

# Caractérisation et analyse des services écosystémiques de l'aire protégée complexe Mahavavy Kinkony (Madagascar) selon la perception des communautés locales

Lalaina Fanorenana Rambeloarisoa<sup>1</sup>, Edmond Roger<sup>1</sup>,  
Miadana Harisoa Faramalala<sup>1</sup>, Solofo  
Rakotondraompiana<sup>2</sup>, Solofoarisoa Rakotoniaina<sup>2</sup>

Correspondence:

Lalaina Fanorenana Rambeloarisoa  
Mention Biologie et Écologie Végétales  
Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Ankatso  
Antananarivo 101, Madagascar  
Email: [lalaina.rambeloarisoa@gmail.com](mailto:lalaina.rambeloarisoa@gmail.com)

## RÉSUMÉ

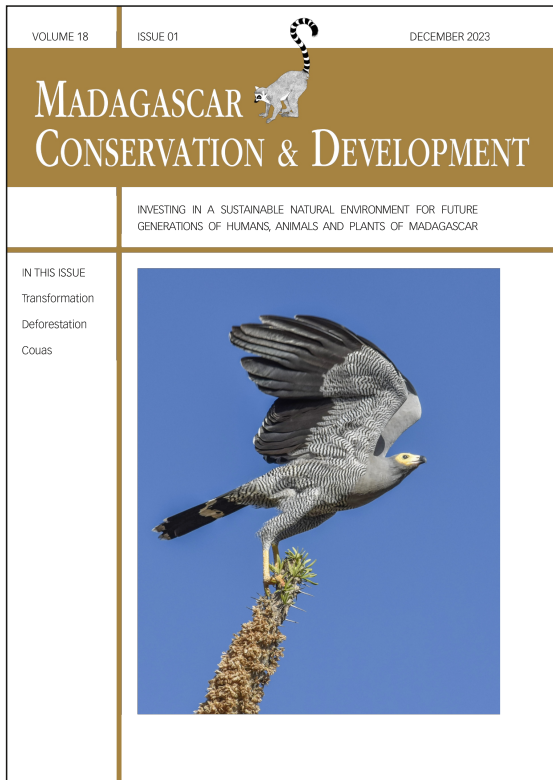
Les écosystèmes fournissent de multiples services qui contribuent au bien-être des communautés locales. La connaissance de ces services permet de comprendre les interactions entre la nature et la population et de planifier la gestion des milieux naturels. L'objectif de cette étude est d'analyser et de caractériser les services écosystémiques de l'aire protégée complexe Mahavavy Kinkony. Des enquêtes socio-économiques sous forme d'entretiens semi-structurés (pour les chefs de ménages) et structurés (pour les personnes ressources) ont été faites auprès de 556 personnes réparties dans 19 *fokontany*. Ces enquêtes ont été couplées avec des observations directes des activités quotidiennes des communautés locales. L'importance des services écosystémiques a été évaluée à partir du taux de réponses des services cités. La caractérisation des services écosystémiques a été faite dans les *fokontany* riverains, les groupes socio-professionnels, le genre et l'âge à partir d'une classification hiérarchique ascendante et d'une analyse factorielle de correspondances. Quatre catégories de services écosystémiques (approvisionnement, régulation, culturels et soutien) répartis en 137 services ont été identifiées dont 45 types regroupés en 15 classes sont les plus sollicités. Les services d'approvisionnement sont les plus diversifiés. La classification hiérarchique a permis de regrouper la zone en quatre groupes de *fokontany*. La préférence et la connaissance des personnes enquêtées dépendent de leur profession et de leur âge. Cette étude montre les caractéristiques générales des services écosystémiques dans l'aire protégée Complexe Mahavavy Kinkony mais des études approfondies sur les relations entre les écosystèmes, les services et les bénéficiaires sont nécessaires dans l'avenir.

## ABSTRACT

Ecosystems provide multiple ecosystem services that contribute to the well-being of local communities. Knowledge of these services allows us to understand the interactions between nature and population and to plan the management of natural environments. The objective of this study is to analyze and characterize the ecosystem services provided by ecosystems inside the Mahavavy Kinkony Complex protected area. Socio-economic surveys in the form of semi-structured interviews (for household heads) and structured interviews (for resource persons) were conducted with 556 people in 19 *fokontany*. The surveys were coupled with direct observations of the daily activities of local communities. The importance of ecosystem services was assessed based on the response rate of the services cited. The characterization of ecosystem services was made according to *fokontany*, socio-professional groups, gender and age from an ascending hierarchical classification and a factorial analysis of correspondences. Four categories of ecosystem services (supply, regulation, cultural and support) divided into 137 services were identified, of which 45 types grouped into 15 classes are the most solicited. Supply services are the most diversified. The hierarchical classification made it possible to group the zone into four groups of *fokontany*. The preference and knowledge of the people surveyed depend on their profession and age. This study shows the general characteristics of ecosystem services in the Mahavavy Kinkony Complex protected area, but further studies on the relationships between ecosystems, services and beneficiaries are needed in the future.

