



### DESCRIPTIF DE L'OBJET

Type et matériaux <sup>(1)</sup> :

*Masque Ngil en bois*

Provenance et période présumées <sup>(1)</sup> :

*Gabon, ethnie Fang, 19<sup>e</sup> siècle – Début 20<sup>e</sup> siècle*

Dimension :

*H. : 58 cm*

### ÉCHANTILLONS <sup>(2)</sup>

P1 et P2 : *Prélèvements de bois*

**P3 : Prélèvement de raffia effectué par le client**

### Résumé des résultats d'analyse

- L'échantillon de bois et l'échantillon de raffia ont été datés par la méthode du carbone 14 couplée à une spectrométrie de masse (AMS), *Pour plus d'explications sur les distributions de probabilité, se référer à la page 5.*
- Il convient de rappeler que la datation caractérise la mort des cellules dont proviennent les prélèvements. Les résultats sont présentés en date calibrées à  $2\sigma$  (95,4 % de confiance) :
  - Bois - échantillon P1 : 1660 - 1700 (17,4 %), 1721 - 1815 (46,8 %),  
1833 - 1888 (11,6 %), 1908 - 1954 (19,6 %)
  - Raffia – échantillon P2 : 1954 - 1956 (41,9 %) et 2018 - 2020 (53,5 %)
- Le bois fait partie de la famille des *Euphorbiaceae*, du genre *Ricinodendron* et de l'espèce *heudelotii* présent en Afrique tropicale. Cette essence se nomme *Essessang*.

**Les résultats obtenus indiquent que le bois dans lequel le masque a été sculpté est compatible avec l'attribution présumée, alors que le raffia est moderne (après 1954). L'essence de bois est compatible avec l'origine présumée de l'objet <sup>(3)</sup>.**

Dr Olivier Bobin et Dr Stéphanie Castandet pour CIRAM

le 5 mai 2025 à Martillac

<sup>(1)</sup> informations données par le commanditaire, à titre indicatif.

<sup>(2)</sup> les prélèvements de bois ont été effectués par CIRAM et le prélèvement de raffia par le client.

<sup>(3)</sup> les conclusions apportées par CIRAM sont basées sur l'étude de micro-prélèvements, qui ne peuvent être considérés comme obligatoirement représentatifs de la totalité de l'objet. Elles concernent la datation du matériau constitutif de l'objet et non celle de sa mise en forme.

Vérifier l'authenticité  
de ce rapport en scannant  
ce QR code







## OBJECTIFS

L'objectif de la datation radiocarbone est de fournir des informations sur la compatibilité entre l'abattage de l'arbre utilisé et l'attribution supposée de l'objet.

L'objectif de l'étude xylologique est d'identifier l'essence du bois, afin de fournir des informations sur sa compatibilité géographique avec l'origine présumée de l'objet.

## MOYENS MIS EN ŒUVRE

### Datation radiocarbone

Les échantillons ont fait l'objet d'un certain nombre de traitements et de purifications avant extraction du matériau datable. Après extraction du CO<sub>2</sub>, une première quantification du rapport carbone/azote est effectuée par un analyseur lors de la combustion des échantillons (Elementar Vario ISOTOPE Select). Ensuite, les différents isotopes du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) sont séparés par spectrométrie de masse (IRMS, Elementar Isoprime precisION) en parallèle de la graphitisation à l'aide d'un système automatisé (AGE 3, Ion Plus). L'ensemble de ces pré-traitements et mesures est réalisé au sein du laboratoire CIRAM sur notre chaîne analytique dédiée.

Puis, la concentration en  $^{14}\text{C}$  est déterminée par AMS en comparant simultanément les mesures de  $^{14}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  et  $^{12}\text{C}$  avec celles de produits de référence (acide oxalique, CO<sub>2</sub>, et charbon).

L'âge  $^{14}\text{C}$  conventionnel est calculé selon la méthode décrite par Stuiver et Polach (*Radiocarbon*, 19 (3), 1977, 355-363) ; il prend en compte la correction du fractionnement isotopique ( $\delta^{13}\text{C}$ ), basée sur la comparaison des rapports de concentration  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  et  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ . L'incertitude de mesure ( $\sigma$ ) regroupe les incertitudes statistiques de comptage du  $^{14}\text{C}$  résiduel, la variabilité des mesures et les effets de la soustraction du « blanc ».

