

## Bienvenue à SACHA, une base de données interactive de CHArbons d'Afrique auStrale : un outil pour l'anthracologie

PUECH Elysandre<sup>1,2</sup>, THERY-PARISOT Isabelle<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM, UMR 7264, Nice, France

<sup>2</sup>Evolutionary Studies Institute, University of the Witwatersrand, Johannesburg, 2050,  
South Africa

[elysandre.puech@cepam.cnrs.fr](mailto:elysandre.puech@cepam.cnrs.fr)

**Mots clefs :** Anatomie du bois ; Archéologie ; Collection de référence ; Micrographie ; Clé d'identification

### Contexte et objectifs

L'anthracologie, l'étude des charbons de bois archéologiques, est un outil puissant pour étudier la végétation ligneuse et son évolution sous l'influence des changements climatiques et des activités humaines depuis la Préhistoire (e.g. Asouti et Austin 2005). La structure anatomique du bois, se préserve après carbonisation et les taxons peuvent être identifiés en microscopie optique à lumière réfléchie. Si l'anthracologie est largement utilisée dans les régions tempérées depuis les années 1970, les études en zones tropicales sont plus récentes et beaucoup moins nombreuses (pour une revue de la littérature voir Kabukcu et Chabal 2021). En effet, l'identification taxinomique, étape inhérente à toute analyse anthracologique, peut s'avérer extrêmement difficile dans les régions tropicales à subtropicales très riches en espèces ligneuses (e.g. Hubau et al. 2012).

En Afrique australe, en particulier, les charbons de bois issus des résidus des foyers préhistoriques, sont remarquablement bien conservés (Chikumbirike et Bamford 2021). L'usage du feu a notamment joué un rôle fondamental dans le développement des sociétés préhistoriques de cette région incontournable pour la compréhension de l'évolution biologique et cognitive de notre espèce, *Homo sapiens* (e.g. Stockton 1981, Wadley 2013, Wurz 2019). Ainsi l'étude des charbons des sites préhistoriques de la région contribue à la fois (1) à la compréhension des interactions entre les populations passées et leur environnement en termes de gestion du combustible bois et d'usage du feu ; et (2) à documenter les changements de la végétation boisée depuis le Pléistocène supérieur jusqu'à l'Holocène. Leur potentiel comme outil de reconstruction de la végétation ligneuse passée a été exploité pour la première fois à la grotte de Boomplaas (Deacon et al. 1984). Bien que le nombre d'analyses anthracologiques soit en constante augmentation dans la région (e.g. Allott 2006), il n'existe actuellement pas d'atlas ou de clé d'identification anatomique exhaustive des bois locaux, qui se caractérisent par la grande similarité anatomique *inter* spécifique au sein des familles ou des genres. Environ 1000 espèces ligneuses indigènes comprenant des arbres, arbustes et lianes sont ainsi répertoriées dans cette région incluant neuf biomes différents reflétant des paysages très contrastés (Van Wyk 2013, Mucina et Rutherford 2006, Thuiller et al., 2006). Les divers régimes climatiques et reliefs qui caractérisent l'Afrique australe contribuent également à la grande variabilité *intra* spécifique de l'anatomie du bois qui est intrinsèquement liée aux conditions écologiques de croissance de l'arbre. Par conséquent, la précision de l'identification et la fiabilité de la reconstruction de la végétation ligneuse passée dépendent du degré de connaissance de l'anatomie des taxons et de l'écologie de la végétation actuelle.