1 Mention Biologie et Écologie Végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, Ankatso, Antananarivo 101, Madagascar  
2 Institut de géophysique et observatoire d'Antananarivo (IOGA), Université d'Antananarivo, BP 3843, Ambohidempona, Campus Universitaire, Antananarivo 101, Madagascar

Citation Rambeloarisoa, L. F., Roger, E., Faramalala, M. H., Rakotondraompiana, S., Rakotoniaina, S. 2023. Caractérisation et analyse des services écosystémiques de l'aire protégée complexe Mahavavy Kinkony (Madagascar) selon la perception des communautés locales. *Madagascar Conservation & Development* 18, 1: 05–14. <<https://doi.org/10.4314/mcd.v18i1.1>>



Madagascar Conservation & Development is the journal of Indian Ocean e-Ink. It is produced under the responsibility of this institution. The views expressed in contributions to MCD are solely those of the authors and not those of the journal editors or the publisher.

All the Issues and articles are freely available at <https://www.journalmcd.com>



Contact Journal MCD  
[info@journalmcd.net](mailto:info@journalmcd.net) for general inquiries regarding MCD  
[funding@journalmcd.net](mailto:funding@journalmcd.net) to support the journal

Madagascar Conservation & Development  
Institute and Museum of Anthropology  
University of Zurich  
Winterthurerstrasse 190  
CH-8057 Zurich  
Switzerland

io@i

Indian Ocean e-Ink  
Promoting African Publishing and Education  
[www.ioeink.com](http://www.ioeink.com)



MISSOURI BOTANICAL GARDEN

Missouri Botanical Garden (MBG)  
Madagascar Research and Conservation Program  
BP 3391  
Antananarivo, 101, Madagascar

## INTRODUCTION

Les écosystèmes et les espèces qui les composent à travers la fourniture de multiples services écosystémiques soutiennent et rendent la vie humaine possible (Daily et al. 1997). Fondé et développé au début des années 1970 (Gómez-Baggethun et al. 2010), le concept de service écosystémique a connu un rayonnement dans la littérature à partir de la fin des années 1990 suite aux travaux de Costanza et Daly (1992), Perrings et al. (1992) et d'autres auteurs. Le concept a ensuite été largement développé et diffusé à partir de la publication du Millenium Ecosystem Assessment (2005). Les services écosystémiques sont définis comme les bénéfiques que les êtres humains tirent des écosystèmes et qui contribuent directement ou indirectement à leur bien-être et représentent une partie de la valeur économique de la planète (Costanza et al. 1997 et Millenium Ecosystem Assessment 2005). Cependant, ces services sont peu connus par les sociétés humaines et sont peu évalués, notamment dans le cas de Madagascar. Malgré la difficulté de mesurer certains services par rapport à d'autres (Salles 2010), plusieurs études ont visé à quantifier et à estimer la valeur des services écosystémiques fournis par des aires naturelles, protégées ou non (Salzman 2005, Barraqué et Viavattene 2009, Chevassus-Au-Louis et Pirard 2011). Le débat reste toujours ouvert tant sur l'évaluation que sur l'identification de ces services (ex. de Groot et al. 2002, Bonin et Antona 2012). Actuellement, il existe plusieurs classifications de services écosystémiques dans la littérature mais les classifications du Millenium Ecosystem Assessment (2005) et du Common International Classification of Ecosystem Services de Haines-Young et Potschin (2018) sont parmi les plus utilisées (La Notte et al. 2017).

Dans un contexte de pressions toujours croissantes sur les milieux naturels, étudier la diversité et l'importance des services écosystémiques dans une aire protégée peut aider à mieux comprendre les interactions entre la nature et les populations riveraines. La connaissance des services écosystémiques permettra aux décideurs et gestionnaires de l'environnement et des aires protégées de mieux planifier l'aménagement et la gestion de la zone. Ceci permettra aussi aux populations de prendre conscience de la diversité et de l'importance des ressources naturelles ainsi que de tous les avantages qu'elles en tirent (Ilou et al. 2017). Cette étude vise à caractériser et analyser les services écosystémiques fournis par les écosystèmes dans l'aire protégée du Complexe Mahavavy Kinkony (au nord-ouest de Madagascar) selon la perception et la connaissance de la population riveraine. Les connaissances écologiques locales ou traditionnelles de la population riveraine sont souvent d'un grand intérêt scientifique. Ces connaissances forment une base de données riches en informations, allant de l'utilisation traditionnelle des plantes et des animaux, de la compréhension du fonctionnement des écosystèmes locaux, jusqu'à des savoirs et croyances liés aux relations Homme-environnement qui tiennent compte des facteurs sociaux et Homme-écosystème pour tous les autres facteurs (Berkes 1999, Davis et Wagner 2003, Palmer et Finlay 2003). Comme il s'agit d'identifier les services écosystémiques selon la perception des communautés riveraines, la liste des services écosystémiques n'est pas exhaustive.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