Les intervalles de dates calendaires ont été calculés en utilisant les calibrations suivantes :

*OxCal v4.4 (Bronk Ramsey, 2009, Radiocarbon, 51(1), 337-360 ; Bronk Ramsey and Lee, 2013, Radiocarbon, 55(2-3), 720-730 ; Bronk Ramsey, 2017, Radiocarbon, 59(2), 1809-1833).*

*IntCal 20, Calibration pour l'hémisphère nord (Reimer et al., 2020, Radiocarbon, 62(4), 725-757 ; Heaton et al., 2020, Radiocarbon, 62(4), 821-863).*

*Bomb 21 NH 3, Radiocarbone atmosphérique pour la période 1950-2019 (Hogg et al., 2021, Radiocarbon, 63(6)).*

Une quantité suffisante de carbone a pu être extraite de l'échantillon, et un signal d'intensité satisfaisante a été obtenu durant les mesures par AMS.

### Étude xylologique

Les surfaces transversales, radiales et tangentielles ont été travaillées par ponçage au grain super fin (P1000), ainsi qu'à la lame de rasoir.

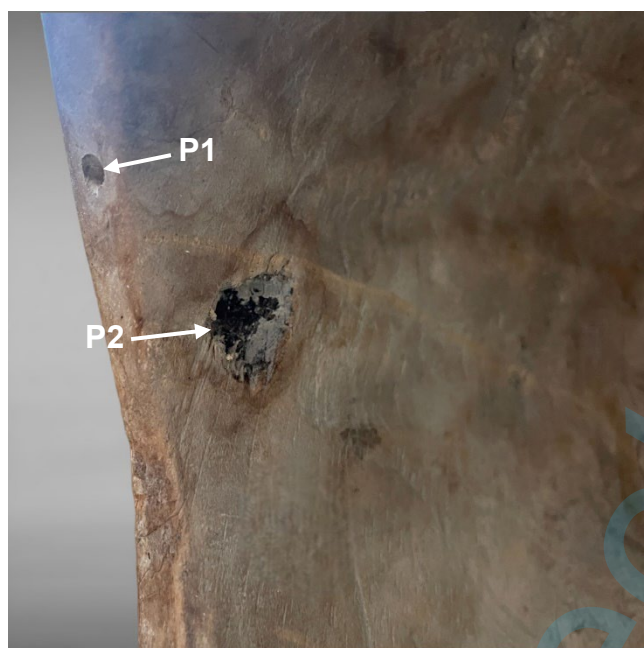
Les observations ont été réalisées à l'aide d'un stéréomicroscope (loupe binoculaire Olympus® SZ61) et d'un microscope métallographique en champ sombre (Olympus® BX53M), sous lumière dite « naturelle » (lumière blanche calibrée).



## ÉCHANTILLONS

L'étude a été menée sur trois prélèvements (Fig. 1) :

- P1 : Prélèvement de bois réalisé sur la tranche au dos, pour la datation radiocarbone.
- P2 : Prélèvement de bois réalisé dans le trou au dos, pour l'étude xylologique.
- P3 : Prélèvement de rafia, pour la datation radiocarbone effectué par le client.



