pour l’obtention de planches sur maille. D’après VIOLLET-LE-DUC E., *Dictionnaire raisonné de l’architecture française du XI^e au XVI^e siècle*, t. 6 : *Menuiserie*, p. 346, art. 88. (infographie E. Van der Sloot).



Fig. 12. Planches de fond d'un retable démontées pour restauration : leurs chants étant fortement endommagés, les cernes de croissance ne sont que partiellement exploitables © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

Ajoutons que les témoins du travail artisanal passé (traces d'outils, couches picturales ou imprégnations de matières consolidatrices) peuvent également compliquer, voire empêcher, l'examen dendrochronologique (Fig. 13-14).



Fig. 13. Base d'un relief sculpté de retable comportant des traces d'outils du travail du bois et d'établi qui compliquent fortement la lisibilité des cernes de croissance © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA



Fig. 14. Base peinte de la caisse de la prédelle d'un retable, ce qui masquent intégralement les cernes de croissance © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

De ces facteurs limitants dépend souvent la nécessité de disposer de plusieurs séries dendrochronologiques pour assurer une datation. D'une part, celles-ci devraient permettre de contrer les éventuels défauts du bois. D'autre part, lorsque plusieurs pièces de bois sont disponibles pour l'étude – dans le cas de retables sculptés⁵ ou de groupes de statues en ronde-bosse⁶ –, multiplier l'échantillonnage a pour but de constituer des moyennes dendrochronologiques rassemblant plusieurs séries de cernes, celles-ci étant généralement plus longues et plus sensibles que les séries individuelles, et dès lors plus aisément « datables ». De manière générale, plus le nombre d'échantillons est important, plus la datation est fiable.

Pour les rondes-bosses formées d'une pièce de bois unique ou des reliefs de retable isolés, la constitution de ce type de chronologie moyenne n'est pas envisageable, rendant souvent l'examen plus compliqué. Néanmoins, dans la mesure du possible, plusieurs séries de cernes seront enregistrées, le long de différents rayons du bois (Fig. 15), en vue de contourner au mieux les éventuelles déformations de croissance dues par exemple à la proximité de nœuds et de remédier aux lacunes des séries dendrochronologiques causées par des passages abîmés dans le bois.



Fig. 15a



Fig. 15b

Fig. 15. Base d'une sculpture en ronde bosse en Fig. 15a et d'un relief sculpté de retable Fig. 15b avec figuration de chemins de mesure dendrochronologiques le long de deux rayons © Fig. 15a : IRPA ; Fig. 15b : P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

⁵ FRAITURE P., 2013^a.

⁶ FRAITURE P., 2000 ; 2013^b.

1.2. Préparation des échantillons et saisie des mesures

Plusieurs techniques d'acquisition des données dendrochronologiques sont disponibles. La méthode traditionnelle est un enregistrement des épaisseurs des cernes directement sur la pièce, à l'aide d'une loupe ou d'un microscope. Depuis plusieurs années, nous avons développé une technique de mesure indirecte : un enregistrement des séries de cernes sur macrophotographies numériques étalonnées par une échelle millimétrique⁷. Ce procédé a été rendu possible par la mise au point d'une procédure informatique permettant la mesure des épaisseurs des cernes directement sur l'écran de l'ordinateur⁸, avec une précision au centième de millimètre (Fig. 16-17). L'avantage de cette méthode est de fournir au dendrochronologue des enregistrements des cernes auxquels il peut se référer autant qu'il le souhaite, pour vérifications par exemple. Elle tient également lieu d'archivage, utile notamment à la description du bois mis en œuvre et à l'illustration des rapports et de publications éventuelles.



Fig. 16a



Fig. 16b

Fig. 16. Enregistrement des séquences dendrochronologiques sur la base d'une statue (Fig. 16a) ou d'un relief de retable sculpté (Fig. 16b) par macrophotographies numériques.



Fig. 17a



Fig. 17b

Fig. 17. Chaque macrophotographie est étalonnée par une échelle millimétrique (Fig. 17a), permettant une mesure des épaisseurs des cernes sur écran avec une précision au 1/100^e mm (Fig. 17b) © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

⁷ FRAITURE P., 2007.

⁸ La mesure proprement dite est effectuée par une procédure spécifique dans *Adobe™ Photoshop™*. Les données sont ensuite reconstituées et converties en format « Besançon » par l'outil *TakeMeasuresFromAdobePhotoshop*, version 20120113 (LAMBERT G.-N., ex-CNRS-Laboratoire de Chrono-Écologie de l'Université de Franche-Comté-UMR 6249 ; collaborateur IRPA).

Préalablement à la prise des clichés photographiques, une légère préparation du bois est généralement nécessaire afin de rendre nette la séparation entre les cernes. Ce rafraîchissement est réalisé le long d'un rayon à l'aide d'une brosse à poils mi-durs et, si nécessaire, de lames souples et très affûtées (de type « cutter Stanley », Fig. 18). Lorsque le bois est plus friable, cette préparation requiert l'utilisation d'une brosse plus souple et de lames de rasoirs, plus souples et plus affûtées également (Fig. 19).

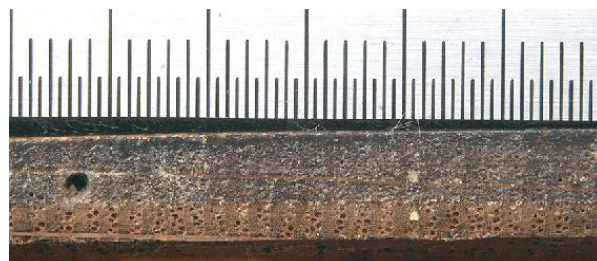


Fig. 18. Chants de planches de chêne avant et après préparation d'un chemin de mesure dendrochronologique : les cernes n'étaient pas visibles avant le nettoyage (à gauche), ils le sont parfaitement ensuite (à droite) © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

Le choix de la/des zone(s) à préparer est conditionné par la nécessité de disposer du maximum de cernes, tout en évitant au mieux les perturbations (assemblages, nœuds, dégradations du bois...). De même, enregistrer les cernes d'aubier est indispensable s'ils ont été préservés, leur présence influençant la précision avec laquelle la date d'abattage est déterminée (Fig. 20 ; voir point 1.6).



Fig. 19. Préparation d'un chemin de mesure dendrochronologique à la lame de rasoir sur la base d'un relief sculpté de retable © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA



Fig. 20. Chemin de mesure préparé à la lame de rasoir, nécessaire en particulier pour l'aube très friable © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

1.3. Traitement des données par informatique

Une collaboration bien établie avec d'autres dendrochronologues européens (entre autre G.-N. Lambert, Besançon ; P. Hoffsummer, Liège ; I. Tyers, Sheffield ; W. Tegel, Böhlingen ; C. Perrault, Besançon ; E. Jansma, Amersfoort⁹ ; S. van Daalen, Deventer ; S. Wrobel, Hambourg ; K. Haneca, Bruxelles ; A. Daly, Copenhague) garantit un échange constant de bases de données entre les différents laboratoires¹⁰.

Le logiciel *Dendron*, mis au point et régulièrement perfectionné par G.-N. Lambert¹¹, assure l'organisation de ces banques de données dans lesquelles les séquences dendrochronologiques peuvent aisément être comparées et réunies sous la forme de référentiels régulièrement affinés et mis à jour.

Le référentiel de l'IRPA comprend plusieurs catégories de données, issues de différents laboratoires européens. Les *chronologies de référence* et/ou *régionales* sont de longues séquences dendrochronologiques réunissant des centaines, voire des milliers de bois, couvrant plusieurs siècles et chacune représentative d'une zone géographique plus ou moins étendue. Les *chronologies de sites* et/ou *locales* regroupent des bois contemporains provenant d'un même bâtiment ou site archéologique. Enfin, des *chronologies individuelles* issues de différents types de matériel – archéologique, architectural, artistique – sont des séquences dendrochronologiques chacune représentative d'un seul arbre.

Le référentiel de l'IRPA comprend, pour le chêne, des chronologies couvrant une bonne partie de l'Europe occidentale et des régions aux alentours de la mer Baltique (Fig. 21).

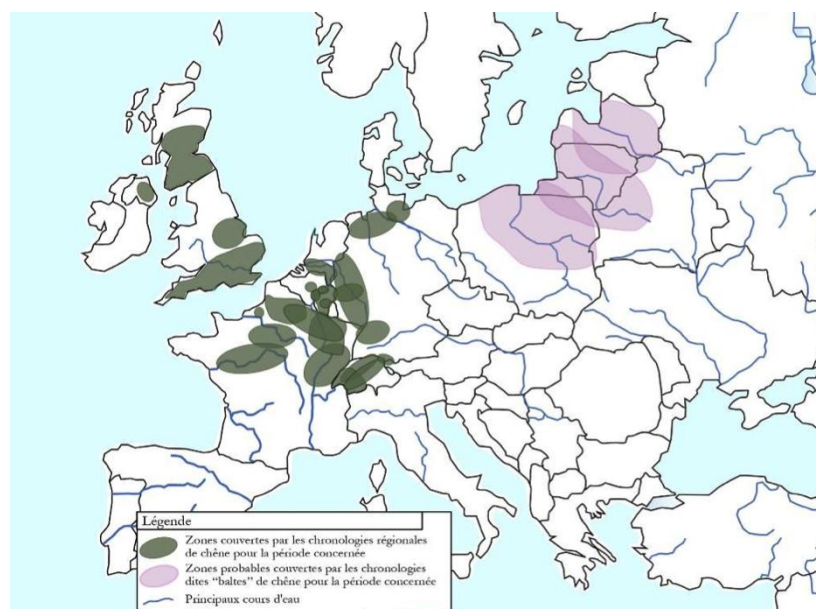
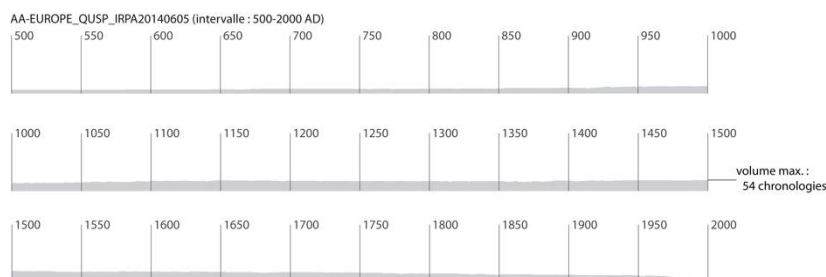


Fig. 21. Schématisation de la couverture géographique des chronologies régionales disponibles au laboratoire pour le chêne, pour le dernier millénaire et demi © Labo. Dendro., IRPA



⁹ E. Jansma est le promoteur du projet *Digital Collaboratory for Cultural Dendrochronology (DCCD)* – *A digital data library for dendrochronology*, auquel l'IRPA est intégré depuis ses origines. Ce projet met à disposition de ses membres des milliers de données dendrochronologiques. <http://vkc.library.uu.nl/vkc/dendrochronology/>

¹⁰ L'IRPA remercie vivement les collègues de ces différents laboratoires pour les chronologies qu'ils ont mises à sa disposition. La mention du laboratoire créateur de chaque chronologie utilisée pour dater un site est précisée dans les tableaux de résultats.

¹¹ LAMBERT G.-N., 2006 (Centre National de la Recherche Scientifique – Laboratoire de Chrono-Écologie de l'Université de Franche-Comté – UMR 6249) pour la version II de *Dendron*. La version IV utilisée dans le cadre de ce dossier, par G.-N. Lambert également (collaborateur scientifique ULg), est actuellement inédite.

1.3.1. Constitution du référentiel de chronologies régionales pour le chêne pour la Belgique et les régions limitrophes (code réf. AA_BELGIQUEetENV_IRPA20140605)

Le référentiel de chronologies régionales utiles à ce dossier est constitué d'une trentaine chronologies issues d'arbres vivants ou morts sur pieds, et de bois issus de matériel archéologique et artistique éventuellement transportés sur de plus ou moins longues distances. Elles sont construites par différents laboratoires, et la grande majorité d'entre elles sont inédites. Les laboratoires créateurs des chronologies utilisées dans le rapport sont présentés dans le tableau suivant.