**ZONE D'ÉTUDE.** L'aire protégée du complexe des zones humides Mahavavy Kinkony (AP-CMK) est localisée au nord-ouest de Madagascar dans la région Boeny. Elle est située entre 15°57'

et 16°15' de latitude Sud et 45°27' et 46°10' de longitude Est, et couvre une superficie d'environ 302 000 ha (Figure 1). C'est une aire protégée de catégorie V « Paysage harmonieux protégé » selon la catégorisation de l'IUCN (Décret No 2015-718 du 21 avril 2015). On y rencontre une multitude d'écosystèmes riches en biodiversité dont les principaux sont des forêts sèches, des mangroves, des savanes et des zones humides représentées principalement par le lac Kinkony (2e plus grand lac de Madagascar) et le fleuve Mahavavy (Andriamasimanana et al. 2013). Les principales menaces et pressions qui pèsent sur les écosystèmes sont la conversion des zones humides en cultures, l'ensablement, la surpêche, le charbonnage, le défrichement et l'exploitation illicite des forêts, les feux incontrôlés, la divagation du bétail, la chasse et collecte d'animaux sauvages à des fins commerciales, la coupe sélective de bois, le changement climatique et la destruction des habitats (Andriamalala et al. 2019, Randrianjafy et al. 2020). L'AP-CMK couvre plusieurs *fokontany* (la plus petite unité administrative à Madagascar qui correspond à un groupement de villages ou hameaux) dont 19 ont été retenus pour effectuer cette étude. La population totale dans la zone comptait environ 83 000 habitants en 2018. Les principales activités économiques sont l'agriculture, l'élevage, les pêches continentale et maritime, l'artisanat et le commerce. L'agriculture est dominée en premier lieu par la riziculture qui est de deux types : (i) la riziculture de saison sèche dans les vallées et sur les bordures de forêts près des rivières et ruisseaux et (ii) la riziculture pluviale en collines ; en second lieu par les cultures vivrières (manioc, maïs) ; et enfin par la culture industrielle de canne à sucre. Quant à l'élevage, il est surtout bovin de type extensif. Les élevages porcins et caprins sont plus marginaux et l'élevage aviaire est très répandu mais à petite échelle.

**ENQUÊTES.** Des enquêtes socio-économiques basées sur des questionnaires et des observations directes des activités quotidiennes des communautés riveraines ont été faites dans les *fokontany* sélectionnés afin de caractériser les services écosystémiques dans l'AP-CMK. Les enquêtes ont été menées suivant l'approche d'Analyse Socio-économique selon le Genre (FAO 2001), basée sur l'âge, le sexe et les marginalités des groupes socio-professionnels. Les matériels de collecte de données étaient composés de plusieurs fiches d'enquête, de guides d'entretiens individuels ou de groupes auprès des populations locales, des chefs traditionnels et des autorités locales. Sur la base de critères tels que la localité riveraine, les groupes socio-professionnels et l'accessibilité, 19 *fokontany* à l'intérieur du périmètre de l'AP-CMK ont été retenus pour effectuer l'étude. Les écosystèmes dominants dans la zone devaient être représentés par au moins trois *fokontany*.

La formule de Schwartz (1995) suivante a été utilisée pour identifier la taille des échantillons de ménages à enquêter dans chaque *fokontany* :

$$n_q = [(Z_{\alpha})^2 \times P(1 - P)]/d^2$$

avec  $n_q$  pour la taille de l'échantillon pour un *fokontany*  $q$ ,  $Z_{\alpha}$  pour l'écart fixé ou écart réduit à un risque de 5% (1,96), ce qui correspond à un intervalle de confiance de 95%,  $d$  pour la marge d'erreur qui varie de 1 à 15% ( $d$  a été fixé à 8% dans cette étude) et  $P$  pour la proportion de ménages par *fokontany*.

Des enquêtes individuelles sous forme d'entretiens structurés ont été réalisées auprès des chefs de ménage sélectionnés