**Figure 1** : Vue de détail de l'objet et localisation des prélèvements P1 et P2 (flèches).



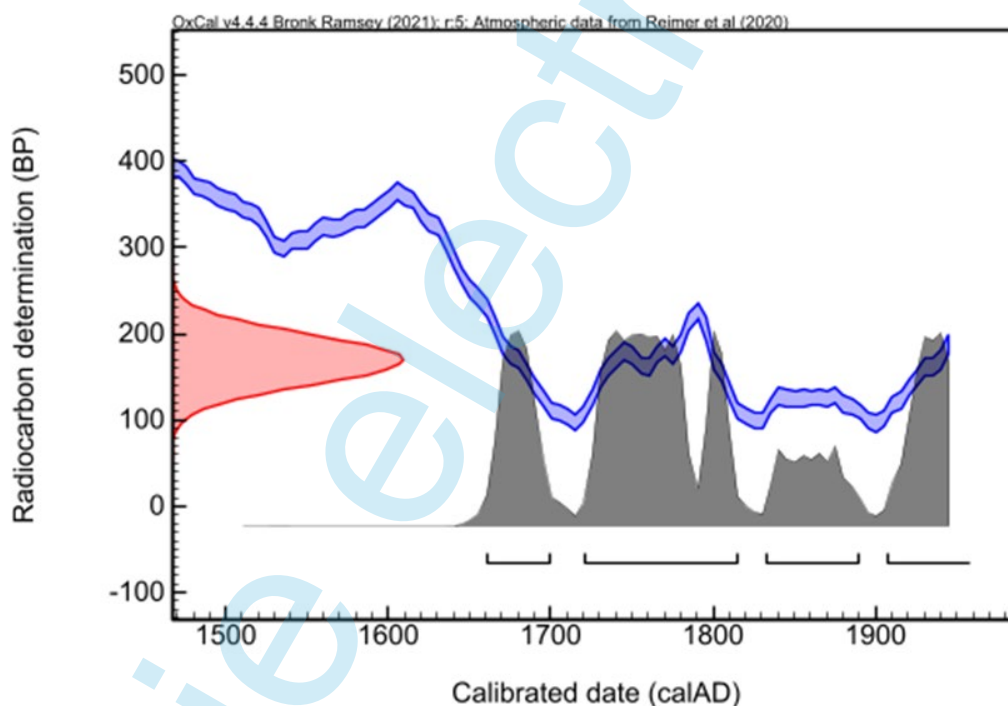
## DATATION RADIOCARBONE – P1

Fraction	Âge conventionnel, BP	pMC corrigé
Cellulose, résidus alcalins	170 ± 29	97,90 ± 0.35

La mesure effectuée est exprimée de deux différentes manières : *part of Modern Carbon* (ou pMC) et âge conventionnel, L'âge conventionnel est exprimé en années avant 1950 (BP signifiant *before present* ou avant 1950), qui est l'année de référence (cf, annexe), L'âge est exprimé à un écart-type,

Dates calibrées à 2 $\sigma$	1660 - 1700 (probabilité de 17,4 %)
(95,4 % de confiance)	1721 - 1815 (probabilité de 46,8 %)
	1833 - 1888 (probabilité de 11,6 %)
	1908 - 1954 (probabilité de 19,6 %)

Les intervalles de datation reflètent une distribution conventionnelle à deux sigmas, c'est à dire 95,4 % de l'ensemble des solutions, L'événement daté peut se retrouver dans n'importe quel intervalle, sans tenir compte de la distribution de probabilité, donnée à titre indicatif,



### Procédure de calibration

La courbe rouge est une transcription des résultats de mesure des isotopes du carbone (l'âge conventionnel), Cette valeur a besoin d'être corrigée avant de fournir la moindre information chronologique, en raison de l'hétérogénéité de la concentration en  $^{14}\text{C}$  dans l'atmosphère à travers le temps, C'est pourquoi la mesure (en rouge), exprimée sous la forme d'une gaussienne, est interpolée avec la courbe de calibration bleue, dans le but de corriger l'âge conventionnel, On obtient alors une distribution *a posteriori* des résultats (en gris), divisée en un ou plusieurs intervalles, Chacun d'entre eux représente une partie de la distribution à deux sigmas,

**En l'absence d'informations historiques, textuelles ou autre, il n'est pas possible de privilégier un intervalle. En dépit des pourcentages de probabilité, aucun intervalle ne peut être écarté.**



## ANALYSE XYLOLOGIQUE – P2

L'analyse xylologique du bois a été réalisée par Joey Montagut, xylologiste.

### Observations macroscopiques

Couleur	Blanc
Dureté	Tendre
Densité	Non mesurable, inférieure à 1, léger
Grain	Non estimable, échantillon trop petit
Odeur	Aucune
Lumière de Wood	Pas de réaction

### Observations microscopiques

#### Sur le plan transversal

Nous constatons la présence d'un seul gros vaisseau de forme ovale dont le diamètre est supérieur à 200 micromètres. La densité de vaisseaux est faible ; elle est inférieure à un vaisseau par mm<sup>2</sup> (Fig. 2a). Le parenchyme est présent sous la forme de courtes chaînettes sinueuses et uni-sérialisées. Nous dénombrons environ huit lignes de parenchyme par millimètre, régulièrement espacées (Fig. 2b). Les rayons ligneux sont au nombre de douze à quinze par millimètre (unité de longueur). Les fibres sont à parois très minces.