Chronologie	Laboratoire créateur	Provenance du matériel	First ring	Last ring	Length
B-ARDEN4.REF_ULg1993	ULg/CEA (Hoffsummer <i>et al.</i> , inédit)	Ardenne belge (sud B)	1146	1991	846
B-F-LORRAIN1.REF_ULg1995	ULg/CEA (Houbrechts, inédit)	Région Lorraine (F et B)	407	1068	1823
B-LIEGE3.REF_ULg1993	ULg/CEA (Hoffsummer <i>et al.</i> , inédit)	Liège et environs (est B)	672	1714	1043
B-MEUSE5.REF_ULg1993	ULg/CEA (Hoffsummer <i>et al.</i> , inédit)	Bassin Meuse moyenne (B)	672	1991	1320
B-NAMUR2.REF_ULg2004	ULg/CEA (Eeckhout <i>et al.</i> , inédit)	Namur et alentours (B)	918	1750	833
aaModerneXVIII-roy	ULg/CEA (Houbrechts, inédit)	Bassin Meuse moyenne (B)	1488	1764	277
aaModerneXIX	ULg/CEA (Houbrechts, inédit)	Bassin Meuse moyenne (B)	1719	1873	155
B-BMBEL1.REF-ULg1992	ULg/CEA (Hoffsummer <i>et al.</i> , inédit)	Basse et moyenne Belgique	1408	1776	369
B-BMBEL2.SEQ_ULg1992	ULg/CEA (Hoffsummer <i>et al.</i> , inédit)	Basse et moyenne Belgique	1090	1184	95
B-BXLTM2.REF_ULg2005	ULg/CEA (Eeckhout <i>et al.</i> , inédit)	Région Bruxelles-Capitale (B)	1554	1777	224
B-BXL-Mrev_2013	ULg/CEA (Weitz <i>et al.</i> , inédit)	Région Bruxelles-Capitale (B)	1146	1845	700
D-132m10a	Données du Labo. Dendro. Köln Universität (Schmidt, Franck)	Allemagne (localisations diverses non précisées)	1001	1972	972
D-270m002			436	1973	1538
D-berm100			1344	1981	638
D-bunnabe			1001	1985	985
D-malt01a			253	1094	1346
D-nrvit02a			346	1904	1559
D-wd1hollstein-1965	Trier, Landesmuseum (Hollstein, 1965)	Ouest Allemagne	822	1964	1143
D-wd2hollstein-1980	Trier, Landesmuseum (Hollstein, 1980)	Ouest Allemagne	-399	1975	2375
F-LOR1-Q-03-1999_Tegel	DendroNet (Tegel, inédit)	Région Lorraine (F)	1015	1988	974
F-MEUSE_Tegel2005	DendroNet (Tegel, inédit)	Bassin de la Moselle (F)	1015	1818	804
F-MOSELLE_REF_WT	DendroNet (Tegel, inédit)	Bassin de la Meuse France	671	1969	1299
F-NEF1-Q-03-2000_Tegel	DendroNet (Tegel, inédit)	Nord-est France	641	1988	1348
F-NEF_Tegel2012	DendroNet (Tegel, inédit)	Nord-est France	-1518	2011	3530
F-Paris_beta_LCE-ULg-Cedre-2004	LCE, ULg/CEA, CEDRE (Girardclos, Hoffsummer, Perrault <i>et al.</i> , inédit)	Région parisienne (F)	854	1820	967
KOELN-Wonverman	Hamburg Universität (Eckstein <i>et al.</i> , inédit)	Sud et ouest Allemagne (peintures)	1000	1655	656
Koeln04	Köln Universität (Schmidt, inédit)	Cologne et alentours (D)	-957	1985	2943
NL-ZUIDMM.REF-RING	Stichting RING (Jansma, 1995, inédit)	Sud Pays-Bas (provenance ouest Allemagne / est Belgique)	427	1752	1326
Westphalie-Hellwegzone	Hamburg Universität (Eckstein <i>et al.</i> 1991 inédit)	Westphalie (D)	773	1051	1823

1.3.2. Constitution du référentiel de chronologies de sites et individuelles pour le chêne pour la Belgique et les régions limitrophes (code réf. : AA_REGIO_SITES_INDIV_IRPA20140224)

Pour le dernier millénaire et demi, le référentiel de chronologies de sites et individuelles pour le chêne compte environ 750 chronologies qui couvrent la Belgique, la moitié nord de la France et quelques sites voisins (Fig. 23-24).

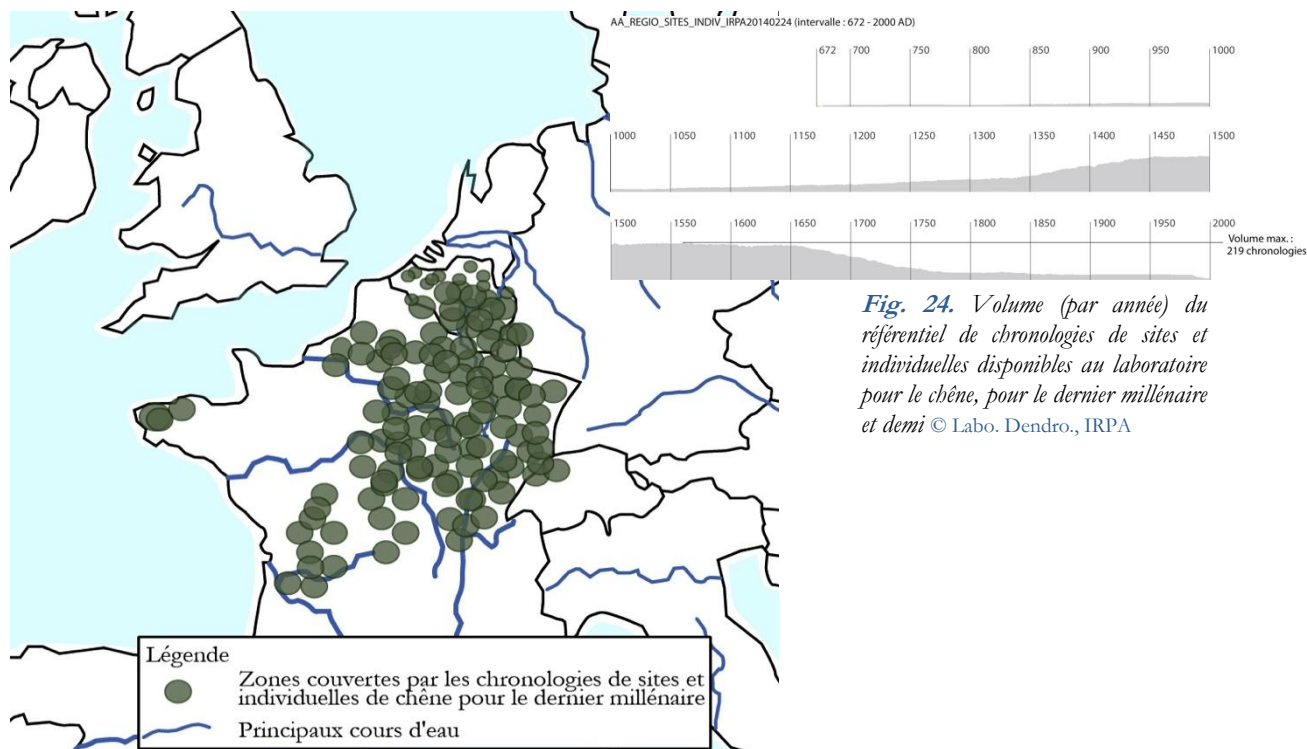


Fig. 24. Volume (par année) du référentiel de chronologies de sites et individuelles disponibles au laboratoire pour le chêne, pour le dernier millénaire et demi © Labo. Dendro., IRPA

Fig. 23. Schématisation de la couverture géographique des chronologies de sites et individuelles disponibles au laboratoire pour le chêne, pour le dernier millénaire et demi © Labo. Dendro., IRPA

Ce référentiel est constitué de chronologies issues de matériel archéologique et artistique, construites par différents laboratoires. Ces chronologies sont inédites :

- chronologies de sites belges du Labo. Dendro. IRPA (FRAITURE P. *et al.*, Bruxelles) : © IRPA
- chronologies de sites belges du Labo. Dendro. ULg/CEA (HOFFSUMMER P. *et al.*, Liège) : © ULg/CEA
 - o y compris chronologies révisées par D. HOUBRECHTS, 2008, thèse de doctorat : © ULg/CEA(DH)
 - o y compris chronologies révisées par A. WEITZ, 2012, mémoire de Master : © ULg/CEA(AW)
- chronologies de sites du nord-est de la France de *DendroNet* (TEGEL W., Hemmenhoffer, D) : © *DendroNet*
- chronologies de sites révisées par G.-N. LAMBERT, 2006, projet « HistoricOaks », France, Belgique et Suisse (voir ci-dessous) : © *HistoricOaks*
- chronologies individuelles issues de matériel artistique :
 - o Labo. Dendro. IRPA (J. VYNCKIER, P. FRAITURE) : © IRPA
 - o Labo. Dendro. ULg/CEA, construites par P. FRAITURE, 2007, thèse de doctorat : © ULg/CEA(PaF)
 - o Dendrochronological Consultancy Ltd, Sheffield (I. TYERS, anc. University of Sheffield): © TYERS

PROJEThistoricOaks		
PAYS	France, Belgique, Suisse occidentale	
MATERIEL	Bois de toutes origines	
COPYRIGHT SOURCES LABS		COPYRIGHT SOURCES AUTEURS
L01	B-LIEGE, Université	BERNARD Vincent L07
L02	CH-NEUCHÂTEL, Musée d'Archéologie	BILLAMBOZ André L03
L03	D-HEMMENHOFEN, Projet Archéologique	CHEVRIER Virginie L05
L04	D-TRIER (Trèves), Landesmuseum	EGGER Heinz L02
L05	F-BESANCON, CNRS/Université	GASSMANN Patrick L02
L06	F-BESANCON, CEDRE	GIRARDCLOS Olivier L05, L06
L07	F-RENNES, CNRS/Université	GUIBAL Frédéric L05, L09, L10
L08	F- PARIS, Centre Technique du Bois	HOFFSUMMER Patrick L01
L09	F-AIX/MARSEILLE, CNRS/Université	HOLLSTEIN Ernst L04
L10	F-TOURS, association COMPAGNONS-DU-DEVOIR	HOUBRECHTS David L01
		JACQUET Gaelle L05
		LAVIER Catherine L05
		LEDIGOL Yannick L07
		LOCATELLI Christine L05
		PERRAULT Christophe L05, L06
		TRENARD Yvonne L08
COPYRIGHT_VERSION		LCE-CNRS/GL, 26 janvier 2005

1.4. Datation dendrochronologique

Les différentes séquences dendrochronologiques enregistrées sur une sculpture ou un retable sculpté sont comparées, d'une part, en vue de vérifier l'exactitude des mesures, en particulier lorsque des difficultés de lectures ont été rencontrées (voir point 1.1) et, d'autre part, afin d'identifier les éléments originaires d'un même arbre lorsque l'œuvre est composée de plusieurs pièces. Les séries de cernes de même origine (séquences dendrochronologiques des différents rayons d'une même pièce ou de différents éléments de bois issus de la même grume) sont réunies au sein de moyennes dendrochronologiques appelées ici *chronologies individuelles*.

Dans le cas où l'on obtient plusieurs chronologies individuelles par œuvre, celles-ci sont à nouveau comparées entre elles. Si elles se corrélaient sans difficulté, elles sont assemblées dans leur position contemporaine (*synchronisation*) afin de calculer la ou les *chronologies moyennes* de l'objet d'étude, généralement plus longues et plus sensibles que les séquences individuelles (voir point 1.1).

Les chronologies individuelles et/ou les chronologies moyennes sont ensuite confrontées par différents tests des calculs statistiques au référentiel de chronologies en vue de la datation de l'objet.

Le montage des moyennes, par dessin et par calculs, et les calculs de datation sont effectués à l'aide du système *Dendron* (version IV), après avoir calibré les séries dendrochronologiques par une transformation originale appelée le *corridor ajusté*¹². Lors de la datation d'un bois, le logiciel *Dendron* calcule la « ressemblance » entre la séquence dendrochronologique à dater et les chronologies du référentiel par un test de calcul statistique qui dérive du test de *Student*, calculé à l'aide de deux coefficients de corrélation¹³. Le logiciel effectue automatiquement ce calcul pour toutes les positions de la chronologie à dater sur toutes les chronologies du référentiel. Le logiciel livre ensuite les cinq meilleurs résultats obtenus sur chaque référence. Le dendrochronologue sélectionne la position exacte d'un bois à dater parmi toutes ces propositions, en fonction des meilleurs taux de corrélation (*t* de *Student*)¹⁴ obtenus avec un risque d'erreurs limité (probabilité/sécurité : *Proba t*)¹⁵ et de la récurrence de cette position sur différentes chronologies du référentiel (*réplication*), indispensable pour écarter toute possibilité de hasard statistique (Fig. 25).

¹² LAMBERT G.-N., 2006.

¹³ LAMBERT G.-N., 2006 ; LAMBERT G.-N., 2011 ; LAMBERT G.-N. *et al.*, 2010.

¹⁴ Un *t* de *Student* est généralement considéré comme significatif à partir de 4. Toutefois, des taux un peu moins élevés – 3,2 équivalant à une probabilité de 0.999 – peuvent être pris en considération si la série à dater est fort courte (une cinquantaine de cernes) ; à l'inverse, pour des séries longues, il faut obtenir des taux supérieurs à 5 pour pouvoir garantir un résultat.

¹⁵ LAMBERT G.-N., 2006 ; LAMBERT G.-N., 2011 ; LAMBERT G.-N. *et al.*, 2010.