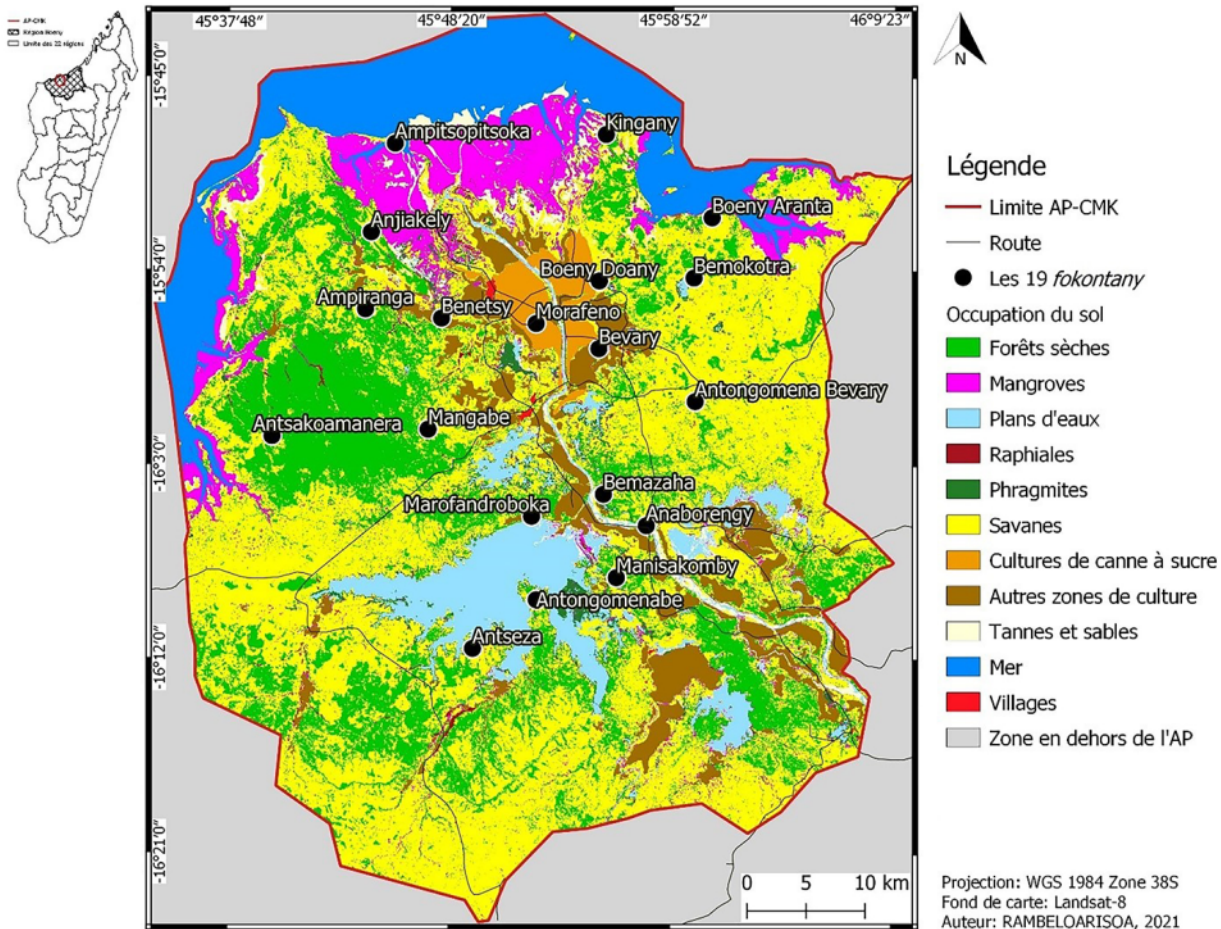


Figure 1. Localisation géographique de l'aire protégée Complexe Mahavavy Kinkony.

dans chaque *fokontany* selon leurs catégories d'appartenance (âge, sexe et groupes socio-professionnels). Cette technique d'entretien individuel a été complétée par un focus group de 12 à 23 personnes désignées par les responsables du *fokontany*. Lors de la discussion de groupe, un tableau présentant les différents services écosystémiques cités par catégorie de services a été dressé. Des analyses FFOM—force, faiblesse, opportunité et menace—de ces différents services ont été effectuées afin de produire une matrice d'orientation stratégique (MOS) présentant les résultats des analyses faites. Une telle matrice permet aux populations de déterminer les services écosystémiques les plus importants et de proposer d'éventuelles solutions pour faire face aux pressions et menaces qui peuvent nuire à ces services. D'autres enquêtes individuelles ou en groupe sous forme d'entretiens semi-structurés ont aussi été réalisées auprès des chefs traditionnels et des autorités locales afin de mieux connaître leurs opinions sur les différentes formes d'utilisation des ressources naturelles et des services écosystémiques par les populations.

Les enquêtes socio-économiques ont été complétées par des observations directes des activités quotidiennes des communautés locales permettant de collecter des données sur le mode vie, les activités de subsistance ou leurs façons d'utiliser les ressources naturelles. L'observation directe constitue également un moyen de recoupement des réponses obtenues après les enquêtes.

Les enquêtes ont été effectuées en 2019 (avril, saison sèche) pour identifier les bénéfices tangibles (ex. fruits, bois, produits médicinaux) et intangibles (ex. fertilisation des terres, lutte contre

l'érosion, aspects spirituels). Les principaux aspects abordés sont les modes d'utilisation des ressources naturelles, les fonctionnements des écosystèmes, les caractéristiques des systèmes de productions, la complexité et la dynamique des services écosystémiques. Le temps imparti au remplissage du questionnaire varie entre 20 et 35 minutes en fonction de la personne interrogée. Pour chaque plante citée lors des enquêtes, des collectes d'herbiers et des prises de photos étaient faites afin que leur nom scientifique puisse être déterminé par un systématicien végétal.

**TRAITEMENT DES DONNÉES.** Les données collectées lors des enquêtes socio-économiques ont été traitées sur Sphinx Plus (Ganassali 2014), puis les services écosystémiques cités par les chefs de ménage ont été classés dans quatre catégories que sont (i) les services d'approvisionnement, (ii) les services de régulation, (iii) les services culturels et (iv) les services de support (Millenium Ecosystem Assessment 2005). Les productions agricoles ont été considérées comme des services écosystémiques intégrés dans les agrosystèmes.

L'importance des services écosystémiques a été appréciée à travers le calcul du taux de réponses (Seastrom 2001) selon la formule  $T = ns/N * 100$ , où  $N$  est le nombre de personnes interrogées pour une catégorie donnée,  $ns$  est le nombre de personnes enquêtées ayant fourni une réponse pour un service écosystémique avec  $T$  compris entre 0 et 100 %. Les valeurs proches de 0 indiquent une connaissance très limitée du service écosystémique par de nombreuses personnes et la moindre importance accordée au service cité. Les valeurs proches de 100 indiquent que beau-

coup d'enquêtés ont une bonne connaissance du service écosystémique par de nombreuses personnes et l'importance accordée au service cité.