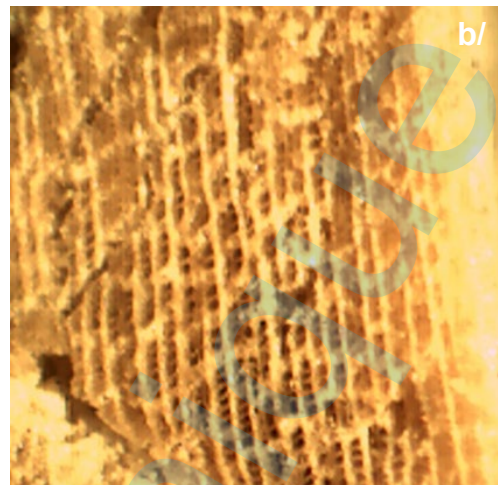
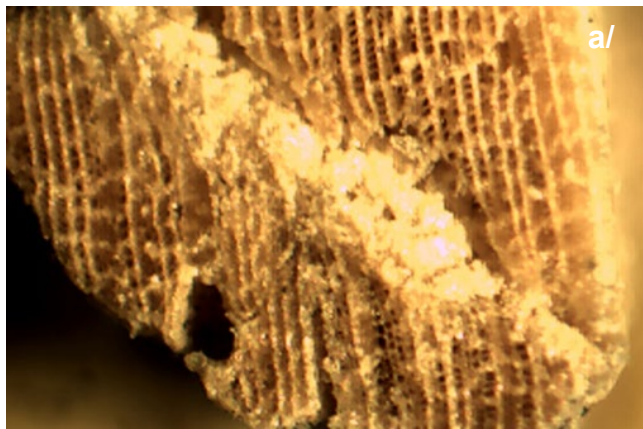
#### Sur le plan tangentiel

Les rayons ligneux sont exclusivement uni-sériés et ne sont pas étagés (Fig. 3a et 3b). Les ponctuations inter-vasculaires sont alternées et leur diamètre est supérieur à douze micromètres. Parenchyme : files de cellules composées de 8 éléments.

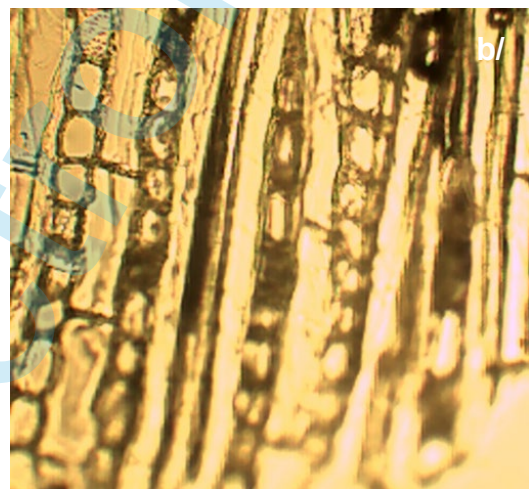
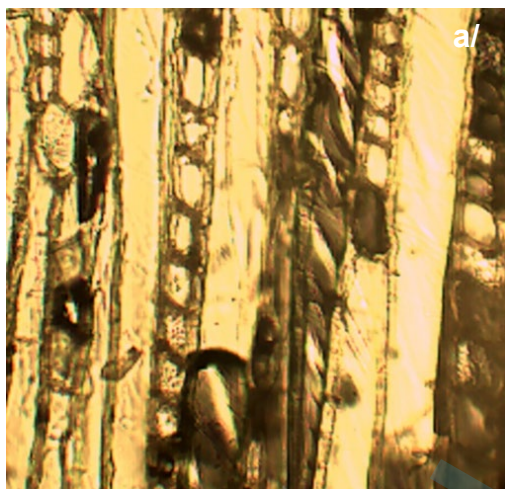
#### Sur le plan radial

Les rayons ligneux sont de structure hétérogène (Fig. 4a). Les ponctuations radio-vasculaires sont de même taille que les ponctuations inter-vasculaires et de forme légèrement ovale pour certaines (Fig. 4b). Les perforations sont simples.