<ElemName> échantillon1							
Date Début	Date Fin	Recouvrement	T Student	Proba t	corr1	corr2	Référence
1202	1501	218	5.15	0.999995	0.29	0.37	Ref1
1342	1641	78	2.97	0.997283	0.25	0.40	Ref1
949	1248	196	2.56	0.993668	0.17	0.19	Ref1
1222	1521	198	2.50	0.992697	0.17	0.18	Ref1
1202	1501	299	11.01	0.999995	0.50	0.58	Ref2
1535	1834	62	2.71	0.995437	0.12	0.43	Ref2
1065	1364	216	2.58	0.994608	0.19	0.16	Ref2
1106	1405	257	2.32	0.988903	0.15	0.14	Ref2
1202	1501	244	4.30	0.999991	0.31	0.23	Ref3
1461	1760	154	3.36	0.999448	0.30	0.23	Ref3
1206	1505	248	3.02	0.998230	0.15	0.23	Ref3
1575	1874	40	2.77	0.995148	0.35	0.41	Ref3
1202	1501	281	10.50	0.999995	0.49	0.57	Ref4
1443	1742	40	2.50	0.990695	0.12	0.38	Ref4
928	1227	66	2.34	0.987963	0.38	0.22	Ref4
1252	1551	231	2.33	0.989395	0.18	0.12	Ref4
1338	1637	145	2.21	0.983723	0.15	0.21	Ref4

Fig. 25. Tableau de résultats de calculs de l'échantillon1 comparé aux chronologies de référence Ref1 à Ref 5 : la date de 1501 pour le dernier cerne est donnée en premier résultat par quatre références (réplication), avec des taux de synchronisation de haute qualité (t de Student > 4)

1.5. Interprétation des résultats dendrochronologiques

La détermination de la position exacte d'une séquence à dater sur les chronologies du référentiel date l'année de formation de chaque cerne de façon absolue et, par extension, indique à quelle époque l'arbre a vécu. Par conséquent, la date obtenue pour le dernier cerne mesuré sur une œuvre renseigne sur l'époque d'abattage du/des arbres. Celle-ci est déterminée avec plus ou moins de précision suivant la présence ou non de l'aubier (Fig. 26).

- Un *aubier* complet avec *cambium* fournit une datation de l'abattage à l'année près (A) ; cette situation est – hélas – inexistante sur des sculptures ou retables sculptés.
- Lorsque l'aubier est partiellement conservé, une estimation du nombre de cernes manquants, à quelques années près, peut être proposée sur la base de données concernant les aubiers d'arbres de la même région et d'un âge comparable à ceux étudiés¹⁶ (B).
- Enfin, en présence de pièces sans trace d'aubier, la date avancée doit être considérée comme un *terminus post quem* de l'abattage, puisque la partie de duramen disparue lors de la confection de l'œuvre est impossible à déterminer ; le résultat obtenu proposera donc une date à partir de laquelle l'arbre a pu être coupé, et non l'année exacte de son abattage (C et D). Cette date *post quem* correspond à la date du dernier cerne mesuré sur l'élément analysé à laquelle est ajouté le nombre d'années équivalant au nombre minimum de cernes *estimé* que devait comporter l'aubier.

¹⁶ Le nombre de cernes d'aubier est relativement stable pour les arbres d'une population donnée ; il peut donc être estimé sur la base de recherches expérimentales et/ou d'études statistiques sur des arbres de la même région. Néanmoins, il peut varier d'un individu à l'autre, selon des paramètres encore mal définis : rythme de croissance, âge de l'arbre, hauteur du tronc, largeur de la couronne, conditions du site... C'est pourquoi les fourchettes d'estimations restent assez larges. LAMBERT G.-N. *et al.*, 1988, p. 295 ; RYBNICEK M. *et al.*, 2006, p. 142.

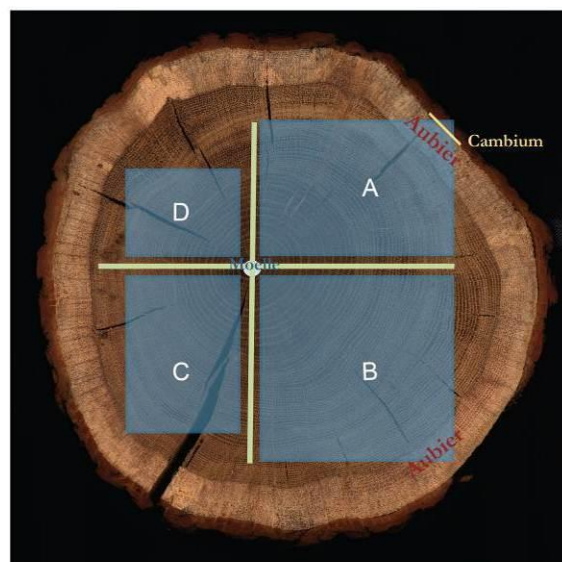
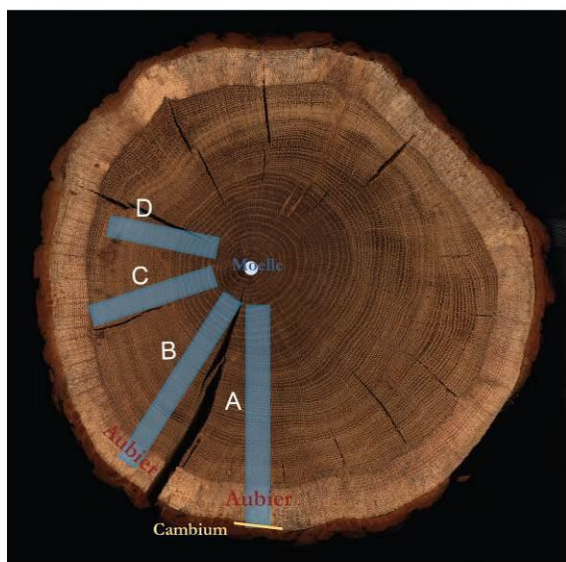


Fig. 26. Différentes situations influençant l'interprétation du résultat dendrochronologique en termes de date d'abattage, pour des planches (à gauche) et pour des sculptures (à droite) : pièce de bois avec aubier complet (A), avec aubier partiel (B), sans aubier (seul l'aubier est absent dans le cas C ; l'aubier et quelques cernes de duramen sont manquants dans le cas D). © Labo. Dendro., IRPA

Cette spécificité de l'analyse dendrochronologique des œuvres d'art qu'est l'absence quasi systématique de l'aubier est due au fait que cette partie du bois est impropre à la conception de sculptures ou de planches de qualité car il est putrescible. C'est pourquoi il est systématiquement retiré lors de la réalisation artistique. Néanmoins, il reste assez fréquent qu'un fragment d'aubier soit encore présent, soit sur la base d'une sculpture ou d'un élément de retable (Fig. 27), soit – le plus souvent – là où la pièce est la plus ample, à hauteur des coudes ou des plis du vêtement par exemple (Fig. 28).



Fig. 27. Fragment d'aubier (repérable par sa teinte plus claire et son aspect plus poreux) sur la base et le flanc d'un relief sculpté de retable
© P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA



Fig. 28. Reste d'aubier (plus clair et parsemé de galeries creusées par des insectes xylophages) sur le pli du vêtement © IRPA

Rappelons que les dates fournies par la dendrochronologie correspondent à l'abattage des arbres et non à celle de leur utilisation. Il reste donc à estimer le délai entre le résultat dendrochronologique et la mise en œuvre du bois.

- Pour les rondes-bosses en chêne : le bois est généralement sculpté vert¹⁷ car, une fois sec, il devient difficile à travailler à contre-fil. De fait, l'observation de la base de certaines sculptures tend à prouver ce fait, les fentes de séchage étant apparues après sculpture (Fig. 29). Ceci signifie que la date d'abattage de l'arbre peut être proche de la date de réalisation de l'œuvre sculptée, en tenant compte du temps nécessaire au transport du bois et à l'équarrissage du tronc.



Fig. 29. Bases de sculptures présentant des fentes de séchage apparues après la réalisation de la sculpture © IRPA

- Pour les planches : à l'équarrissage du tronc et au transport du bois, s'ajoute le laps de temps nécessaire au débitage, au séchage – indispensable dans le cas des planches pour la stabilité de l'objet – et à la finition de la mise en œuvre. Il faut toutefois préciser que le séchage, s'il a lieu après le débitage en planches, peut être de courte durée – une saison suffit pour des planches de faibles épaisseurs. Des recherches historiques et archéologiques suggèrent d'ailleurs que, pour le bois dit « balte » et pour la période allant du XV^e au XVII^e siècle, ce laps de temps entre abattage et utilisation peut ne compter que quelques mois¹⁸ ; un délai d'autant plus envisageable si le bois employé est de provenance locale¹⁹. Toutefois, certaines études dendrochronologiques font état d'un intervalle conséquent entre le résultat dendrochronologique et la date d'utilisation connue ou estimée²⁰, et ce, pour de multiples raisons (stockage, perte de cernes lors de la mise en œuvre...). Aucune généralisation ne peut donc être admise à ce sujet. En conséquence, le *terminus* dendrochronologique proposé pour l'abattage est également donné comme *terminus post quem* de la réalisation de la pièce.

¹⁷ FRAITURE P., 2013^b ; TYERS I., comm. pers., 21/10/2011.

¹⁸ Voir HANCA K. *et al.*, 2005 et WAZNY T. & ECKSTEIN D., 1987 dans FRAITURE P., 2007.

¹⁹ FRAITURE P., 2007 ; FRAITURE P., 2012.

²⁰ FRAITURE P., 2007 ; par exemple, FRAITURE P., 2012.

- Pour les reliefs sculptés de retable : ces pièces s'apparentent davantage à de grosses planches qu'à des grumes²¹, les plus épaisses atteignant une quinzaine de centimètres tout au plus (Fig. 30)²². Les mêmes données archéologiques, historiques et dendrochronologiques que celles citées précédemment peuvent donc leur être transposées, à une nuance près : l'artisan doit faire face aux mêmes contraintes que celles évoquées pour les rondes-bosses, à savoir que le chêne sec est nettement plus difficile à sculpter que lorsqu'il est encore vert. Il semble dès lors vraisemblable que ces fragments de grumes pouvaient eux aussi être rapidement utilisés en sculpture²³, d'autant que l'absence du cœur sur des pièces semi-finies diminuait le risque de fissurations ou d'éclatement du bois après sculpture. Ce postulat se voit renforcé par l'étude récente menée sur un retable brabançon dont la date d'achèvement est connue²⁴ : son analyse dendrochronologique fournit un écart de 7 ans seulement entre le *terminus post quem* de l'abattage (qui tient compte d'un aubier minimum de 6 cernes²⁵ pour des pièces qui n'en conservent aucune trace) et la date d'achèvement inscrite sur la polychromie. Il faut cependant insister sur la nécessité de multiplier l'échantillonnage et/ou de sélectionner les pièces aux séries de cernes les plus longues, en particulier dans le cas de l'étude de retables, car le souci d'économie du matériau de l'artisan implique généralement l'utilisation, à côté de pièces entières, de petits fragments de quartiers aux séquences de cernes parfois très incomplètes (Fig. 31).



Fig. 30. Base d'un relief sculpté de retable, réalisé dans une des plus grosses pièces de chêne balte rencontrée : un quartier de grume débité par fendage d'une dizaine de centimètres d'épaisseur et d'une trentaine de centimètres de largeur. © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA



Fig. 31. Petit relief sculpté de retable en chêne. Pour ce genre d'objet, il s'agit soit d'une pièce tirée d'un arbre jeune (de petites dimensions), soit d'un fragment d'une plus grosse pièce. Dans le premier cas, la séquence dendrochronologique comprend la majeure partie des cernes produit par l'arbre alors que dans le second, elle n'en inclut qu'une partie infime, en début, milieu ou fin de croissance © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

²¹ Si la provenance des pièces de bois est balte, il est utile de préciser que ces chênes étaient exportés des ports de la Hanse sous la forme de produits semi-finis, des quartiers de grumes obtenus par fendage appelés *waynscots*. Ceci explique le fait que, jusqu'à présent, jamais le chêne dit « balte » n'ait été repéré sous une autre forme que celle de planches ou de fragments de retables sculptés de dimensions limitées, dans les pays importateurs de l'ouest de l'Europe. D'après les sources, les *waynscots* étaient principalement utilisés pour la construction architecturale ou navale. Voir, entre autres, à ce sujet, SALZMAN 1979 ; BONDE *et al.*, 1997 ; ZUNDE 1998-1999, TOSSAVAINEN 1994 ; WAZNY 2005 ; ECKSTEIN & WROBEL 2007 ; FRAITURE P., 2013^b.

²² HANECA K. *et al.*, 2005 ; FRAITURE P., 2013^a.

²³ TYERS I., comm pers., 21/10/2011 et 27/03/2014.

²⁴ FRAITURE P., 2013^a ; FRAITURE P., *et al.*, 2011.

²⁵ D'après SOHAR K. *et al.*, 2012.