La catégorisation en groupes homogènes des *fokontany*, sur la base des services écosystémiques cités par les populations locales, est réalisée en appliquant l'Analyse Factorielle de Correspondances (AFC), suivie d'une Classification Hiérarchique Ascendante (Grangé et Lebart 1993). Dans chaque groupe de *fokontany*, l'analyse des préférences des populations pour les services écosystémiques a été faite à partir d'une nouvelle AFC sur la base des différentes matrices de données constituées par les services et les variables groupes socio-professionnels, genre et âge. Les différentes analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel RStudio 4.1.0. (RStudio Team 2021).

## RÉSULTATS

En fonction de la variabilité du nombre total de ménages par *fokontany*, le nombre des personnes enquêtées par *fokontany* variait de 13 à 76. Cinq cent cinquante-six personnes dont 294 hommes et 262 femmes repartis en 206 agro-éleveurs, 133 artisans, 82 pêcheurs, 70 administrateurs ou personne occupant un poste dans une administration et 65 commerçants ont été interrogés.

### DIVERSITÉ DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS L'AP-CMK.

Cent trente-sept services écosystémiques répartis en quatre catégories (approvisionnement, régulation, culture et soutien) ont été identifiés dont 45 types, regroupés en 15 classes, sont les plus utilisés (Figure 2).

Le bois de chauffe (84,2 %), les végétaux pour la construction (81,1 %), les produits agricoles (70,1 %), l'écotourisme et la recherche (60,8 %), les services culturels (60,4%), l'utilisation des eaux (58,8 %), les services de régulation (57,7%), les végétaux pour l'artisanat (54,7%) et les services de soutien (53,4%) sont les plus utilisés dans l'AP-CMK. Le plus faible taux de réponse revient aux produits de chasse et au prélèvement de miel (19,5%). Parmi les 45 types de services écosystémiques les plus utilisés par la population dans l'AP-CMK, seize étaient des services d'approvisionnement (Figure S3). Les plus utilisés et les plus sollicités par la population étaient le bois de chauffe (84,2%), les végétaux pour la construction (68%), les produits agricoles (66,9%), les plantes pour

l'artisanat (54,7%), l'eau d'irrigation (51,6%), le bois de construction (48,6%), les plantes pour la consommation (47,5%) et les plantes médicinales (43,9%). Les bois de chauffe étaient des bois morts récoltés dans les forêts ou dans la savane. Les activités agricoles étaient dominées par la riziculture et les cultures vivrières comme la culture de maïs, de manioc et de patate douce. Non inclus dans ces types de produits agricoles, la culture de canne à sucre occupait également une place plus ou moins importante en termes de services cités (19,6 % du taux de réponse). Les végétaux et les bois les plus sollicités pour la construction étaient *Bismarckia nobilis*, *Raphia farinifera*, *Commiphora* sp., *Albizia lebbek*, *Rhizophora mucronata*, *Cerriops tagal*, *Cedrelopsis grevei*, *Ziziphus jujuba*, *Capurodendron gracifolium*, *Alchomea alnifolia*, *Sapium melanostictum* et *Gardenia decaryi*. Les plantes les plus citées pour l'artisanat étaient les palmiers *Bismarckia nobilis*, *Hyphaene coriacea* et *Raphia farinifera*. Les plantes les plus utilisées pour la médecine traditionnelle étaient *Cedrelopsis grevei*, *Cassia occidentalis*, *Leea guineensis*, *Floscopa glomerata*, *Acridocarpus excelsus* et *Terminalia mantaly*. Les plantes utilisées pour la consommation étaient principalement dominées par les ignames sauvages et les fruits récoltés sur des arbres. L'eau des lacs et des rivières était utilisée par les villageois de la périphérie pour la consommation ménagère et l'irrigation des cultures. Les ressources halieutiques les plus sollicitées sont les poissons, les crabes et les crevettes.

Les services de régulation ont été regroupés en une seule classe (57,7% de taux de réponse). Parmi les types de service écosystémique les plus sollicités dans l'AP-CMK, 17 étaient des services de régulation (Figure S4). La capacité de la végétation à servir de brise vent, à attirer la pluie, les rôles de la végétation et des terres dans les cycles des éléments nutritifs et dans la lutte contre l'érosion des sols, la capacité des lacs et rivières à stocker les précipitations étaient les plus perceptibles avec respectivement 21,4%, 22,1%, 16,4%, 16,2% et 14,2% de taux de réponse. Cependant, la capacité des lacs et rivières à recharger les aquifères (4%) et à réguler les crues et inondations (4%), la capacité des mangroves à amortir les vagues (3,6%) et à fixer les sols (2,9%), la capacité de la végétation à faire circuler de l'air frais (2,9%), à lutter contre la désertification (2,2%) et à la régulation thermique (1%) n'étaient pas perçues comme des services remarquables.