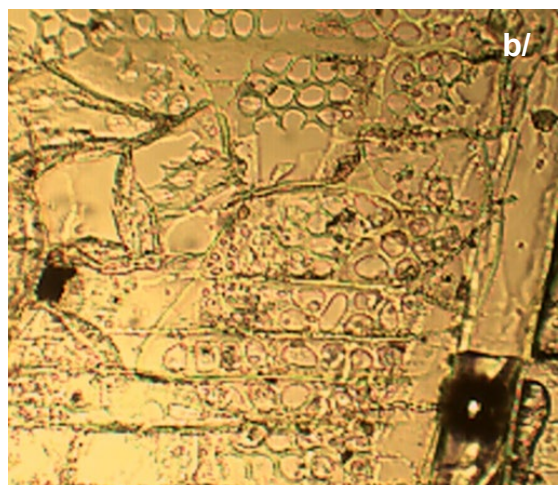




**Figure 2 :** Observation de l'échantillon sur le plan transversal (Stéréomicroscope, a/ et b/ : x40).



**Figure 3 :** Observation de l'échantillon sur le plan tangentiel (Microscope métallographique, champ sombre, a/ et b/ : x200)



**Figure 4 :** Observation de l'échantillon sur le plan radial (Microscope métallographique, champ sombre, a/ : x100 et b/ : x200).



## Conclusions

L'échantillon fait partie de la famille des *Euphorbiaceae*, du genre *Ricinodendron* et de l'espèce *heudelotii* présent en Afrique tropicale. Cette essence se nomme *Essessang*.

Nom scientifique	<i>Ricinodendron heudelotii</i>
Nom vernaculaire	Essessang
Famille	Euphorbiaceae
Origine	Afrique tropicale

## Références bibliographiques

- Dahms K.G., 1986, *Atlas des bois tropicaux, Tome 1 : Afrique*, ATIBT, Paris, 208 p.
- Detienne P., 2013, *Afrique Woods from Sénégal and Congo (Brazaville)*, unpublished, 227 p.
- Dyer S., James B., James D., 2016, *Guide to the properties of Southern African woods*, Briza, 336 p.
- Gérard J. et al., 2016, *Atlas des bois tropicaux : Caractéristiques technologiques et utilisations*, Éditions Quae, 1000 p.
- Lemmens R.H.M.J et al., 2008, *Ressources végétales de l'Afrique tropicale 7(1), Bois d'œuvre 1*, Fondation PROTA, 785 p.
- Lemmens R.H.M.J et al., 2012, *Ressources végétales de l'Afrique tropicale 7(2), Bois d'œuvre 2*, Fondation PROTA, 891 p.
- Normand D., 1998, *Manuel d'identification des bois commerciaux, Tome 1*, CIRAD-Forêt, Montpellier, 175 p.
- Normand D., 1950, *Atlas des bois de la Cote d'Ivoire, Tome 1 : Généralités*, CTFT, Nogent-sur-Marne, 205 p.
- Normand D., Paquis J., 1976, *Manuel d'identification des bois commerciaux, Tome 2 : Afrique guinéo-congolaise*, GERDATCTFT, Nogent-sur-Marne, 335 p.

## Webographie

<http://insidewood.lib.ncsu.edu>  
<http://www.tropix.cirad.fr>  
<https://iawa-website.org/>

## Xylothèque

Collection d'échantillons de bois de plus de 2 000 références.