1.6. Interprétation des illustrations graphiques des résultats produits par *Dendron IV*

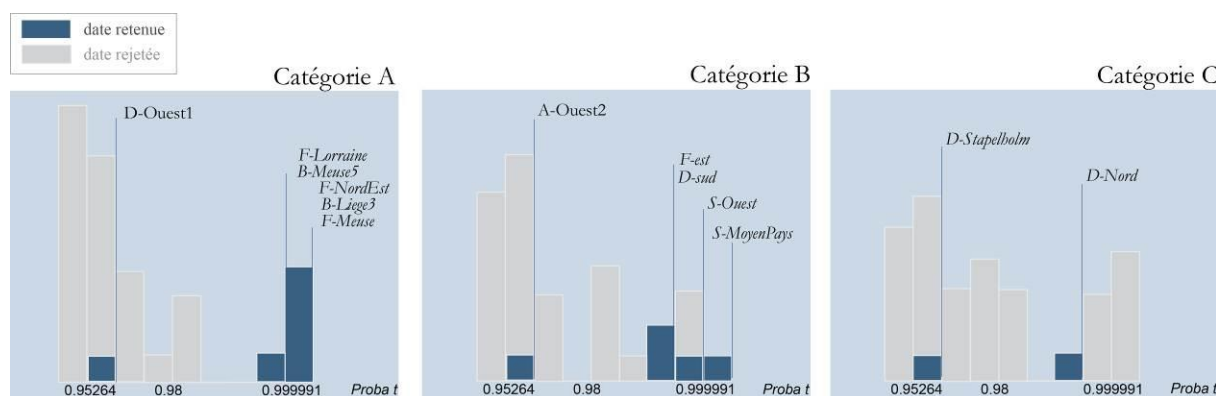
Les deux types de graphiques suivants sont utilisés dans ce rapport afin d'illustrer la qualité des résultats retenus lors d'une datation dendrochronologique, et d'argumenter les conclusions avancées.

1.6.1. Histogrammes cumulés²⁶

Les *histogrammes cumulés* (Fig. 32) représentent la probabilité des résultats obtenus par *Dendron IV* lors du calcul d'une séquence à dater sur des chronologies du référentiel. La proposition retenue par l'opérateur est figurée en bleu, pour chaque chronologie du référentiel qui donne cette date. Toutes les propositions rejetées sont représentées en gris.

Pour qu'une datation soit de qualité (catégorie A), deux critères doivent être réunis. D'abord, la probabilité des résultats pour la date retenue doit être élevée, ce qui se traduit par une position des cellules bleues dans la partie droite du graphique. Ensuite, la démarcation entre les résultats donnés pour la date retenue et ceux pour les dates rejetées doit être importante, ce qui se marque par un net éloignement des cellules bleues par rapport aux grises restées localisées à gauche ; une telle situation traduit le fait que les seules probabilités élevées sont obtenues pour la date retenue. En résumé, plus les cellules bleues se situent dans la partie droite du graphique et se démarquent des grises (plutôt localisées à gauche), plus le résultat proposé est crédible. Les graphiques qui suivent illustrent trois catégories de résultats, du plus sûr au plus hypothétique.

Nous privilégions ce type de graphique pour illustrer les résultats obtenus sur les chronologies régionales européennes ; il a ainsi l'avantage de donner en un coup d'œil une idée de la provenance des bois étudiés.



²⁶ Pour les histogrammes, voir YAMAGUCHI D.K., 1986. Cette utilisation des histogrammes est tirée de GIRARD CLOS O., 1999. Le concept de cumuler les diagrammes est dû à LAMBERT G.-N., 2006.

Les corrélations en éventail calculées par *Dendron IV* (Fig. 33) affichent la réplique de la date retenue sur les chronologies du référentiel et la qualité des résultats obtenus pour cette date.

Pour qu'une datation soit de qualité (catégorie A), deux critères doivent être réunis. D'abord, une proposition de date sera d'autant plus fiable qu'elle est répliquée, c'est-à-dire donnée par un grand nombre de chronologies du référentiel ; ceci se traduit par de nombreuses branches dans l'éventail²⁸. Ensuite, la date retenue doit donner des taux de synchronisation autour de ou supérieurs au seuil défini comme satisfaisant (généralement $t > 4$) ; dans le graphique ceci se traduit par une localisation des branches de l'éventail proches ou, mieux, à droite du seuil défini (figurée par la ligne bleue). En résumé, plus les branches de l'éventail sont nombreuses et localisées à droite du graphique, plus la date est fiable. Les graphiques qui suivent illustrent trois catégories de résultats, du plus sûr au plus hypothétique.

Ces représentations sont employées pour illustrer la qualité des synchronisations entre le bois à dater et

- l'ensemble des chronologies de sites, ce qui permet de mieux cibler la provenance du bois étudié ;
- l'ensemble des séries individuelles du référentiel qui proviennent de panneaux peints ou de sculptures de provenance similaire, étayant la fiabilité du résultat.

Catégorie A

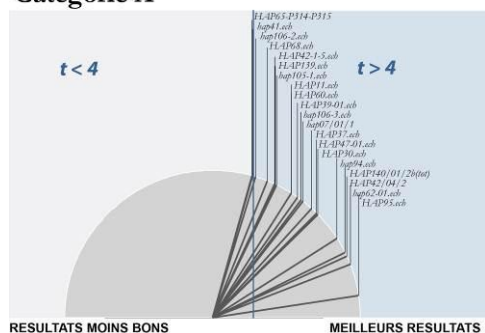


Fig. 33.1. Le graphique est d'excellente qualité : la réplique est forte (nombreuses branches à l'éventail) et les résultats d'excellente qualité (toutes les branches aboutissent dans la partie droite et bleue du graphique, qui symbolise des valeurs de t supérieures à 4).

Catégorie B

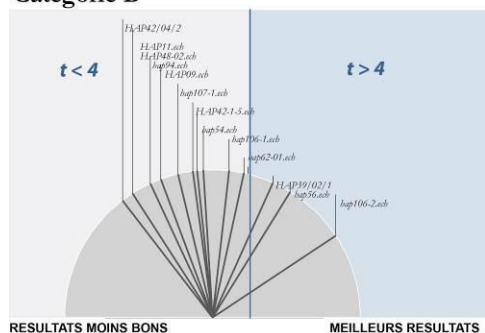


Fig. 33.2. Le graphique est de qualité satisfaisante : la réplique est acceptable (nombre satisfaisant de branches à l'éventail) et certaines chronologies donnent la date retenue avec des taux de synchronisation supérieurs au seuil significatif de $t = 4$ (quelques branches de l'éventail aboutissent dans la partie droite et bleue du graphique).

Catégorie C

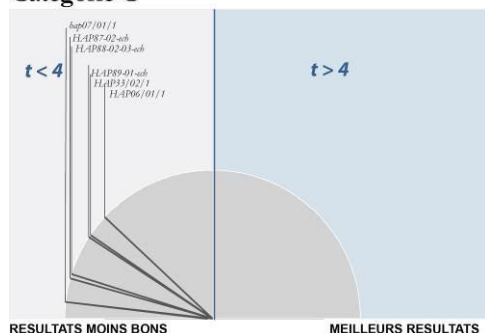


Fig. 33.3. Le graphique est médiocre : la réplique est faible (peu de branches à l'éventail), et celle-ci n'est en outre pas marquée par des résultats de qualité (les quelques branches de l'éventail se situent à gauche du graphique, symbolisant des valeurs faibles du t de Student). La proposition de datation ne peut être validée.

²⁷ Le principe de l'illustration des corrélations en éventail est dû à LAMBERT G.-N., 2006.

²⁸ Néanmoins, l'affichage est limité aux 20 meilleurs résultats dans cette version de *Dendron*.

2. Etude dendrochronologique de la statue de *Saint Guidon imberbe* et de tronçons de chêne conservés dans la collégiale de Saints- Pierre-et-Guidon, Anderlecht

2.1. Etude dendrochronologique

2.1.1. Objet de l'étude

Ce rapport présente le processus d'analyse et les résultats de l'étude dendrochronologique menée sur une sculpture en chêne représentant *Saint Guidon imberbe*²⁹ conservée en la collégiale Saints-Pierre-et-Guidon à Anderlecht, ainsi que sur des tronçons de chêne conservés dans le comble du portail sud de la collégiale. L'étude a été menée à la demande de Frédéric Leroy, Service des Monuments et Sites, Administration communale d'Anderlecht³⁰ ; elle entre dans le cadre d'une publication sur le saint patron d'Anderlecht et son culte, à l'occasion du millénaire de sa mort (en septembre 1012)³¹.

L'expertise dendrochronologique a pour objectif principal de vérifier une croyance populaire liée au culte de saint Guidon, qui voudrait que cette statue, parmi d'autres³², ait été sculptée dans un « chêne miraculeux » planté par saint Guidon lui-même vers l'an 1000 (à l'emplacement de l'actuelle chapelle Saint-Guidon) et abattu en septembre 1633. Le bois de l'arbre sacré aurait été utilisé jusqu'au début du XX^e siècle pour y sculpter des images pieuses (pour répondre à une ordonnance papale), et quelques restes du tronc seraient encore conservés dans l'un des combles³³.

L'étude doit donc vérifier

- que les restes entassés au dessus du portail sud proviennent du même arbre,
- que celui-ci peut remonter jusqu'à saint Guidon,
- qu'il fut abattu en 1633,
- et que la statue de *Saint Guidon imberbe* a été taillée dans son bois.

Le cas échéant, il faut préciser que l'examen dendrochronologique n'aidera pas directement à dater la réalisation de la sculpture elle-même (dont le style populaire ne permet pas de la situer chronologiquement), puisque cet arbre aurait été exploité durant plusieurs siècles après son abattage. Dans le cas contraire par contre, c'est-à-dire si la statue ne vient pas de ce bois, alors la datation dendrochronologique pourrait contribuer à alimenter une autre hypothèse (privilegiée par le commanditaire lors de notre examen) qui verrait en cette sculpture la nouvelle statue du saint mentionnée dans un document d'archive de 1788³⁴.

L'enregistrement dendrochronologique de la statue a été entrepris le 21/02/2014 dans l'une des chapelles latérales sud de la collégiale où elle est momentanément exposée, en même temps que le prélèvement de plusieurs sections de chêne dans l'amas de bois entassé le comble du portail sud.

Suite à l'obtention, en juin 2014, d'une hypothèse de datation dendrochronologique, nous avons proposé au commanditaire de faire réaliser une datation C14 à l'IRPA afin de confirmer (ou non) notre proposition. Les résultats de datation radiocarbone viennent tout juste de nous parvenir : ils coïncident parfaitement avec notre hypothèse dendrochronologique³⁵. Ce rapport expose donc les résultats dendrochronologiques dont la datation a pu être confirmée par le radiocarbone.

²⁹ Le saint est représenté imberbe, une iconographie qui perdure jusqu'au XVII^e siècle, période après laquelle il serait davantage figuré barbu (F. Leroy, comm. pers., 21/02/2014).

³⁰ Bon de commande 465, daté du 26/02/2014.

³¹ F. Leroy, comm. pers. par e-mail, 23/01/2014.

³² F. Leroy, comm. pers., 21/02/2014 : l'une passée en vente à Anvers en 1989 (?), une seconde conservée en l'église des Minimes à Bruxelles, une troisième conservée au Musée du Béguinage d'Anderlecht (objet IRPA 20066300). Cette dernière a été examinée ce 21/02/2014 : un socle a été ajouté à la statue, qui masque entièrement sa base.

³³ F. Leroy, comm. pers. par tél., 28/01/2014.

³⁴ F. Leroy, comm. pers., 21/02/2014.

³⁵ Voir le rapport de la datation C14 en annexe au point 4 : VAN STRYDONCK M. and BOUDIN M., *Radiocarbon dating report. Arbre miraculeux de la collégiale Saints-Pierre-et-Guidon, Anderlecht*, KIK-IRPA (pour F. Leroy), 16/12/2014, 3 p.

2.1.2. Description de l'échantillonnage

Voir les points 1.1 et 1.2

Statue de saint Guidon

La statue est composée d'un quartier de chêne (*Quercus robur* ou *Q. petraea*), équivalent grosso modo à un huitième de la circonférence de la grume (Fig. 34). Au dos de la sculpture a été appliquée une planche en résineux³⁶ débitée sur dosse. Seule la partie en chêne a été soumise à l'étude dendrochronologique, la planche en résineux, probablement un ajout tardif, ne comportant pas un nombre suffisant de cernes.

La surface de la base en chêne est en bon état, nette pour la majeure partie, et comporte encore quelques traces d'outil du sculpteur (ciseau et rabot). Les cernes sont différenciables sans même passer par une préparation d'un chemin de lecture à la lame (Fig. 35). La présence d'une pièce métallique fixée au centre de la statue a nécessité de procéder à la mesure de la séquence dendrochronologique non pas le long d'un rayon médullaire mais « en escaliers » (Fig. 34, en bleu), pour parvenir à un enregistrement continu des épaisseurs de cernes, des plus anciens aux plus récents. Cet enregistrement a été effectué par macro-photos et les cernes ont été mesurés sur écran (Fig. 35, voir point 1.2).



Fig. 34. Base de la statue de Saint Guidon imberbe sur laquelle sont accessibles les cernes de croissance, et schématisation du chemin de mesure dendrochronologique en escaliers, en bleu. La flèche pointillée blanche indique le sens de croissance de l'arbre, du cœur vers l'aubier ; les mesures sont données en cm © P. Fraiture, Cell. Dendro., IRPA

La base en chêne présente une succession de cernes de croissance particulièrement larges, qui correspondent à une croissance très rapide ; en effet, la séquence dendrochronologique obtenue donne comme épaisseur moyenne de cerne 4 mm³⁷ (Fig. 35). La pièce de bois ne comporte ni la moelle ni l'aubier ; la séquence de cernes enregistrée est donc amputée des premiers et des derniers cernes de croissance de la vie de l'arbre. Celle-ci est nommée **P547/01/1**.

³⁶ Essence non déterminée.