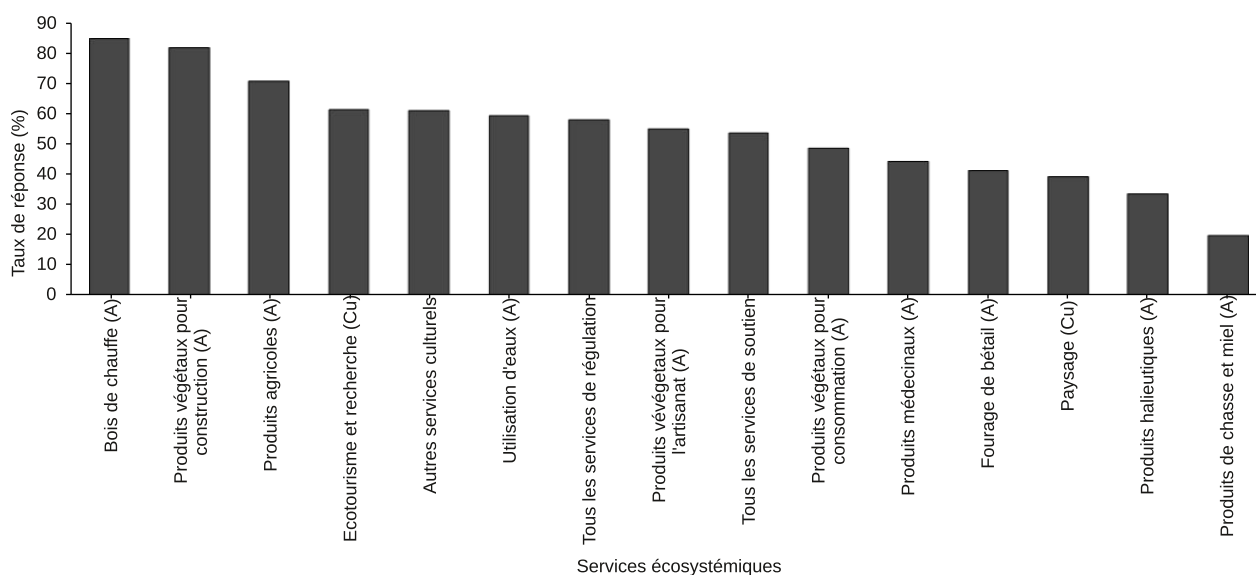


Figure 2. Catégorie des services écosystémiques dans l'AP-CMK.

Les services culturels ont été regroupés en une seule classe (60,4% de taux de réponse). Ceux associés aux écosystèmes dans l'AP-CMK se référaient à la satisfaction visuelle (externalité positive), émotionnelle et psychique offerte par le paysage, à l'écotourisme, la recherche, aux vertus médicinales des plantes et à la présence de lieux sacrés et de cultes traditionnels dans tous les habitats naturels. L'écotourisme (60,8%), les vertus médicinales (43,4%), la recherche (40,7%) et la satisfaction visuelle et émotionnelle (38,9%) étaient les services culturels les plus cités (Figure S5).

Les services de soutien ont été regroupés en une seule classe (53,5% de taux de réponse). Les plus souvent mentionnés étaient les habitats pour les animaux (39,8%), les zones de nichoirs pour différentes espèces d'oiseaux (32,4%), la production d'oxygène atmosphérique par la végétation et les zones humides (11%) et la zone de nurserie et frayère des animaux marins (7,4%) (Figure S6).

**CARACTÉRISATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES SUIVANT LES FOKONTANY.** Les *fokontany* de l'AP-CMK ont été catégorisés selon l'utilisation des services écosystémiques. Le dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante des *fokontany* sur la base des services écosystémiques a révélé quatre groupes. (Figure 3).

Le groupe I était composé de *fokontany* qui exploitaient les services liés aux ressources en eau douce dont les principaux sont les lacs et rivières sacrés, les prélèvements des ressources halieutiques d'eau douce, le stockage des précipitations, l'épuration de l'eau, le nichoir des oiseaux, le cycle de l'eau et l'eau de consommation. Le groupe II était composé des *fokontany* qui se trouvaient dans les écosystèmes savanicoles et qui exploitaient les services comme la culture de canne à sucre, le cycle des éléments nutritifs, le fourrage pour le bétail, les lieux sacrés et la formation et la stabilité des sols. Le groupe III regroupait les *fokontany* où les services comme la forêt sacrée, l'attraction de pluie, le brise vent et la production d'oxygène atmosphérique étaient les plus cités. Le groupe IV était composé des *fokontany* qui citaient le plus les services comme le prélèvement de ressources halieutiques marines, la lutte contre l'érosion côtière et la nurserie et frayère des animaux marins.

D'après l'analyse factorielle, cinq axes contrôlent la variance commune dont 67,8% des informations sont portées par les deux premiers axes. Les services qui ont une forte contribution dans la formation de l'axe factoriel 1 sont les prélèvements des ressources halieutiques marines, la lutte contre l'érosion côtière, la nurserie et frayère des animaux aquatiques, le brise vent et l'attraction de pluie. Sur l'axe factoriel 2, les services tels que les lacs et rivières sacrés, le prélèvement des ressources halieutiques d'eau douce, le nichoir de diverses espèces d'oiseaux, le stockage de précipitation et la culture de canne à sucre présentent les plus fortes contributions (Figure S8).

**CARACTÉRISATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS LE GROUPE DE FOKONTANY.** Vingt-cinq services écosystémiques regroupés en 13 types ont été les plus cités (Figure S9). Les plus connus et les plus cités sont les services culturels (96,2%), les utilisations d'eau pour la consommation et pour l'irrigation (89,1%), les produits végétaux pour la construction (85,3%), l'écotourisme et recherche (80,1%), les prélèvements de produits halieutiques (78,9%) et les services de soutien (75,6%). Les produits médicinaux (19,2%) et le fourrage pour le bétail (14,1%) sont les plus faiblement sollicités.