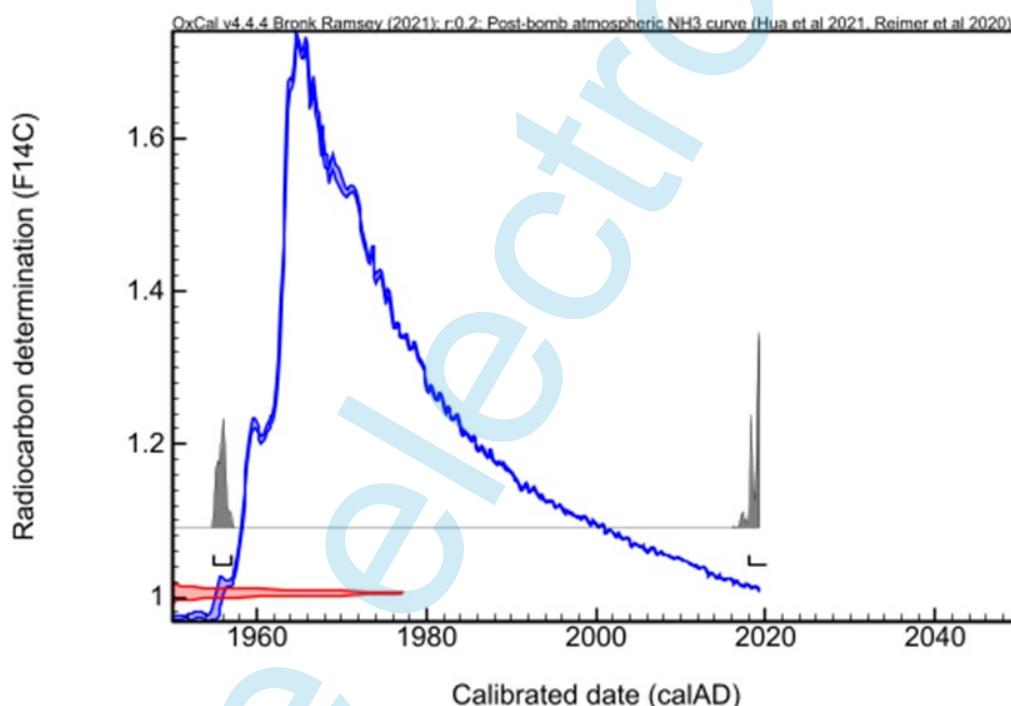
## DATATION RADIOCARBONE – P3

Fraction	Âge conventionnel, BP	pMC corrigé
Cellulose, résidus alcalins	Après 1954	100,54 ± 0.37

La mesure effectuée est exprimée de deux différentes manières : *part of Modern Carbon* (ou pMC) et âge conventionnel, L'âge conventionnel est exprimé en années avant 1950 (BP signifiant *before present* ou avant 1950), qui est l'année de référence (cf, annexe), L'âge est exprimé à un écart-type,

Dates calibrées à 2 $\sigma$	1954 - 1956 (probabilité de 41,9 %)
(95,4 % de confiance)	2018 - 2020 (probabilité de 53,5 %)

Les intervalles de datation reflètent une distribution conventionnelle à deux sigmas, c'est à dire 95,4 % de l'ensemble des solutions, L'événement daté peut se retrouver dans n'importe quel intervalle, sans tenir compte de la distribution de probabilité, donnée à titre indicatif,

**Procédure de calibration**

La courbe rouge est une transcription des résultats de mesure des isotopes du carbone (l'âge conventionnel), Cette valeur a besoin d'être corrigée avant de fournir la moindre information chronologique, en raison de l'hétérogénéité de la concentration en  $^{14}\text{C}$  dans l'atmosphère à travers le temps, C'est pourquoi la mesure (en rouge), exprimée sous la forme d'une gaussienne, est interpolée avec la courbe de calibration bleue, dans le but de corriger l'âge conventionnel, On obtient alors une distribution *a posteriori* des résultats (en gris), divisée en un ou plusieurs intervalles, Chacun d'entre eux représente une partie de la distribution à deux sigmas,

**En l'absence d'informations historiques, textuelles ou autre, il n'est pas possible de privilégier un intervalle. En dépit des pourcentages de probabilité, aucun intervalle ne peut être écarté.**



## CONCLUSIONS

L'étude et l'analyse scientifique d'un masque en bois et rafia ont permis de mettre en évidence les caractéristiques suivantes :

- L'échantillon de bois et l'échantillon de rafia ont été datés par la méthode du carbone <sup>14</sup> couplée à une spectrométrie de masse (AMS), *Pour plus d'explications sur les distributions de probabilité, se référer à la page 5.*
- Il convient de rappeler que la datation caractérise la mort des cellules dont proviennent les prélèvements. Les résultats sont présentés en date calibrées à  $2\sigma$  (95,4 % de confiance) :
  - Bois - échantillon P1 : 1660 - 1700 (17,4 %), 1721 - 1815 (46,8 %),  
1833 - 1888 (11,6 %), 1908 - 1954 (19,6 %)
  - Rafia – échantillon P2 : 1954 - 1956 (41,9 %) et 2018 - 2020 (53,5 %)
- Le bois fait partie de la famille des *Euphorbiaceae*, du genre *Ricinodendron* et de l'espèce *heudelotii* présent en Afrique tropicale. Cette essence se nomme *Essessang*.