³⁷ Une croissance lente se caractérise par des cernes de moins d'un millimètre d'épaisseur ; une croissance rapide par des cernes dépassant 2 mm (FRAITURE P., 2007 ; BEUTING M., 2011).

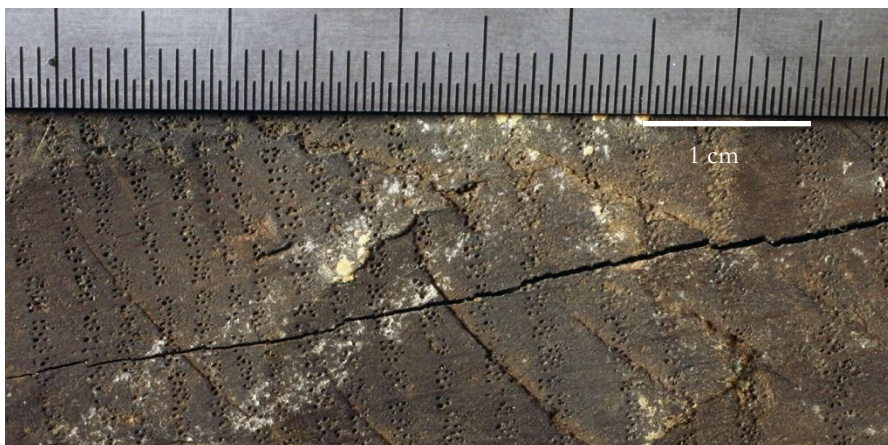


Fig. 35. Détail de la base de la statue de Saint Guidon imberbe : les cernes sont parfaitement visible sans préparation d'un chemin de mesure ; la croissance est rapide (cernes larges) © P. Fraiture, Labo. Dendro., IRPA

Restes de tronç(s) de chêne

Outre la statue, les tronçons de chêne conservés dans le comble du portail sud font également l'objet d'une étude dendrochronologique. Il s'agit d'un amas de pièces de chêne des dimensions impressionnantes, visiblement entreposées là depuis de nombreuses années au vu de l'épaisse couche de saleté qui les recouvrent (Fig. 36).



Fig. 36. Vue d'ensemble du comble surplombant le portail sud de la collégiale, où sont entreposés les tronçons de chêne © Labo. Dendro., IRPA

Toutes les pièces de bois ont été examinées en vue de sélectionner les plus appropriées d'un point de vue dendrochronologique, c'est-à-dire celles comportant *a priori* un nombre de cernes suffisant pour une datation, tout en évitant les déformations de croissance apparentes, liées par exemple à la présence de nœuds (Fig. 37).



Fig. 37. Sélection des pièces de chêne les plus appropriées d'un point de vue dendrochronologique © Labo. Dendro., IRPA

De fait, cet examen des pièces une à une a révélé la présence de nombreuses fourches et naissances de branches. Celles-ci indiquent que ces morceaux de chêne correspondent vraisemblablement davantage à des déchets d'un/de tronc(s) de grandes dimensions, plutôt qu'à la/aux grume(s) et parties les plus régulières. De cette sélection, trois pièces ont été retenues, desquelles une section a été tronçonnée pour être étudiée en laboratoire (Fig. 38) ; elles portent les cotes dendrochronologiques **P547/02/001**, **P547/02/002** et **P547/02/003**.

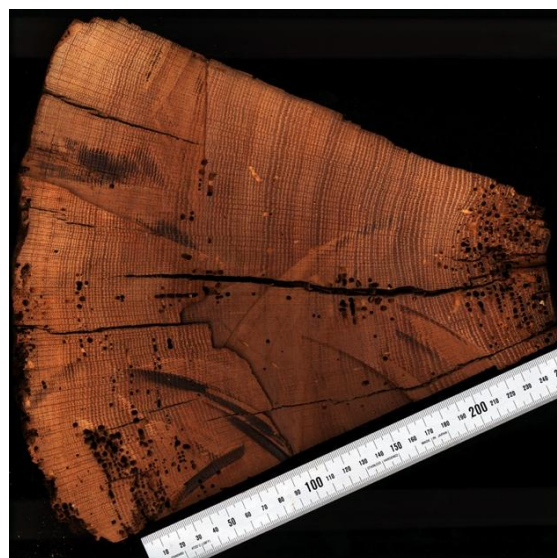


Fig. 38. Tronçonnage d'une rondelle de chêne dans le comble © Labo. Dendro., IRPA

Les trois rondelles ont été ponçées à l'aide papiers aux grains de plus en plus fins, puis scannées (Fig. 39) et les séquences de cernes ont été mesurées sur écran. L'une comporte la moelle (P547/02/002), et une autre conserve une partie d'aubier (P547/02/001), mais pas de cambium qui indiquerait que le dernier cerne de croissance de la vie du/des arbre(s) est présent.



P547/02/001



P547/02/003



P547/02/002

Fig. 39. Scans des trois rondelles débitées des pièces de chêne conservées dans le comble, poncées en vue de l'examen dendrochronologique
© Labo. Dendro., IRPA

Ces trois rondelles présentent une croissance différente de celle de la sculpture de saint Guidon, beaucoup plus lente : leurs cernes moyens valent respectivement 1,3 mm, 1,5 mm et 1,8 mm, ce qui correspond à des rythmes de croissances modérés (ni très lents, ni très rapides) (Fig. 40).

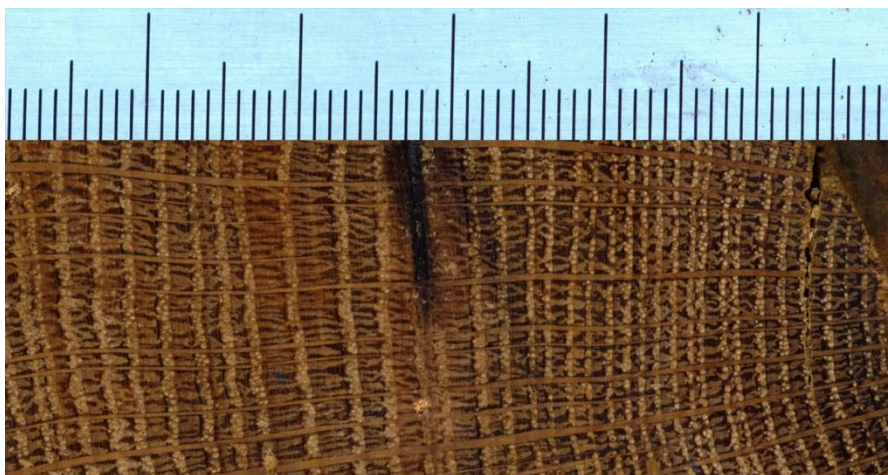


Fig. 40. Détail de la section transversale d'une des rondelles : la croissance est beaucoup plus lente que sur la base de la statue (cernes plus étroits) © Labo. Dendro., IRPA

Tableau récapitulatif de l'échantillonnage

Chronologie	Localisation	Nb de cernes mesurés	Cerne moyen (1/100 ^e mm)	Nb de cernes d'aubier	Présence du cambium
P547/01/1	Base de la statue	85	400,5	/	/
P547/02/001	Fragment de chêne 001	169	130,9	26	/
P547/02/002	Fragment de chêne 002	151	155	/	/
P547/02/003	Fragment de chêne 003	162	181,5	/	/

La séquence dendrochronologique enregistrée sur la sculpture compte 85 cernes ; celles des rondelles en comportent 151 à 169, soit des longueurs considérées comme suffisamment longues pour être datées.

2.1.3. Comparaisons dendrochronologiques entre les rondelles de chêne et la sculpture

Les comparaisons entre les séquences dendrochronologiques des trois rondelles issues du comble affichent de très bonnes synchronisations, signifiant qu'elles proviennent du même arbre (Fig. 41). Néanmoins, les divergences perceptibles en débuts de séquences (50 premiers cernes) indiqueraient que les pièces de bois dont elles sont issues étaient probablement des parties différentes de l'arbre (des branches différentes) et non des tronçons successifs d'une même tige.

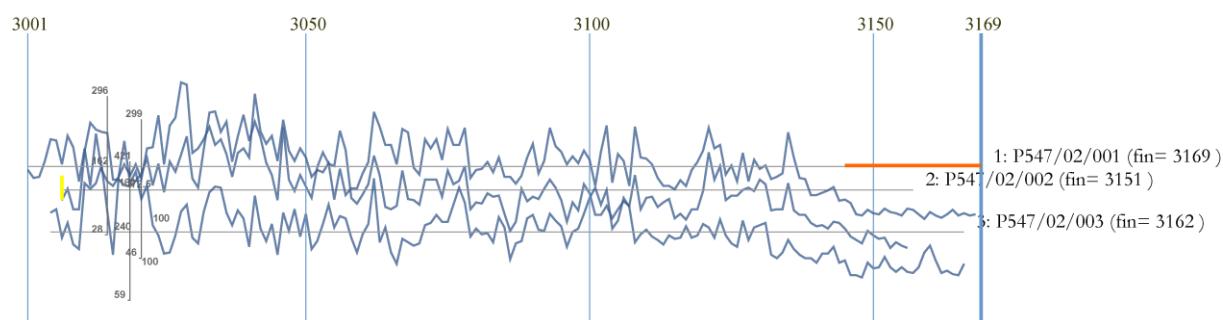


Fig. 41. Graphiques des séquences dendrochronologiques, en valeurs naturelles, des trois rondelles de chêne du comble, en positions relatives (par convention, les positions relatives sont données à partir de 3001 afin de les distinguer des positions absolues). En jaune est figurée la moelle, en orange l'aubier.

Les séquences des trois rondelles ont été assemblées en une moyenne dendrochronologie P547-02-M1. Cette dernière comparée à la séquence dendrochronologique de la statue P547/01/1 ne laisse pas de doute : la pièce de chêne dans laquelle a été sculpté *Saint Guidon imberbe* est elle aussi issue du même arbre (Fig. 42).

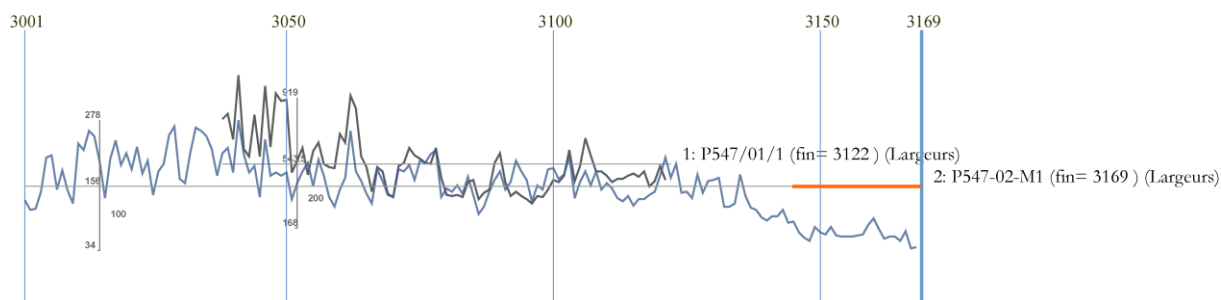


Fig. 42. Graphiques de la chronologie résultant des séquences des trois rondelles (en bleu) et de la séquence dendrochronologique de la statue (en gris), en valeurs naturelles et en positions relatives (par convention, les positions relatives sont données à partir de 3001). En orange est figuré l'aubier.

Il n'est pas surprenant que la totalité de l'aubier et la moelle aient été retirées pour sculpter le saint sur P547/01/1 (voir point 1.5) ; il faut toutefois noter qu'en plus de ces parties moins appropriées à la sculpture, ont disparu une vingtaine de cernes de duramen en fin de séquence et une quarantaine du côté du cœur, par comparaison aux pièces de chêne récupérées dans le comble. Ceci se traduit sur le graphique par une séquence nettement plus courte pour P547/01/1, tant en début qu'en fin de croissance. (Fig. 42).

Les quatre pièces de chêne étudiées ont donc bel et bien été débitées du même arbre. Les différences de rythme de croissance observées entre les rondelles et la statue sont dès lors assez inattendues ; elles pourraient découler de positions différentes des pièces dans l'arbre (dans la grume et/ou dans différentes branches), ce que la présence/absence de moelle sur P547/02/001 et P547/02/002 tend à appuyer³⁸. Il reste cependant impossible de préciser les emplacements originaux des différentes pièces de bois dans l'arbre sur la base des données dendrochronologiques.

Les séries dendrochronologiques des rondelles et de la statue ont été assemblées en une chronologie moyenne représentative du « chêne de saint Guidon » : **P547-M1**, longue de 169 cernes (Fig. 43).