L'analyse factorielle entre les services écosystémiques, les groupes socio-professionnels et le genre montre que les axes 1 et 2 expliquent la préférence des groupes socio-professionnels à 70,3% aux services écosystémiques (Figure 4a). Suivant l'axe factoriel 1, les personnes travaillant dans le secteur de l'administration accordaient une grande importance au fourrage pour le bétail, l'herbe pour la consommation animale, le cycle de l'eau, l'épuration de l'eau et la régulation des crues et des inondations, tandis que les commerçants préféraient l'habitat pour les animaux. Les artisans s'intéressaient aux végétaux pour l'artisanat et la construction, les bois de chauffe et l'eau de consommation. Suivant l'axe factoriel 2, les agro-éleveurs allaient vers la riziculture, les plantes et leurs vertus médicinales, les bois de construction, l'eau d'irrigation et la recharge des aquifères. Les pêcheurs se distinguaient par leurs considérations sur les ressources halieutiques d'eau douce, le stockage des précipitations, l'écotourisme et les lacs et rivières sacrées. D'après les enquêtes effectuées, les différents groupes socio-professionnels n'avaient pas les mêmes niveaux d'éducation, les personnes de l'adminis-

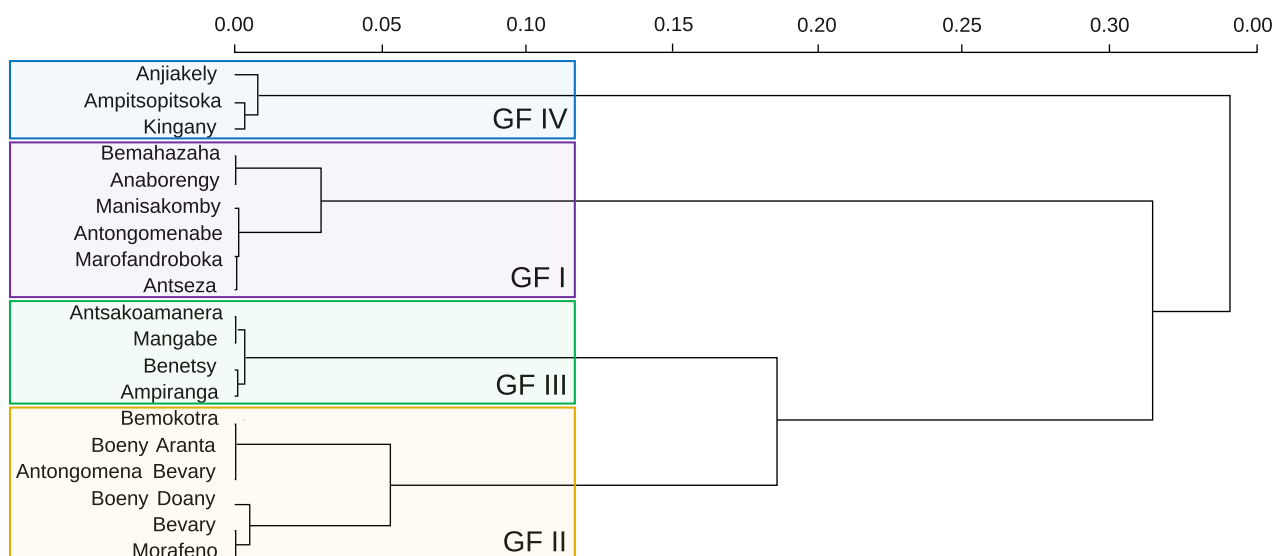


Figure 3. Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante des *fokontany*.