Nous présentons ici la première clé d'identification assistée par ordinateur dédiée à l'étude des charbons de bois de l'Afrique australe. Cette base de données en ligne, appelée **SACHA** pour **Southern African CHARcoals**, inclut les descriptions anatomiques de 84 spécimens modernes et environ 40 types archéologiques de charbons de bois. Les caractères anatomiques décrits suivent principalement la liste proposée dans la base Anthrakos pour les bois de l'Amazonie (Scheel-Ybert 2012, 2023), qui est spécifiquement adaptée pour l'anthracologie. Ces caractères microscopiques sont dérivés de la liste publiée par l'IAWA pour l'identification des feuillus (Wheeler et al. 1989). Les taxons décrits sont illustrés par des micrographies effectuées au MEB et au microscope optique à lumière réfléchie. La clé d'identification est réalisée sur la plateforme en ligne Xper<sup>3</sup> spécifiquement conçue pour la gestion des données descriptives et l'identification interactive (Ung et al. 2010, voir exemple pour les bois de la Guyane française Bodin et al. 2019). En tant qu'outil collaboratif, les utilisateurs de cette base, prochainement disponible en libre accès, pourront ajouter des descriptions et des images supplémentaires.

## Matériel et méthode

### *Les charbons modernes de comparaison*

Des échantillons de bois issus de 84 spécimens modernes répartis en 20 familles, 57 genres et 73 espèces ont été collectés autour de deux sites archéologiques : Bushman Rock Shelter (Limpopo Province) et Olieboomspoort (Northern Province). Les feuilles, graines, fruits et/ou fleurs ont été prélevés pour chaque spécimen pour garantir leur identification taxinomique réalisée par le C.E. Moss Herbarium de l'université de Witwatersrand. Après avoir été carbonisés dans un four à moufle pendant 3 heures à 500 °C, chaque échantillon de bois a été examiné selon les trois dimensions du bois, transversale, radiale et tangentielle, pour une observation standard au microscope optique à lumière réfléchie et aux grossissements 100x, 200x et 500x. Les spécimens sont illustrés par des micrographies de chaque coupe, effectuées au microscope électronique à balayage (MEB) du Centre Commun de Microscopie Appliquée (CCMA) de l'université Côte d'Azur.

### *Les types de charbons archéologiques*

La présente base de données a été initiée dans le cadre d'une étude anthracologique menée sur le site de Bushman Rock Shelter (BRS) (Puech et al. 2021). Une description exhaustive des caractéristiques anatomiques fut nécessaire pour chaque type individualisé de charbon archéologique de ce site. Le but étant de procéder à une identification objective en s'appuyant sur les collections de référence disparates et incomplètes actuellement disponibles (e.g. Neumann et al. 2001, InsideWood 2004 onwards). La pertinence de publier les descriptions des types de charbons identifiés a déjà été démontrée dans les régions tropicales (e.g. Höhn et Neumann 2018). C'est pourquoi, les types de charbons identifiés dans l'assemblage archéologique de BRS sont incorporés dans la base pour renforcer les futures analyses anthracologiques dans la région. Chaque type a été observé et photographié selon les mêmes standards que la collection de référence (Leney et Casteel 1975).

### *La plateforme Xper<sup>3</sup> et les caractères anatomiques utilisés*

Xper<sup>3</sup> est une plateforme internet dédiée à l'édition collaborative de données descriptives et à l'identification de spécimens (Kerner et al. 2021). Cet outil est la version en ligne du logiciel Xper<sup>2</sup> permettant aux utilisateurs de travailler simultanément à distance sur la même base de connaissances afin d'éditer, analyser et partager des données descriptives pour leur identification. Afin d'éditer SACHA, environ 40 descripteurs et 250 états sont définis en langue anglaise et illustrés sous Xper 3 (extrait en français dans Tab 1). *Par la suite, des caractères*

*non anatomiques tels que l'altitude, le port, le type de végétation ou les usages ethnobotaniques seront également renseignés dans la base.*

Tab. 1 : Extrait de la liste des caractères anatomiques décrits dans la base SACHA avec correspondance des critères IAWA entre parenthèses