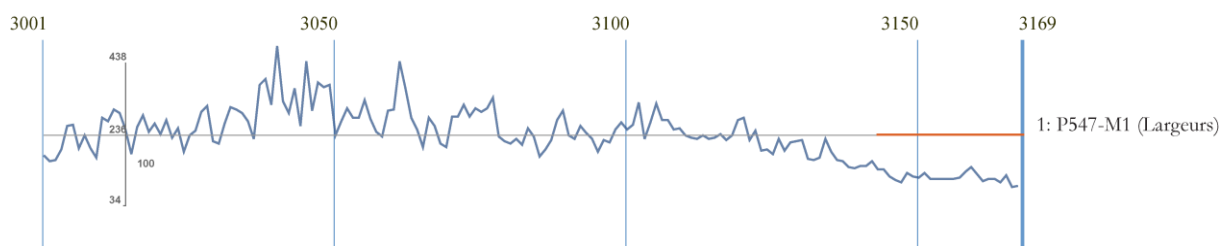


Fig. 43. Graphique de la chronologie du « chêne de saint Guidon » calculée sur la base des séquences dendrochronologiques des quatre pièces de chêne étudiées, en valeurs naturelles (en orange est figuré l'aubier)

La série finale de 169 cernes est loin des 600 ans que le *chêne miraculeux* devrait compter s'il s'agissait de celui planté par saint Guidon vers l'an 1000. Ceci ne réfute pas pour autant l'hypothèse d'un chêne multiséculaire, si les pièces étudiées ont été tirées de branches qui peuvent avoir été formées bien après que le chêne ait été planté.

Ajoutons que les dimensions des pièces de bois étudiées indiquent que les branches/tiges dont elles sont tirées devaient atteindre plus de 50 cm de diamètre pour celles du comble, et probablement plus d'un mètre pour celle de la statue³⁹.

³⁸ P547/02/002 comporte la moelle alors que P547/02/001 inclut des cernes plus anciens.

³⁹ La pièce mesure près de 40 cm de long du rayon mesuré, qui ne comporte ni le début ni la fin de croissance (voir plus haut).

2.1.4. Datation dendrochronologique et interprétation des résultats

Voir les points 1.3 et 1.4

La chronologie du « chêne de saint Guidon » a été confrontée à nos bases de données de références en vue de sa datation. Malgré un nombre de cernes *a priori* suffisant pour obtenir une date fiable (169 cernes), un résultat a été retenu mais à titre d'hypothèse au vu de taux de corrélations jugés un peu trop faibles (tableaux et graphiques des points 2.2.4 à 2.2.7 ; voir aussi points 1.4 et 1.6) : le cerne le plus récent de la chronologie se placerait en **1603 AD (?)**.

Pour confirmer (ou non) ce résultat probable, une datation radiocarbone a été entreprise (voir point 2.1.1), sur la base de cinq échantillons⁴⁰ afin de préciser au maximum la fourchette d'âge pour la période d'abattage du chêne. Le résultat radiocarbone donne la fourchette de **1540-1600AD** avec 95,4% de probabilité pour les deux cernes qui composent l'échantillon le plus récent daté au C14, qui correspond au début de l'aubier c'est-à-dire aux cernes n°144 et n°145 de la chronologie **P547-M1**. **Ce résultat peut parfaitement coïncider avec l'hypothèse de datation dendrochronologique puisque les cernes n°144 et n°145 se positionnent respectivement en 1578 et en 1579 lorsque le dernier cerne de P547-M1 (n°169) est daté de 1603.**

La datation radiocarbone apporte donc l'argument manquant pour assurer la position dendrochronologique de **P547-M1** en **1603 AD**. Ce sont principalement des chronologies de sites de la Région de Bruxelles-Capitale qui donnent cette position de 1603 : l'origine du chêne **P547-M1** serait donc similaire à celle des bois mis en œuvre sur plusieurs sites bruxellois du centre-ville, ce qui semble logique pour un chêne planté à Anderlecht (tableaux du point 2.2.4)⁴¹.

Aucun des échantillons du « chêne de saint Guidon » ne comporte le cambium, ce qui empêche de déterminer l'abattage à l'année près sur base dendrochronologique. L'un d'eux inclut cependant 26 cernes d'aubier. Donc, si l'on tient compte du système d'estimation des aubiers privilégié en Wallonie⁴², l'arbre de saint Guidon aurait compris 52 +/- 10 cernes d'aubier, situant l'abattage entre **1619 et 1639 AD**. Cette fourchette comprend l'année **1633** durant laquelle a été abattu le chêne qui poussait à l'emplacement de l'actuelle chapelle Saint-Guidon.

2.1.5. Conclusion

L'étude dendrochronologique menée sur la statue de *Saint Guidon imberbe* ainsi que sur les éléments de chênes conservés dans le comble du portail sud de la collégiale Saints-Pierre-et-Guidon d'Anderlecht s'est avérée fructueuse à plus d'un titre.

Un examen des pièces de bois entreposées dans le comble a révélé que toutes sont en chêne, et que la plupart comporte des parties noueuses. Ceci pourrait correspondre aux rebus d'un arbre aux dimensions remarquables. Après sélection de quelques pièces sur la base de critères dendrochronologiques, trois rondelles ont été débitées. La comparaison de leurs séquences dendrochronologiques prouve qu'elles sont

⁴⁰ Prélèvements effectués par M. Boudin et P. Fraiture, 12/11/2014, tous les 30-40 cernes (sélection selon les cernes les plus larges pour disposer d'un poids de matière suffisant par cerne pour la datation C14) sur **P547/02/001** ou **P547/02/002**. Les cernes prélevés sont les 8^e, 38^e, 63^e, 99^e, 130^e et les 144-145^e. Le dernier échantillon comprend deux cernes car ils sont très étroits en fin de séquence et impossibles à dissocier lors du prélèvement ; ils correspondent aux deux premiers cernes d'aubier sur **P547/02/001** (les cernes ultérieurs étant trop étroits pour autoriser un prélèvement précis en toute fin de séquence). Voir point 4 : VAN STRYDONCK M. and BOUDIN M., *Radiocarbon dating report...*

⁴¹ Il faut toutefois noter que préciser davantage la provenance d'un bois sur la base des calculs dendrochronologiques est délicat, étant donné – entre autres – les importations de bois mosan en région bruxelloise. Le projet en cours « Dendro_2013 : Inventaire typologique et dendrochronologique des charpentes anciennes en région de Bruxelles-Capitale », financé par la Région Bruxelles-Capitale, devrait traiter de cette question de dendro-provenance.

⁴² La fourchette d'estimation de l'abattage a été calculée par une méthode expérimentale basée sur l'observation des aubiers des chênes de l'est de la Belgique (D. HOUBRECHTS, inédit ; FRAITURE P., 2007) couplée à l'évaluation de P. GASSMANN (1984).

originaires du même chêne, bien que les débuts de croissance ne montrent pas une excellente synchronisation ; ceci pourrait s'expliquer par le fait que les trois pièces échantillonnées ne proviennent pas de la même tige, mais plutôt de branches différentes de l'arbre. La présence de la moelle sur une des sections alors qu'une autre comporte des cernes plus anciens va dans le même sens.

Quant à la séquence de cernes enregistrée sur la base de la statue de *Saint Guidon imberbe*, celle-ci présente un rythme de croissance très rapide, fort différent de celui des rondelles, beaucoup plus lent. Les comparaisons dendrochronologiques entre la sculpture et les trois tronçons étudiés attestent néanmoins du fait qu'elle provient du même arbre. Ces différences de rythme de croissance seraient donc elles aussi le reflet d'emplacements distincts des pièces dans l'arbre sur pied.

L'analyse dendrochronologique de la série de cernes représentative de cet « arbre de saint Guidon » a donné une hypothèse de datation, qu'il a été possible de confirmer par C14 (qui situe les cernes n°144-145 entre 1540 et 1600) : le dernier cerne mesuré se place en **1603 AD** (cerne n°169). Sans cambium, cette date ne correspond pas à l'année de l'abattage ; toutefois, l'aubier préservé sur l'une des rondelles permet d'estimer celui-ci aux années **1619-1639 AD**.

Au final, l'examen dendrochronologique permet de répondre à la plupart des interrogations du commanditaire, bien qu'il n'atteste pas qu'il s'agisse du chêne planté par le saint vers l'an 1000. D'une part, la dendrochronologie révèle que les trois rondelles prélevées dans le comble sont bien issues d'un seul arbre, et que cette statue de saint Guidon provient elle aussi de celui-ci. D'autre part, la combinaison des datations radiocarbone et dendrochronologique démontre que ce chêne a vécu jusqu'au XVII^e siècle ; l'estimation dendrochronologique de l'abattage précise en outre qu'il a pu être abattu en 1633. Ces résultats concordent donc avec plusieurs éléments des récits populaires concernant le « *chêne miraculeux* » : les restes de chêne préservés dans le comble sont issus du même arbre, attestant qu'il devait s'agir d'un chêne remarquable par ses dimensions ; celui-ci peut avoir été abattu en septembre 1633 comme le mentionnent les documents, et est incontestablement lié au culte de saint Guidon puisque la statue le représentant imberbe a été sculptée dans son bois.

Pour conclure, s'il a été exploité au profit du culte du saint d'Anderlecht durant des siècles après son abattage, comme on l'entend de la bouche des riverains, par conséquent sa datation (C14 et dendrochronologique) n'apporte qu'une information indirecte pour celle de la réalisation des différentes sculptures qui en ont été tirées, qu'il s'agisse de ce saint imberbe ou des autres figures de saint Guidon répertoriées. Leur examen dendrochronologique permettrait néanmoins de mesurer un peu mieux l'ampleur de cette pratique, voire sa durée si la période de réalisation des pièces peut être précisée par d'autres biais (styles, archives...).

2.1.6 Remerciements

L'IRPA remercie vivement les différents laboratoires de dendrochronologie pour les chronologies de sites qu'ils ont mises à notre disposition et qui ont permis d'obtenir ces résultats (voir points 1.3.1, 1.3.2 et 2.2.4), ainsi que Monsieur Julien Mayne de la DMS-SPRB pour l'aide logistique qu'il nous a apportée.

2.2. Données dendrochronologiques, tableaux et graphiques de résultats

Les résultats présentés ici sont ceux obtenus pour la datation dendrochronologique retenue dans un premier temps à titre d'hypothèse, puis confirmée grâce aux résultats du C14 sur cinq prélèvements issus des rondelles P547/02/001 et P547/02/002⁴³.

2.2.1. Tableau récapitulatif de la datation

Chronologie	Localisation	Nb de cerne mesurés	Date du 1 ^{er} cerne mesuré	1 ^{er} cerne d'aubier	Dernier cerne mesuré
P547/01/1	Base de la statue	85	1472 AD ?	/	1556 AD ?
P547/02/001	Fragment de chêne 001	169	1435 AD ?	1578 AD ?	1603 AD ?
P547/02/002	Fragment de chêne 002	151	1441 AD ?	/	1591 AD ?
P547/02/003	Fragment de chêne 003	162	1439 AD ?	/	1600 AD ?
P5547-M1	Moyenne des 4 séquences	169	1435 AD ?	/	1603 AD ?

2.2.2. Données des séquences dendrochronologiques de la statue et des fragments de chêne (en 1/100^e mm)

format Besancon 1992 - from Dendron IV - exported at Tue, 24 Jun 2014 16:53:09 +0200 (extended_version 2013)

. P547-01-1

LON 85

ORI 1472

TER 1556

_MI 168

_MX 919

_AV 400.5

VAL Largeurs

663	695	546	919	488	442	691	444	856	498
811	769	777	352	420	496	339	478	525	398
381	377	575	525	804	727	441	379	236	379
357	224	204	386	404	494	449	433	403	399
494	321	218	210	219	206	296	305	195	230
250	408	464	291	209	234	209	191	168	213
204	248	308	296	333	479	298	386	550	448
356	358	334	291	310	310	332	343	324	358
268	300	389	304	,	;				

⁴³ Voir point 4 : VAN STRYDONCK M. and BOUDIN M., *Radiocarbon dating report...*

. P547/02/001

LON 169

ORI 1435

TER 1603

AUB 144

_MI 28

_MX 296

_AV 130.899

VAL Largeurs

125	108	110	142	185	183	136	191	170	103
166	93	197	124	103	94	112	135	113	135
107	168	169	233	136	211	227	296	292	158
166	185	209	173	185	156	111	158	166	150
275	200	177	191	142	223	162	143	167	149
110	125	120	137	67	127	76	88	89	118
141	238	210	173	173	135	205	199	129	116
186	166	184	145	206	174	174	208	108	125
126	141	120	148	111	112	98	113	148	175
118	142	208	171	161	136	151	137	163	144
92	161	212	99	156	142	92	209	149	147
136	108	94	93	86	105	93	125	140	163
207	166	174	116	134	101	158	103	145	126
133	107	112	117	198	150	108	106	75	74
79	84	91	63	67	60	38	34	46	40
36	48	42	40	34	48	46	37	28	41
34	31	38	45	34	39	34	37	,	;

. P547/02/002

LON 151

ORI 1441

TER 1591

_MI 46

_MX 299

_AV 155.007

VAL Largeurs

135	156	119	119	226	278	267	262	259	173
174	163	160	170	184	214	162	202	149	206
187	219	254	176	158	231	298	299	261	282
206	254	294	244	282	252	204	181	134	271
173	152	182	160	139	196	223	203	198	263
228	139	128	146	165	218	182	123	119	125
190	136	134	127	173	173	174	142	189	165
171	198	117	130	128	147	141	144	109	78
95	156	133	141	136	157	172	159	134	95
130	115	164	147	108	108	125	102	117	132
125	181	118	139	142	123	130	138	100	109
98	117	118	151	224	173	199	135	144	144
155	158	151	173	165	116	117	118	166	116
107	107	92	87	88	82	94	93	83	68
60	54	78	70	62	65	47	56	50	46
								,	;

