

RÉSUMÉ DE THÈSE /
ACADEMIC THESIS ABSTRACT / RESUMEN DE TESIS ACADÉMICAStructuration de la biodiversité
des forêts africaines et changements
climatiques : une étude à travers
le genre *Khaya* (Meliaceae)

Ulrich Gaël BOUKA DIPELET

RÉSUMÉ

Des études paléocologiques suggèrent que la composition floristique, la structure et la répartition actuelle des forêts denses africaines ont été fortement influencées par la mise en place de gradients écologiques, favorisant la spéciation parapatric. De plus, lors des changements climatiques passés, certains « refuges forestiers » auraient été peu ou pas affectés par les variations climatiques, favorisant une spéciation allopatric des espèces forestières. En Afrique, les rôles respectifs de ces deux mécanismes sont encore peu étudiés.

Nous abordons cette problématique à travers le genre *Khaya* (Meliaceae, acajous d'Afrique), un genre modèle dont les espèces présentent des affinités écologiques variables, depuis les savanes arborées jusqu'aux forêts denses humides sempervirentes. La combinaison d'analyses génétiques et morphométriques a permis de mettre en évidence l'existence de plusieurs groupes distincts dans le complexe *K. anthothea*, suggérant l'existence d'au moins cinq taxons différents. Trois de ces taxons présentent des distributions allopatriques ou parapatric, et deux d'entre eux se retrouvent localement en sympatrie, dont un taxon nouveau pour la science. Ces taxons présentent des spécificités que l'on peut expliquer tant par des mécanismes de spéciation parapatric qu'allopatric, en lien avec les gradients écologiques et les changements climatiques passés. À l'opposé, la présence de deux clusters génétiques de *K. ivorensis*, dus à un isolement par la distance, ne permet pas de séparer deux taxons mais suggère l'ébauche d'une spéciation qui n'est pas encore aboutie. Aussi, les populations des deux clusters partagent certains haplotypes chloroplastiques et mitochondriaux retraçant des histoires évolutives différentes pour chaque marqueur.

L'existence de plusieurs taxons au sein de *K. anthothea* et la confirmation de *K. ivorensis* en tant que taxon unique et bien séparé ont conduit à la révision taxonomique du genre. La description des espèces du genre *Khaya* a été totalement refondue et une nouvelle clef de détermination est présentée. Ces nouvelles connaissances permettent d'éclairer l'histoire évolutive des acajous du genre *Khaya* et la structuration de la biodiversité des forêts africaines afin de poser les bases d'une stratégie de conservation et de gestion durable de ces essences très recherchées tant pour leur bois que pour des usages médicinaux.

Mots-clés : taxonomie, biodiversité, *Khaya*, *Khaya anthothea*, *Khaya ivorensis*, Meliaceae, acajous d'Afrique, changements climatiques.

Climate change and the structure
of African forest biodiversity:
a study based on the distribution
of the *Khaya* genus (Meliaceae)

ABSTRACT

Palaeoecological studies suggest that the composition of plant communities in dense African forests, their structure and their current distribution have been strongly influenced by the establishment of ecological gradients that favour parapatric speciation. On the other hand, certain "refuge forests" seem to have been little affected, if at all, by past climatic variations, and this has favoured allopatric speciation of forest species. The respective roles of these two mechanisms in Africa have so far been little studied.

We address this question through the *Khaya* genus (Meliaceae, or African mahoganies), as a model genus that includes species with variable ecological affinities, from tree savannah to dense humid evergreen forests. The combination of genetic and morphometric analyses has shown several distinct groups within the *K. Anthothea* complex, suggesting the existence of at least five different taxa. The distributions of three of these taxa are allopatric or parapatric. The other two, one previously unknown to science, are locally sympatric. These taxa have specific characteristics that can be accounted for by either parapatric or allopatric speciation associated with ecological gradients and past climatic changes. Conversely, the two genetic clusters of *K. ivorensis*, which were isolated by distance, cannot be separated into two taxa and instead suggest an incipient speciation process, as the populations of the two clusters have some chloroplast and mitochondrial haplotypes in common through which different evolutionary histories can be traced for each marker.

With the identification of several *K. anthothea* taxa and the confirmation of *K. ivorensis* as a unique and separate taxon, the taxonomy of the genus has been revised. The descriptions of the taxa have been entirely reworked and a new identification key is proposed. The new knowledge gained sheds light on the evolutionary history of mahoganies of the *Khaya* genus and the structural history of African forest biodiversity, with a view to laying the foundations for a conservation and sustainable management strategy for these species, which are highly prized both for their timber and their medicinal uses.