<b>Cernes</b>	<b>Cernes</b>	présents (1)
		absents ou indiscernables (2)
		peu distincts
	<b>Limites marqués par</b>	bois final avec fibres aplaties et à parois plus épaisses
		zone poreuse ou semi-poreuse
		rangée de gros vaisseaux ou vaisseaux plus abondants dans le bois initial
		raréfaction des vaisseaux dans le bois final
		raréfaction du parenchyme axial
<b>Vaisseaux</b>	<b>Porosité</b>	bois à pores diffus (5)
		bois à zone poreuse (3)
		bois à zone semi-poreuse (4)
	<b>Disposition</b>	disséminés
		en bandes tangentielles (6)
		en lignes radiales et/ou obliques (7)
		en flamme (8)
	<b>Groupement</b>	exclusivement isolés (90% ou plus) (9)
		isolés et accolés
		exclusivement accolés
		pores accolés radialement par plus de quatre fréquents (10)
		groupes de pores (11)
	<b>Contour des vaisseaux isolés</b>	circulaire à ovale
		anguleux (12)
	<b>Diamètre tangentiel moyen</b>	< 50 µm (40)
		50-100 µm (41)
		100-200 µm (42)
		> 200 µm (43)
		vaisseaux en deux classes de diamètres différents (45)
	<b>Nombre moyen des vaisseaux par mm<sup>2</sup></b>	≤ 5 (46)
5-20 (47)		
20-40 (48)		
40-100 (49)		
≥ 100 (50)		
<b>Thylles</b>	absents	
	fréquents (56)	
	rares	
	scléreux (57)	
<b>Longueur moyenne des éléments de vaisseaux</b>	≥ 800 µm (54)	
	350-800 µm (53)	
	≤ 350 µm (52)	

## Discussion et perspectives

La création d'une collection de bois de référence des espèces indigènes est indispensable pour assurer la fiabilité des identifications taxinomiques des charbons archéologiques. SACHA est le premier pas vers une clé d'identification numérique de la zone d'étude, certes très partielle, mais qui se veut collaborative (Fig. 1). Ainsi, tout anthracologue peut librement soumettre

d'autres spécimens. Cette base permet également de partager et de communiquer avec des anthracologues expérimentés pour discuter des identifications proposées et de faciliter l'apprentissage des étudiants dans le domaine.

Toujours dans l'optique d'enrichir la base avec des taxons qui présenteraient un intérêt écologique pour la zone d'étude, des xylothèques européennes possédants des bois d'Afrique australe ont également été consultés, tels que la xylothèque du CIRAD (Unité de Recherche BioWooEB à Montpellier), ainsi que la collection de charbons de référence de Namibie (Eichhorn 2002) et des bois tropicaux d'Afrique du département d'archéobotanique africaniste de l'Université de Goethe à Francfort. Les taxons présents en Afrique australe issus de ces collections seront intégrés par la suite dans SACHA pour compléter le corpus des référentiels de la région.