**Les résultats obtenus indiquent que le bois dans lequel le masque a été sculpté est compatible avec l'attribution présumée, alors que le rafia est moderne (après 1954). L'essence de bois est compatible avec l'origine présumée de l'objet.**

*Les analyses et le présent rapport ont été réalisés par le Dr Olivier Bobin et Dr Stéphanie Castandet.*



## ANNEXE - LES PRINCIPES DE LA DATATION PAR CARBONE 14

La datation au carbone 14 est basée sur la mesure de l'activité radiologique du carbone 14 contenu dans toute matière organique. Elle permet de déterminer l'intervalle de temps écoulé depuis la mort de l'organisme à dater (l'abattage de l'arbre par exemple).

### Historique

Vers la fin des années 1940, des travaux réalisés aux États-Unis testèrent les potentialités d'utiliser les propriétés de la radioactivité naturelle du carbone 14 dans le cadre de la datation des matières organiques [1]. Puis, dans les années 1950, **Willard Frank Libby** a commencé à faire des expériences sur des échantillons égyptiens, qui furent couronnés de succès et lui valurent, en 1960, le prix Nobel de chimie pour le développement de cette méthode [2-3]. Depuis, avec l'évolution des techniques de mesure et l'accroissement de leur précision, il s'est avéré que le principe initial devait être ajusté, ce qui a conduit à l'élaboration d'une « calibration » des résultats, basée, en particulier, sur la comparaison avec des données obtenues par d'autres méthodes de datation (la dendrochronologie, par exemple) [4].

### Principe de la méthode

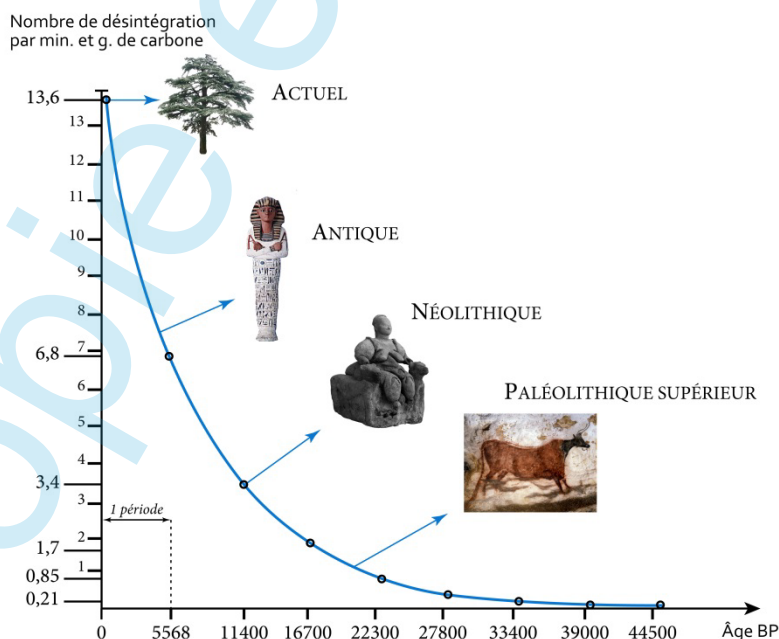
Le **carbone 14** ( $^{14}\text{C}$ ) ou radiocarbone est un isotope radioactif du carbone dont la **période radioactive** (ou demi-vie) est égale à **5730 ans**.

Un organisme vivant assimile le carbone sans distinction isotopique, la proportion de  $\text{C}^{14}$  par rapport au carbone total ( $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  et  $^{14}\text{C}$ ) étant la même que celle existant dans l'atmosphère du moment.

La datation par carbone 14 se fonde ainsi sur la présence, dans tout organisme vivant, de radiocarbone en infime proportion (de l'ordre de  $10^{-12}$  pour le rapport  $^{14}\text{C}/\text{C}$  total). À partir de l'instant où meurt un organisme, les échanges avec l'extérieur cessant, la quantité de radiocarbone qu'il contient décroît au cours du temps selon une loi exponentielle connue (désintégration naturelle des atomes de carbone 14).