Keywords: taxonomy, biodiversity, *Khaya*, *Khaya anthothea*, *Khaya ivorensis*, Meliaceae, African mahoganies, climatic changes

Estructuración de la biodiversidad
de los bosques africanos y cambios
climáticos: un estudio a través del
género *Khaya* (Meliaceae)

RESUMEN

Algunos estudios paleoecológicos sugieren que la composición florística, la estructura y la repartición actual de los bosques espesos africanos estuvieron fuertemente influenciadas por la aplicación de gradientes ecológicos, favoreciendo la especiación parapatric. Además, durante los cambios climáticos del pasado, algunos «refugios forestales» habrían sido poco o nada afectados por las variaciones climáticas, favoreciendo una especiación alopatric de las especies forestales. En África, los roles respectivos de estos dos mecanismos todavía han sido poco estudiados.

Abordamos esta problemática a través del género *Khaya* (Meliaceae, caobas de África), un género modelo cuyas especies presentan afinidades ecológicas variables, desde las sabanas arboladas hasta los bosques espesos húmedos perennifolios. La combinación de análisis genéticos y morfométricos ha permitido poner en evidencia la existencia de varios grupos distintos en el complejo *K. anthothea*, que sugieren la existencia de al menos cinco taxones diferentes. Tres de estos taxones presentan distribuciones alopatricas o parapatricas, dos de los cuales se encuentran localmente en simpatría, y entre ellos hay un nuevo taxón para la ciencia. Estos taxones presentan especificidades que se pueden explicar tanto por los mecanismos de especiación parapatric como alopatric, en relación con los gradientes ecológicos y los cambios climáticos pasados. Por el contrario, la presencia de dos grupos genéticos de *K. ivorensis*, debidos a un aislamiento por la distancia, no permite separar dos taxones, aunque sugiere la desbastadura de una especiación que todavía no se ha alcanzado. Efectivamente, las poblaciones de los dos grupos comparten ciertos haplotipos cloroplásticos y mitocondriales que siguen historias evolutivas diferentes para cada marcador.

La existencia de varios taxones en el seno de *K. anthothea* y la confirmación de *K. ivorensis* como taxón único y distinto, han llevado a la revisión taxonómica del género. La descripción de los taxones ha sido totalmente refundida y se ha presentado una nueva clave de determinación. Estos nuevos conocimientos permiten aclarar la historia evolutiva de las caobas del género *Khaya* y la estructuración de la biodiversidad de los bosques africanos para establecer las bases de una estrategia de conservación y de gestión sostenible de estas especies, tan buscadas tanto por su madera como por sus usos medicinales.

Palabras clave: taxonomía, biodiversidad, *Khaya*, *Khaya anthothea*, *Khaya ivorensis*, Meliaceae, caobas de África, cambios climáticos.



Doi : [10.19182/bft2018.339.a31718](https://doi.org/10.19182/bft2018.339.a31718)

Droit d'auteur © 2018, Bois et Forêts des Tropiques © Cirad
Date de publication : 28 février 2019



Licence Creative Commons :
Attribution - Pas de Modification 4.0 International.
Attribution-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-ND 4.0)

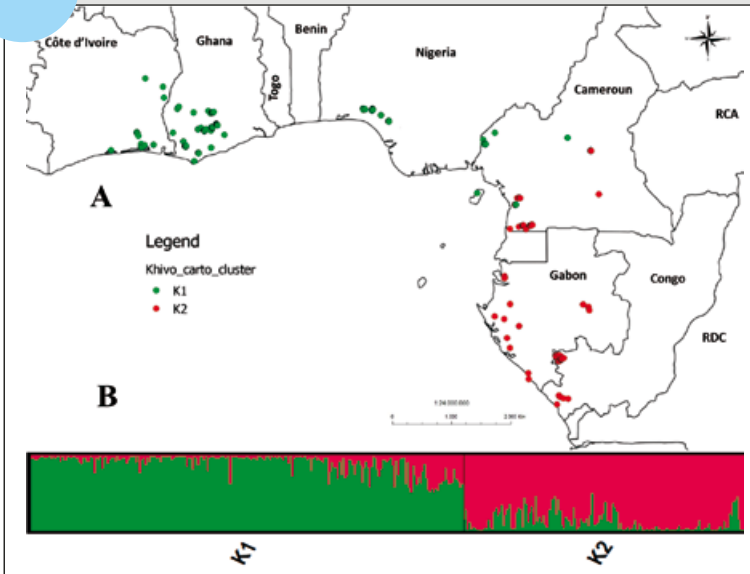


Figure 1.

(A) Répartition géographique des deux clusters génétiques (K1 et K2) de *Khaya ivorensis*. (B) Histogramme d'assignation des 376 individus selon $K = 2$ clusters génétiques obtenus par STRUCTURE. Chaque individu est représenté par une bande colorée verticalement. Deux couleurs sur un même individu désignent l'assignation de certaines parties de son génome à différentes populations ancestrales. Ce graphique a été réalisé via CLUMPP à partir du coefficient d'appartenance (q) des individus de *K. ivorensis*.