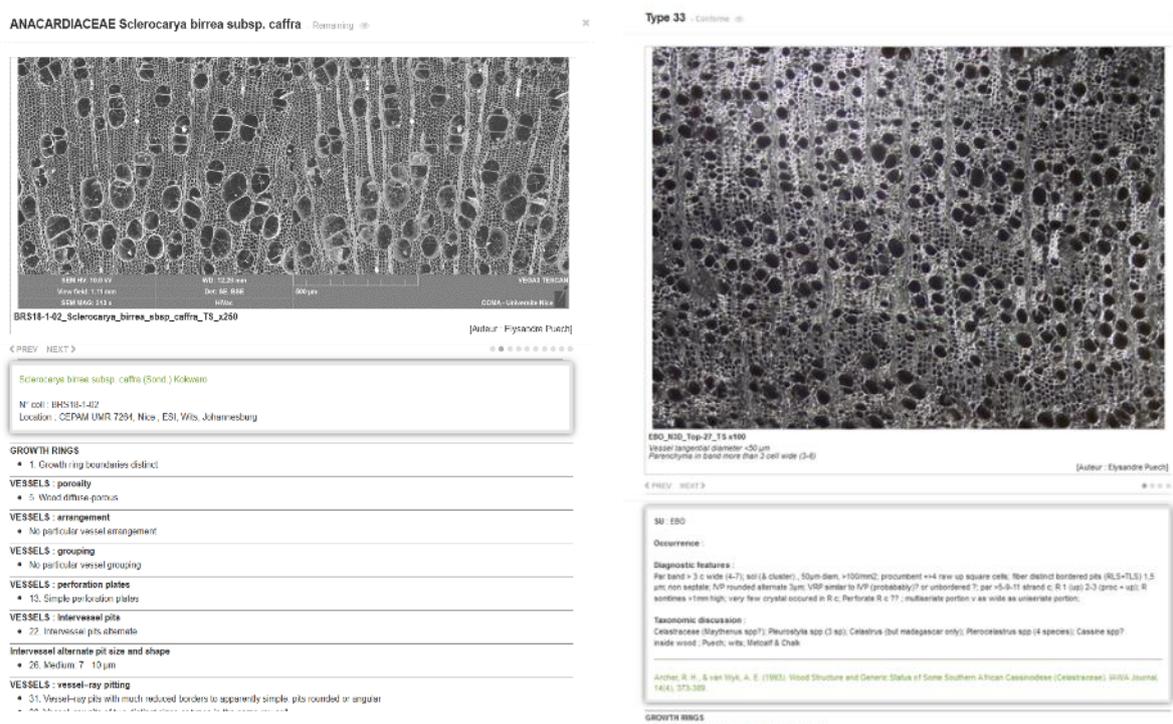


Fig. 1 : Visualisation de SACHA sous Xper<sup>3</sup>, montrant un exemple de la collection de référence (à gauche) et de la collection archéologique (à droite)

## Remerciements

Ce travail est réalisé dans le cadre d'une recherche doctorale sous la supervision d'Isabelle Théry-Parisot et de Marion Bamford. Les visites des différentes xylothèques ont été rendu possible grâce à une aide à la mobilité pour la mise en place de nouvelles collaborations financée par l'Académie 5 et l'école doctorale Sciences Humaine Art et Littérature de l'université Côte d'Azur ainsi que par l'IfAS Research de Johannesburg. Je remercie May Murungi, Prosper Bende, Kevin Balkwill et Renee Reddy pour leur aide technique concernant l'échantillonnage, le processus de combustion et l'identification taxinomique des échantillons botaniques modernes collectés. Je remercie également Patrick Langbour pour son accueil à la xylothèque du CIRAD de Montpellier et ses dons précieux d'ouvrages d'anatomie du bois. Je remercie Katerina Neumann et Alexa Höhn pour leur accueil à l'université de Goethe et leur expertise, ainsi que Stéphanie Bodin pour ses conseils d'utilisation de la plateforme Xper<sup>3</sup>. Enfin, je remercie François Orange du CCMA pour m'avoir formé à l'acquisition d'images au MEB et m'avoir assisté pendant les séances.