Un échantillon de matière organique issu de cet organisme peut donc être daté en mesurant le rapport  $^{14}\text{C}/\text{C}$  total.

### Courbe de décroissance exponentielle du $^{14}\text{C}$





## Évaluation de l'ancienneté

Dater un échantillon de matière organique consiste à mesurer le rapport  $^{14}\text{C}/\text{C}$  total et à en déduire son âge.

Le rapport  $^{14}\text{C}/\text{C}$  total est mesuré soit indirectement par la mesure de l'activité spécifique due au radiocarbone naturel qui est proportionnelle au rapport  $^{14}\text{C}/\text{C}$  total, soit directement par spectrométrie de masse.

Aujourd'hui, la mesure directe du rapport  $^{14}\text{C}/\text{C}$  total par la seconde méthode est privilégiée car elle permet de dater des **échantillons beaucoup plus petits** (moins d'un milligramme contre plusieurs grammes de carbone auparavant) et **en un minimum de temps** (en moins d'une heure contre plusieurs jours ou semaines). En pratique, le carbone extrait de l'échantillon est d'abord transformé en graphite, puis en ions qui sont accélérés par la tension générée par un spectromètre de masse couplé à un accélérateur de particules. Les différents isotopes du carbone sont alors séparés ce qui permet de compter les ions de carbone 14.

Signalons que les **échantillons vieux de plus de 50 000 ans ne peuvent être datés** au carbone 14 car le rapport  $^{14}\text{C}/\text{C}$  total est alors trop faible pour être mesuré par les techniques actuelles.

## Âge conventionnel et date calibrée

L'**âge carbone 14 conventionnel** d'un échantillon de matière organique, exprimé en années « before present » (**BP**), est calculé en considérant les deux éléments suivants :

- la période de désintégration du carbone 14 a été mesurée vers 1950 par Libby à 5568 ans ; or, depuis, des expériences plus précises ont été réalisées et donnent une période de 5730 ans ;
- la date de référence à partir de laquelle est mesuré le temps écoulé depuis la mort de l'organisme a été fixée à 1950 par Libby.

Par ailleurs, dès le début des années 1960, certaines divergences systématiques ont été observées, sur les mêmes échantillons, entre l'âge issu de la datation au carbone 14 et celui estimé par l'archéologie ou la dendrochronologie.

En effet, il s'avère que suite aux variations du champ magnétique terrestre, le taux de production du radiocarbone naturel a varié au cours du temps. Les changements climatiques ainsi que le rejet massif de carbone fossile dans l'atmosphère par l'industrie et les transports ont également modifié la teneur totale de carbone, donc de carbone 14. De plus, durant les années 1950 et 1960, les essais nucléaires ont presque doublé la quantité de radiocarbone dans l'atmosphère.

Par conséquent, les conventions choisies par Libby n'étant pas satisfaisantes, et la quantité globale de carbone 14 total dans la biosphère n'étant pas constante dans le temps, il est devenu nécessaire de construire des **courbes de calibration** en confrontant les datations obtenues par carbone 14 et celles données par d'autres méthodes telles que la dendrochronologie.

Ainsi, on transforme via ces courbes, l'âge BP en **datation calibrée** exprimée sous forme d'intervalles chronologiques associés à un pourcentage de probabilité [5-6].

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Marlowe G., 1999, Year One: Radiocarbon Dating and American Archaeology, 1947-1948, *American Antiquity*, 64 (1), 9-32.
- [2] Libby W.F., 1955, *Radiocarbon Dating*, 2<sup>nd</sup> edition, University of Chicago Press, Chicago.
- [3] Marlowe G., 1980, W.F Libby and the Archaeologists, 1946-1948, *Radiocarbon*, 22 (3), 1005-1014.
- [4] Taylor R.E., 1987, *Radiocarbon Dating: An Archaeological Perspective*, Academic Press, London, chap. 6.
- [5] Stuiver M. *et al.*, 1998, « CALIB rev 4.3 (Data set 2) », *Radiocarbon*, 40 (3), 1041-1083.
- [6] Jull A.J.T., 2004, Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Radiocarbon Conference, Wellington, New Zealand, September 1-5, 2003, *Radiocarbon*, 46 (1), 496 p.