. P547/02/003

LON 162

ORI 1439

TER 1600

_MI 59

_MX 421

_AV 181.506

VAL Largeurs

231	240	166	203	146	134	311	296	311	359
234	120	328	421	310	340	267	303	198	171
123	126	172	234	253	165	150	234	285	302
299	232	198	236	217	142	276	188	156	202
120	232	184	239	168	228	134	155	200	254
193	221	215	165	125	174	200	321	154	191
125	96	162	152	144	149	197	205	225	206
207	252	297	260	168	189	173	178	152	218
192	108	149	156	215	226	187	184	227	211
196	141	181	188	227	271	298	252	292	190
211	270	247	153	173	187	168	160	148	170
162	166	194	165	172	202	192	165	213	170
149	141	209	159	192	197	205	118	111	125
158	135	120	109	111	99	122	122	140	97
105	65	64	59	98	84	85	112	87	75
85	74	72	85	127	143	105	72	76	68
64	94	;							

2.2.3. Données de la moyenne dendrochronologique de l'ensemble **P547-M1** (en 1/100^e mm)

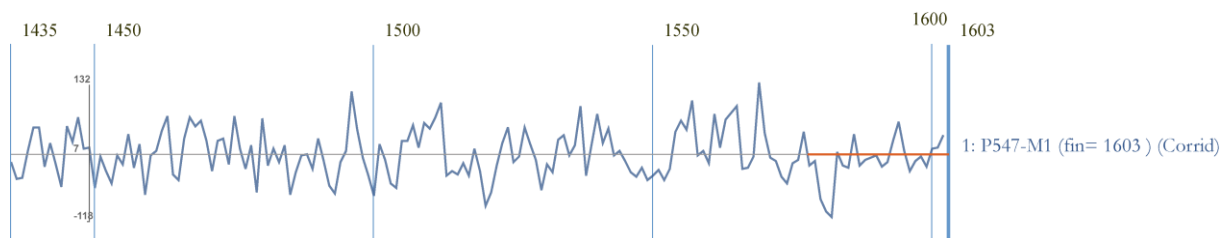


Fig. 45. Graphique de la chronologie du « chêne de saint Guidon » calculée sur la base des séquences dendrochronologiques des quatre pièces de chêne étudiées (trois rondelles et statue), en position absolue (datée) (dessin en corridor ajusté ; en orange est figuré l'aubier)

. P547-M1

LON 169
POS 1435
ORI 1435
TER 1603
LGT 4.305304
LAT 50.834405
ALT 35
_MI 34
_MX 438
_AV 181.786

VAL Largeurs

125	108	110	142	208	212	146	183	145	119
234	222	258	248	199	129	205	240	194	215
186	228	176	202	136	181	195	250	266	166
158	217	264	258	248	223	172	328	343	271
438	282	245	316	210	396	254	336	322	329
184	224	260	233	234	284	229	193	180	253
258	395	318	232	199	148	234	211	158	149
236	237	269	236	259	249	260	290	179	166
159	171	155	202	179	123	143	169	226	252
183	173	210	188	171	135	169	161	201	218
199	214	277	172	218	274	228	225	200	202
184	175	171	183	173	176	186	169	183	226
232	168	195	140	142	129	174	140	163	165
168	114	113	120	174	134	112	107	93	87
96	96	108	84	85	64	54	49	74	65
61	75	59	57	56	56	59	61	78	92
70	52	57	57	49	67	34	37	,	;

2.2.4. Datation dendrochronologique de la chronologie P547-M1 : calculs de synchronisation

Les calculs de synchronisation sont effectués à l'aide du système *Dendron* (version IV) pour les séries dendrochronologiques calibrées en *corridor ajusté* (voir point 1.4)⁴⁴. Le résultat du *t* de *Student* peut être considéré comme significatif à partir de 3.2 (sécurité minimale théorique de 0.9999 ou 99,9%), il est bon à partir de 4 et très bon au-delà de 5.

La chronologie P547-M1 donne des résultats un peu faibles sur les référentiels pour la seule position chronologique qui peut être retenue, **1603 AD** : la réplication est significative mais peu de chronologies donnent des taux de corrélation de haute qualité (voir point 1.4). C'est pourquoi la date a dans un premier temps été retenue à titre d'hypothèse, puis confirmée grâce aux résultats du C14.

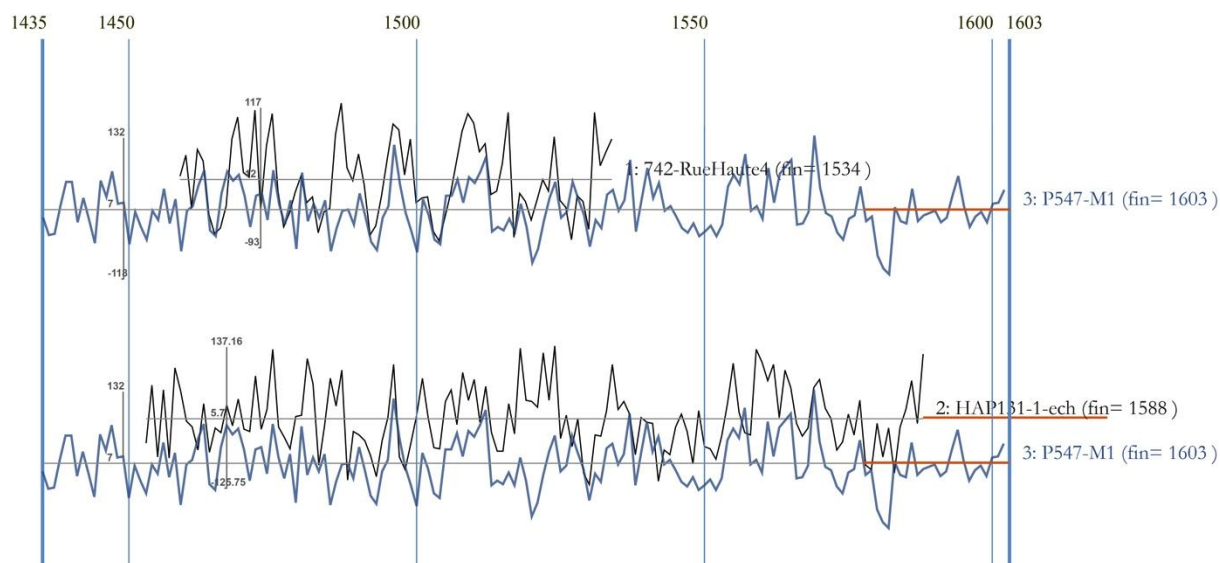
<i>t</i> de <i>Student</i>	Probabilité / sécurité	Coeff. corr. 1	Coeff. corr. 2	Long.	Chronologie du référentiel	Localisation de la chronologie (province/département /canton, pays)	© Référence
5.07	0.999954	0.48	0.45	75	742-RueHaute4	Bruxelles-Capitale, B	© ULg/CEA(AW)
4.58	0.999936	0.25	0.39	167	B-BXL-Mrev_2013	Bruxelles-Capitale, B	© ULg/CEA(AW)A
4.34	0.999916	0.39	0.39	93	P49C.ECH	Bassin rhéno-mosan (matériel artistique)	© IRPA
4.3	0.999915	0.37	0.3	135	HAP131-1-ech	Bassin rhéno-mosan (matériel artistique)	© ULg/CEA(PaF)

⁴⁴ LAMBERT G.-N., 2006.

4.03	0.999873	0.3	0.41	100	Chaumont.SJB-GL21	Haute-Marne, F	© HistoricOaks
4	0.999808	0.45	0.41	60	P490-01-001-ech	Brabant flamand, B	© IRPA
3.94	0.999846	0.2	0.36	167	Westphalie-Hellwegzone	Westphalie, D	Hamburg Universität (Eckstein <i>et al.</i> 1991 inédit)
3.59	0.999615	0.29	0.34	108	os525l	Bassin rhéno-mosan (matériel artistique)	© TYERS
3.57	0.999572	0.41	0.35	68	p49ABF.ech	Bassin rhéno-mosan (matériel artistique)	© IRPA
3.53	0.999568	0.26	0.43	81	778-EgliseStDenis-Chapelle-XVI	Bruxelles-Capitale, B	© ULg/CEA(AW)
3.48	0.99955	0.24	0.31	141	STME001	Ardennes, F	© DendroNet
3.35	0.999401	0.21	0.35	122	767-NotreDamedelaChapelle	Bruxelles-Capitale, B	© ULg/CEA(AW)
3.31	0.999299	0.34	0.22	119	hap80-02.ech	Bassin rhéno-mosan (matériel artistique)	© ULg/CEA(PaF)
3.26	0.999055	0.39	0.34	61	Aumont.Ocl-GL01	Fribourg, CH	© HistoricOaks

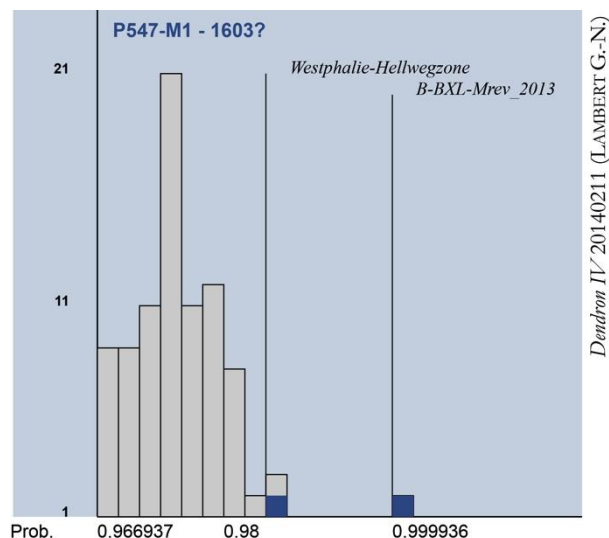
2.2.5. Vérifications de la datation retenue pour la moyenne dendrochronologique P547-M1 (en bleu) par comparaisons visuelles avec des chronologies du référentiel (en noir)

P547-M1 est comparée à la chronologie de site **742-RueHaute4** (© ULg/CEA(AW)) et à la chronologie individuelle **HAP131-1-ech** (© ULg/CEA(PaF)). Dans les deux cas, la qualité de la synchronisation est bonne (les aubiers sont figurés en rouge).



2.2.6. Histogrammes cumulés des positions chronologiques proposées par Dendron IV lors du calcul de la moyenne P547-M1 sur les chronologies régionales du référentiel

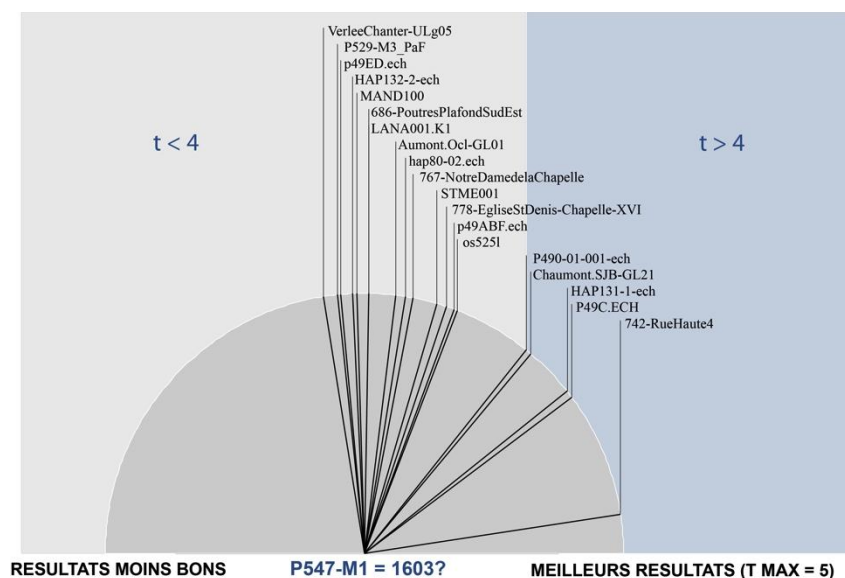
Voir point 1.6.1



La qualité des résultats obtenus pour P547-M1 est de classe B (voir point 1.6.1 et Fig. 32 pour l'interprétation de ce type de graphiques) : la date **1603 AD** est obtenue sur peu de chronologies régionales du bassin rhéno-mosan moyen, mais avec une très forte démarcation pour une d'entre elles (éloignement marqué vers la droite du graphique pour B-BXL-Mrev_2014, © ULg/CEA(AW)).

2.2.7. Corrélations en éventail produites par Dendron IV pour la position chronologique retenue pour la moyenne P547-M1 sur les chronologies de sites et individuelles du référentiel

Voir point 1.6.2



La qualité des résultats obtenus pour P547-M1 est de classe B (voir point 1.6.2 et Fig. 33 pour l'interprétation de ce type de graphiques) : de nombreuses chronologies belges et françaises proposent la date retenue **1603 AD** dont certaines avec des taux de synchronisations qui dépassent le seuil jugé significatif de $t = 4$ (plusieurs branches de l'éventail sont localisées dans la partie bleue du graphique).