## Références

- Allott L.F. (2006) Archaeological charcoal as a window on palaeovegetation and wood-use during the Middle Stone Age at Sibudu Cave. *Southern African Humanities*, 18(1), 173-201.
- Asouti E., Austin P. (2005) Reconstructing woodland vegetation and its exploitation by past societies, based on the analysis and interpretation of archaeological wood charcoal macro-remains. *Environmental Archaeology*, 10(1), 1-18.
- Bodin S.C., Scheel-Ybert R., Beauchêne J., Molino J.F., Bremond L. (2019) CharKey: An electronic identification key for wood charcoals of French Guiana. *IAWA journal*, 40(1), 75-82.
- Chikumbirike J., Bamford M.K. (2021) A Southern African Perspective on the Contribution of Charcoal Analyses to Archaeology. In *Oxford Research Encyclopedia of Anthropology*.
- Deacon H.J., Deacon J., Scholtz A., Thackeray J.F., Brink J.S., Vogel J.C. (1984) Correlation of palaeoenvironmental data from the Late Pleistocene and Holocene deposits at Boomplaas Cave, southern Cape. In *Late Cainozoic palaeoclimates of the Southern Hemisphere. International symposium held by the South African Society for Quaternary Research; Swaziland* (pp. 339-351).
- Eichhorn B. (2002) *Anthrakologische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Kaokolandes, Nordwest-Namibia* (Doctoral dissertation, Universität zu Köln).
- Höhn A., Neumann K. (2018) Charcoal identification in a species-rich environment: The example of Dibamba, Cameroon. *IAWA Journal* 39, 87-97.
- Hubau W., Van den Bulcke J., Kitin P., Mees F., Van Acker J., Beeckman, H. (2012) Charcoal identification in species-rich biomes: A protocol for Central Africa optimised for the Mayumbe forest. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 171, 164-178.
- IAWA Committee, Wheeler E.A., Baas P., Gasson P.E. (1989) IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull.* n.s. 10, 219–332.
- InsideWood (2004-onwards) Published on the Internet. <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search> [10.9.2023].
- Kabukcu C., Chabal L. (2021) Sampling and quantitative analysis methods in anthracology from archaeological contexts: Achievements and prospects. *Quaternary International*, 593, 6-18.
- Kerner A., Bouquin S., Portier R., Vignes Lebbe R. (2021) The 8 Years of Existence of Xper3: State of the art and future developments of the platform. *Biodiversity Information Science and Standards* 5: e74250.
- Leney L., Casteel R.W. (1975) Simplified procedure for examining charcoal specimens for identification. *Journal of Archaeological Science* 2, 153–159. doi:10.1016/0305-4403(75)90035-7
- Mentzer S.M. (2014) Microarchaeological Approaches to the Identification and Interpretation of Combustion Features in Prehistoric Archaeological Sites. *J Archaeol Method Theory*, 21, 616–668.
- Mucina L., Rutherford M.C. (2006) *The vegetation of South Africa, Lesotho and Swaziland*. South African National Biodiversity Institute.

Neumann K., Schoch W., Detienne P., Schweingruber F.H. (2001) Woods of the Sahara and the Sahel/Bois du Sahara et du Sahel/Hölzer der Sahara und des Sahel. Haupt, Bern.

Puech E., Bamford M., Porraz G., Val A., Théry-Parisot I. (2021) Evaluating sampling methods in charcoal-rich layers and high diversity environment: A case study from the Later Stone Age of Bushman Rock Shelter, South Africa. *Quaternary International, Anthracology: Charcoal Science in Archaeology and Palaeoecology* 593–594, 36–49.

Scheel-Ybert R. (2012) Anthrakos: an internet-accessible computer-aided key for charcoal identification

Scheel-Ybert R. (2023) The new Anthrakos : an old database with a new identification system for anthracological research. presented at the International Anthracology Meeting. Porto. 28 August

Schmidt E., Lotter M., McClelland W. (2002) Trees and Shrubs of Mpumalanga and Kruger National Park. Jacana Media.

Stockton E.D. (1981) Reflections around the campfire. *Artefact (The)* Melbourne, 6, 3- 16.

Thuiller W., Midgley G.F., Rougeti M., Cowling R.M. (2006) Predicting patterns of plant species richness in megadiverse South Africa. *Ecography* 29, 733–744.

Ung V., Dubus G., Zaragüeta-Bagils R., Vignes-Lebbe R. (2010) Xper2: introducing e-taxonomy. *Bioinformatics*, 26(5), 703-704.

Van Wyk B. (2013) Field guide to trees of southern Africa. Penguin Random House South Africa.

Wheeler E.A. (2011) InsideWood - a web resource for hardwood anatomy. *IAWA Journal* 32 (2): 199-211.

Wurz S. (2019) Human Evolution, Archaeology and the South African Stone Age Landscape During the Last 100,000 Years, in: Knight, J., Rogerson, C.M. (Eds.), *The Geography of South Africa : Contemporary Changes and New Directions*, World Regional Geography Book Series. Springer International Publishing, Cham, pp. 125–132.

Wadley L. (2013) Recognizing complex cognition through innovative technology in Stone Age and Palaeolithic sites. *Cambridge Archaeological Journal*, 23(2), 163-183.