Figure 1.

(A) Geographic distribution of the two genetic clusters (K1 and K2) of *Khaya ivorensis*. (B) Bar chart assigning the 376 individuals by $K = 2$ genetic clusters obtained by STRUCTURE. Each individual is represented by a vertically coloured bar. More than one colour for the same individual indicates that parts of its genome are assigned to different ancestral populations. Graph produced with CLUMPP from the coefficient of relatedness (q) of *K. ivorensis* individuals.

Figura 1.

(A) Distribución geográfica de los dos grupos genéticos (K1 et K2) de *Khaya ivorensis*. (B) Histograma de asignación de los 376 individuos según $K = 2$ grupos genéticos obtenidos por ESTRUCTURA. Cada individuo está representado por una banda coloreada verticalmente. Dos colores en un mismo individuo designan la asignación de ciertas partes de su genoma a diferentes poblaciones ancestrales. Esta gráfica ha sido realizada vía CLUMPP a partir del coeficiente de pertenencia (q) de los individuos de *K. ivorensis*.



Photo 1.

Khaya ivorensis (Meliaceae). Arbre en bordure de route au centre du Cameroun. Espèce de 52 m de hauteur et plus, et de 2 m de diamètre ; fût droit et cylindrique ; contreforts développés ; écorce gris-vert, gris blanchâtre, rose ou brun clair, lisse puis s'exfoliant en petites plaquettes laissant apparaître un tronc rougeâtre ou roussâtre dans des dépressions circulaires ; tranche rouge vif, rose violacé, brunâtre ou brun foncé, cassante extérieurement et fibreuse, odorante. Elle produit un bois stable de densité (420) 560 - 570 kg/m³ (à 12 % d'humidité). Photo U. G. Bouka Dipelet.

Photo 1.

Khaya ivorensis (Meliaceae). A roadside specimen in central Cameroon. This is a species 52 m high and over, and 2 m in diameter; straight, cylindrical bole; well-developed buttresses; bark is grey-green, greyish-white, pinkish or light brown, later peeling off in scales leaving a reddish or russet trunk with small circular depressions; sections are bright red, pinkish-purple, brownish to dark brown, externally brittle, fibrous and scented. The timber is stable with a density of (420) 560 - 570 kg/m³ (with 12 % humidity). Photo U. G. Bouka Dipelet.

Foto 1.

Khaya ivorensis (Meliaceae). Árbol al borde de la carretera en el centro de Camerún. Especie de 52 m de altura y más, y 2 m de diámetro; fuste recto y cilíndrico; contrafuertes desarrollados; corteza gris verdoso, gris blanquecino, rosa o castaño claro; lisa y después se exfolia en pequeñas placas dejando el tronco rojizo o rosado con depresiones circulares; corte rojo vivo, rosa violáceo, oscuro o castaño oscuro, quebradizo exteriormente y fibroso, aromático. Produce una madera de densidad uniforme (420) 560 - 570 kg/m³ (con humedad del 12 %). Foto U. G. Bouka Dipelet.

Grade et diplôme : Docteur en Écologie et Biodiversité.

Université : thèse en cotutelle, Montpellier (France) et Marien Ngouabi (Brazzaville, République du Congo).

Date de soutenance : 12 décembre 2017.

Direction : Doyle McKEY (Co-directeur, France), J. Joël LOUMETO (Co-directeur, Congo), Charles DOUMENGE (Encadrant, CIRAD, France).

Composition du jury

Président : Jacques DAVID (Professeur, Université de Montpellier, SupAgro, France).

Rapporteurs : Porter Prescott LOWRY II (Senior Curator, MBG, États-Unis), Pauline GARNIER-GÉRÉ (Chargée de recherche, HDR, INRA, France).

Examineur : Sophie NADOT (Professeure des Universités, Paris Sud, France).

Langue de rédaction : français.

Accès au manuscrit :

www.theses.fr/s152427

Contact : CIRAD, Unité Forêts et Sociétés, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5 (France). Laboratoire de Botanique et Écologie, Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi, BP 69, Brazzaville (Congo).

ulrichbouka@yahoo.fr

Publications

Bouka Dipelet U. G., Florence J., Doumenge C., Loumeto J. J., McKey D., 2017. *Khayae* (Meliaceae) specierum Nomenclator. *Adansonia*, 39 (1): 15-30. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.5252/a2017n1a2>

Bouka Dipelet U. G., Doumenge C., Loumeto J. J., Florence J., Gonmadje C., McKey D., 2019. Des confusions entre espèces préjudiciables à la gestion durable des essences forestières : l'exemple des acajous d'Afrique (*Khaya*, Meliaceae). *Bois et Forêts des Tropiques*, 339 : 17-32. Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2019.339.a31714>