3. Bibliographie

- BEUTING M., 2011. Dendro-organology? The dendrochronological method applied to musical instruments, *in*: FRAITURE P. (dir.), *Tree Rings, Art, Archaeology*, Proceedings of the conference, Brussels, Royal Institute for Cultural Heritage, 10-12 February 2010 (*Scientia Artis* 7), Brussels, p. 273-283.
- BONDE N., TYERS I. & WAZNY T., 1997. Where does the Timber come from ? Dendrochronological Evidence of the Timber Trade in Northern Europe, *in*: SINCLAIR A., SLATER E. & GOWLETT J. (eds), *Archaeological Sciences 1995*, Proceedings of a conference on the application of scientific methods to Archaeology (Oxford Books Monography Series, 64), Oxford, p. 201-204.
- ECKSTEIN D. & WROBEL S., 2007. Dendrochronological Proof of Origin of historic Timber – Retrospect and Perspectives, *in*: HANECA K., VERHEYDEN A., BEEKMAN H., GÄRTNER H., HELLE G. & SCHLESER G. H. (eds), *Proceedings of the Symposium on Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology (TRACE)*, Jülich, April 20-22, 2006, Tervuren, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt/Environment, vol. 74, p. 8-20.
- FRAITURE P., 2000. La dendrochronologie au service du patrimoine mobilier : analyse des œuvres du maître du calvaire de Waha, *in* : LEFFITZ M. & VAN RUYMBEKE M. (dir.), *Le maître du calvaire de Waha. Etudes sur la sculpture de la Meuse à l'Ardenne à la fin du moyen âge*, catalogue de l'exposition tenue à la Vieille Cense à Marloie, 1^{er} juin - 31 août 2000, Musée des Francs et de la Famenne, Marche-en-Famenne, p. 171-188.
- FRAITURE P., 2007. *Les supports de peintures en bois dans les anciens Pays-Bas méridionaux de 1450 à 1650 : analyses dendrochronologiques et archéologiques*, thèse de doctorat, Université de Liège, 3 vol., 447 p., 347 p. et 491 fig.
- FRAITURE P., 2009. Dendrochronological Analysis of Pre-Eyckian Paintings, *in*: DENEFFE D., PETERS F. & FREMOUT W., *Pre-Eyckian Panel Painting in the Low Countries*, 1. *Catalogue* (Contributions to Fifteenth-Century Painting in the Southern Netherlands and the Principality of Liège), Brussels, p. 47-69.
- FRAITURE P., CRÉMER S. & SHINDO L., 2011. Rapport d'analyse dendrochronologique. Retable sculpté. Retablo de la Asunción-Coronación. Iglesia parroquial de Nuestra Señora de la Asunción. Erreterria (Guipuscoa, Espagne), Institut royal du Patrimoine artistique (n° réf. Labo. Dendro. P442; n° dossier IRPA 2010.10646), mai 2011, 54 p.
- FRAITURE P., 2012. Dendro-archaeological Examination of Paintings by Pieter Brueghel the Younger, *in*: CURRIE C. & ALLART D., *The Brueg[h]el phenomenon: Paintings by Pieter Bruegel the Elder and Pieter Brueghel the Younger with a special focus on technique and copying practice*, Brussels, Royal Institute of Cultural Heritage, *Scientia Artis* 8, p. 1002-1017.
- FRAITURE P., 2013^a. Le retable du *Couronnement de la Vierge* sous la loupe du dendrochronologue / Dendrochronologische analyse van het retabel van Erreterria, *in*: BARRIO OLANO M. & BERASAIN SALVARREDI I. (dir.) (PERIER-D'ETEREN C. pour l'édition française et néerlandaise), *Le retable du Couronnement de la Vierge. Eglise de l'assomption d'Erreterria / Het retabel van de Kroning van Maria. Kerk van Maria-Tenhemelopneming te Erreterria*, Donostia/San Sebastián/Bruxelles/Brussel, p.103-118.
- FRAITURE P., 2013^b. Dendrochronological research on sculptures from the Elsloo Group, *in*: PEETERS F. (dir.), *A Masterly Hand. Interdisciplinary Research on the Late Medieval Sculptor Master of Elsloo in an International Perspective*. Proceedings of the Conference, Brussels, Royal Institute for Cultural Heritage, 20-21 October 2011, Brussels, Royal Institute of Cultural Heritage, *Scientia Artis* 9, p. 162-183.
- GASSMANN P., 1984. Dendrochronologie : 100.000 cernes sur Cortaillod-Est, *Archéologie suisse* 7-2, p. 63-68.
- GIRARD CLOS O., 1999. *Dendrochronologie du Chêne* (*Quercus petraea*, *Quercus robur*), *influences des facteurs stationnels et climatiques sur la croissance radiale, cas de sols hydromorphes et des climats atlantiques. Applications paléo-écologiques aux bois subfossiles du marais de Brière (Loire-Atlantique)*, thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, 377 p., annexes.
- HANECA K., DE BOODT R., HERREMANS V., DE PAUW H., VAN ACKER J., VAN DE VELDE C. & BEECKMAN H., 2005. Late Altarpieces as Sources of Information on Medieval Wood Use : a Dendrochronological and Art Historical Survey, *in* *LAWA Journal*, vol. 26 (3), p. 273-298.
- HOLLSTEIN E., 1965. Jahrringchronologische Datierung von Eichenhölzern ohne Waldkante, *Bonner Jahrbücher* 165, p. 11-27.
- HOLLSTEIN E., 1978. Wood Technology and the Dating of Oak : West German Chronologies for Oak and Beech, *in*: FLETCHER J. M. (ed.), *Dendrochronology in Europe. Principles, Interpretations and Applications to Archaeology and History* (British Archaeological Reports, International Series, 51), p. 33-44.
- HOLLSTEIN E., 1980. *Mitteleuropäische Eichenchronologie, Trierer dendrochronologische Forschungen zur Archäologie und Kunstgeschichte* (Trierer Grabungen und Forschungen, Rheinisches Landesmuseum Trier 11), Mainz am Rhein, 273 p.
- HOUBRECHTS D., 2005. *Le logis en pan-de-bois à Liège et dans les villes du bassin de la Meuse moyenne (1450-1650) : approches archéologique et dendrochronologique*, Thèse de doctorat, Université de Liège, 284 p.

- Houbrechts D., 2008a. *Le logis en pan-de-bois dans les villes du bassin de la Meuse moyenne (1450-1650)* (Dossiers de la Commission Royale des Monuments, Sites et Fouilles 12), Liège, 314 p.
- Jansma E., 1995. *Remember Rings. The Development and Application of Local and Regional Tree-ring Chronologies of Oak for the Purposes of Archaeological and Historical Research in the Netherlands*, published PhD (Nederlandse archeologische rapporten 19), 114 p.
- Kaennel M. & Schweingruber F. H., 1995. *Multilingual Glossary of Dendrochronology. Terms and Definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian*, Berne, Stuttgart, Vienne, 467 p.
- Lambert G.-N., 2006. *Dendrochronologie, histoire et archéologie, modélisation du temps. Le logiciel Dendron II et le projet Historic Oaks*, thèse de doctorat (Habilitation à Diriger les Recherches), Université de Franche-Comté, 2 vol., 151 p. et 206 p.
- Lambert G.-N., 2011. Dendrochronology, archaeology and science, in: Fraiture P. (dir.), *Tree Rings, Art, Archaeology*, Proceedings of the conference, Brussels, Royal Institute for Cultural Heritage, 10-12 February 2010 (*Scientia Artis* 7), Brussels, p. 19-30.
- Lambert G., Bernard V., Dupouey J.-L., Fraiture P., Gassmann P., Girardclos O., Lebourgeois F., Le Digol Y., Perrault C. & Tegel W., 2010. Dendrochronologie et dendroclimatologie du chêne en France. Questions posées par le transfert de données de bois historiques vers la dendroclimatologie, *EDYTEM* 11, p. 197-208.
- Lambert G.-N., Lavier C., Perrier P. & Vincenot S., 1988. Pratique de la dendrochronologie, *Histoire et Mesure* 3/3, p. 279-308
- Perrault C. et Girardclos O., 2000. Essai de datation par dendrochronologie de bois provenant de fouilles anciennes de la région Auvergne, *Revue d'Auvergne* 114 : *Nouvelles archéologiques. Du terrain au laboratoire...*, Alliance Universitaire d'Auvergne, Clermont-Ferrand, p. 35-59.
- Rybáček M., Vavřík H. & Hubeny R., 2006. Determination of the Number of Sapwood Annual Rings in Oak in the Region of Southern Moravia, *Journal of forest science* 52 (3), p. 141-146.
- Salzman L.F., 1979. *Building in England down to 1540*, reprint of the 1967 edition published by Oxford University Press.
- Sohar K., Vitas A. & Laanela A., 2012. Sapwood estimates of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in eastern Baltic, *Dendrochronologia* 30-1, p. 49-56.
- Tossavainen J., 1994. *Dutch Forest Products' Trade in the Baltic from the Late Middle Ages to the Peace of Munster in 1648*, Ph. D. Dissertation, University of Jyväskylä (Finlande).
- Wazny T., 2005. The Origin, Assortments and Transport of Baltic Timber : Historic-Dendrochronological Evidence, in: Van de Velde C., Beeckman H., Van Acker J. & Verhaeghe F. (eds), *Constructing Wooden Images*, Actes du symposium tenu à Bruxelles, 25-26 octobre 2002, Bruxelles, p. 115-126.
- Wazny T. & Eckstein D., 1987. Der Holzhandel von Danzig/Gdansk – Geschichte, Umfang und Reichweite, in *Holz Roh- u. Werkst.*, 45, p. 509-513.
- Weitz A., 2012. *La provenance du bois d'œuvre en Région Bruxelles-Capitale : première approche de la question à travers l'étude et la révision des données du laboratoire de dendrochronologie de l'Ulg/CEA*, mémoire de Master, Université de Liège, 2 vol.
- Yamaguchi D.K., 1986. Interpretation of cross correlation between tree-ring series, *Tree-Ring Bulletin* 46, p. 47-54.
- Zunde M., 1998-1999. Timber Export from Old Riga and its Impact on Dendrochronological Dating in Europe, *Dendrochronologia* 16-17, p. 119-130.

4. Annexe



2014.12402
16/12/2014

Frédéric Leroy
Rue de Chapelain 1-7
1070 Bruxelles

RADIOCARBON DATING REPORT

Arbre miraculeux de la collégiale Saints-Pierre-et-Guidon, Anderlecht

Les calibrations individuelles de chaque cerne sont :

RICH- 21557 (cerne 8) : 490±32BP

68.2% probability
1410AD (68.2%) 1450AD
95.4% probability
1390AD (95.4%) 1460AD

RICH- 21558 (cerne 38) : 376±33BP

68.2% probability
1450AD (48.9%) 1530AD
1580AD (19.3%) 1620AD
95.4% probability
1440AD (95.4%) 1640AD

RICH- 21559 (cerne 63) : 408±31BP

68.2% probability
1430AD (68.2%) 1500AD
95.4% probability
1420AD (84.3%) 1530AD
1570AD (11.1%) 1630AD

RICH- 21560 (cerne 99) : 313±31BP

68.2% probability
1520AD (48.5%) 1590AD
1610AD (19.7%) 1650AD
95.4% probability
1480AD (95.4%) 1660AD

RICH- 21561 (cerne 130) : 379±33BP

68.2% probability
1440AD (50.0%) 1530AD
1580AD (18.2%) 1620AD
95.4% probability
1440AD (95.4%) 1640AD

RICH- 21562 (cerne 144-145) : 333±32BP

68.2% probability
1490AD (68.2%) 1630AD
95.4% probability
1470AD (95.4%) 1650AD

Un « wiggle matching » qui utilise toutes les datations ainsi que les écarts entre les n° du cerne entre chaque échantillon réduit considérablement les intervalles de dates :

Sampled cerne 8 : 490±32

68.2% probability
1420AD (68.2%) 1460AD
95.4% probability
1400AD (95.4%) 1460AD
Agreement 100.5%

Sampled cerne 38 : 376±33

68.2% probability
1450AD (68.2%) 1490AD
95.4% probability
1430AD (95.4%) 1490AD
Agreement 119.1%

Sampled cerne 63 : 408±31

68.2% probability
1470AD (68.2%) 1510AD
95.4% probability
1460AD (95.4%) 1520AD
Agreement 70.6%

Sampled cerne 99 : 313±31

68.2% probability
1510AD (68.2%) 1550AD
95.4% probability
1500AD (95.4%) 1550AD
Agreement 105.4%

Sampled cerne 130 : 379±33

68.2% probability
1540AD (68.2%) 1580AD
95.4% probability
1530AD (95.4%) 1580AD

WARNING : Poor agreement - nr 130 Agreement test: A= 43.3%(<A'c= 60.0%)

Poor agreement 43.3%

Sampled cerne 144-145 de l'aubier: 333±32

68.2% probability
1560AD (68.2%) 1590AD
95.4% probability
1540AD (95.4%) 1600AD

Agreement 113.8%

Overall agreement 71.4%

) D_Sequence St Guidon

Conclusion : Cernes 144-145 de l'aubier se datent avec 95,4% de probabilité entre 1540 et 1600AD.

Cordialement,

Mark Van Strydonck
mark.vanstrydonck@kikirpa.be



Mathieu Boudin
Mathieu.boudin@kikirpa.be