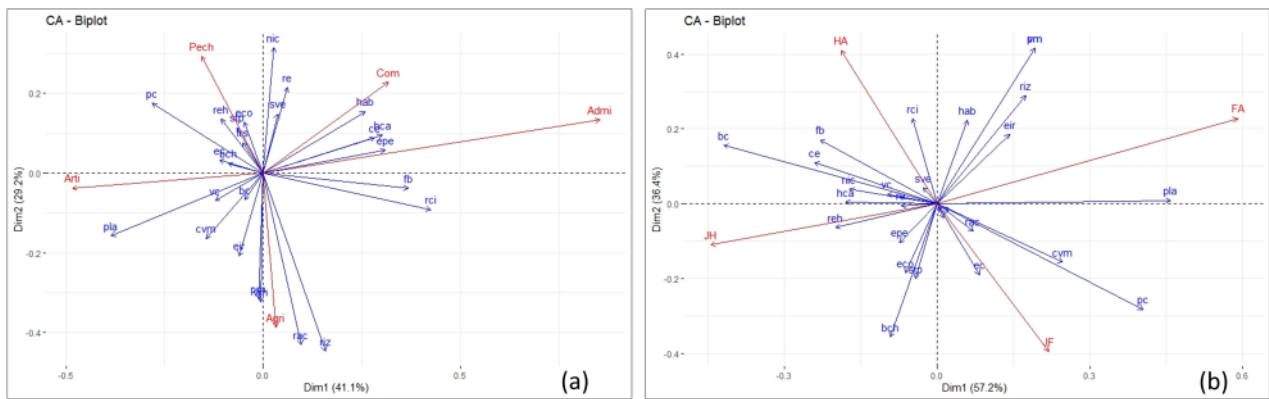


Figure 4. Services écosystémiques selon le groupe socioprofessionnel (a) et le genre (b) dans le groupe de *fokontany* I. (Avec pm : plantes médicinales, bc : bois de construction, bch : prélèvement de bois de chauffe, sve : satisfaction visuelle et émotionnelle, vm : vertus médicinales, eco : écotourisme, re : recherche, nic : nichoirs de diverses espèces d'oiseaux, pc : plantes pour consommation, cvm : cultures vivrières et maraichères, riz : riziculture, hab : habitat d'animaux, vc : végétaux pour construction, pla : plantes pour l'artisanat, fb : fourrage de bétail, hca : herbe pour consommation animale, ec : eau de consommation, eir : eau d'irrigation, lrs : lacs et rivières sacrés, reh : ressources halieutiques d'eau douce, ce : cycle de l'eau, rac : recharge des aquifères, stp : stockage de précipitation, epe : épuration d'eau, rci : régulation des crues et inondations, Arti : artisans, Com : commerçants, agri : agro-éleveurs, admi : administrateurs, HA : homme adulte, FA : femme adulte, JA : jeune homme et JH : jeune femme).

tration ou les commerçants avaient un niveau un peu plus élevé que les autres groupes.

Les interactions entre le genre et les services écosystémiques sont expliqués à 93,6% de la variance contenue dans les données initiales sur les axes factoriels 1 et 2 (Figure 4b). Les femmes de 18 à 39 ans se distinguaient par leurs préférences pour les services liés aux ressources en eau comme l'eau de consommation, la recharge des aquifères et les lacs et rivières sacrés, alors que les femmes de 40 à 60 ans s'intéressaient plutôt aux plantes pour l'artisanat. Les hommes de 18 à 39 ans s'intéressaient surtout aux ressources halieutiques d'eau douce, l'herbe pour la consommation animale, la recherche et les nichoirs de diverses espèces d'oiseaux. Les hommes de 40 à 60 ans s'intéressaient par contre à la régulation des crues et des inondations et la satisfaction visuelle et émotionnelle. Outre les services préférés par chaque groupe, les femmes citaient les plantes pour la consommation et les cultures vivrières et maraichères tandis que les hommes citaient le fourrage pour le bétail, le cycle de l'eau et le bois de construction. Les hommes et femmes de 18 à 39 ans s'intéressaient davantage à l'écotourisme, au bois de chauffe et le stockage de précipitations alors que les plus âgés accordaient plus d'importance aux plantes médicinales.

**CARACTÉRISATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS LE GROUPE DE FOKONTANY II.** Vingt-six services écosystémiques regroupés en 13 types étaient les plus utilisés et les plus sollicités (Figure S11). Le bois de chauffe, les produits agricoles, les végétaux pour la construction, les végétaux pour l'artisanat et le fourrage du bétail étaient les services les plus utilisés par les ménages avec un taux de réponse respectivement de 93,0%, 82,9%, 76,7%, 76,7% et de 73,0%. Le service le moins mentionné concernait les produits de la chasse et le miel (25,7%).

L'analyse factorielle montre que les deux premiers axes factoriels expliquent 89,6% de la variance contenue dans la matrice des données (Figure S12a). La projection des catégories de groupes socio-professionnels sur le plan factoriel formé par les axes 1 et 2 a révélé que les personnes des secteurs de l'administration avaient une nette préférence pour la recherche, la production d'oxygène atmosphérique, la fixation de carbone atmosphérique et les lieux sacrés. Quant aux agro-éleveurs, ils avaient cité les cultures vivrières et maraichères, les végétaux pour la construction, la chasse et la cueillette sauvage et le

prélèvement de miel. Les artisans accordaient une importance particulière aux plantes pour l'artisanat et le bois de chauffe. Les commerçants citaient surtout l'écotourisme et le prélèvement d'eau de consommation.

L'analyse des relations entre le genre et les services écosystémiques dans le groupe de *fokontany* II est expliquée à 93,7% sur les axes factoriels 1 et 2 (Figure S12b). Ainsi, les femmes de 18 à 39 ans avaient une grande préférence pour les cultures vivrières et maraichères, l'eau de consommation, l'eau d'irrigation et le bois de chauffe alors que les femmes âgées préféraient la satisfaction visuelle et émotionnelle, et l'écotourisme. Les hommes de 18 à 39 ans s'intéressaient à la chasse et la cueillette et les prélèvements de miel, d'herbe pour la consommation animale et au bois de construction. Les hommes plus âgés valorisaient davantage la culture de canne à sucre et les services de régulation comme la fixation de carbone atmosphérique et la production d'oxygène atmosphérique. Les femmes s'intéressaient aux plantes pour l'artisanat tandis que les hommes préféraient les plantes utilisées pour la construction. De même, les jeunes se tournaient collectivement vers les services de régulation comme la formation et la stabilité du sol, le cycle des éléments nutritifs et la lutte contre l'érosion du sol tandis que les plus âgés s'intéressaient aux plantes médicinales.

**CARACTÉRISATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS LE GROUPE DE FOKONTANY III.** Vingt-neuf services écosystémiques regroupés en 13 types avaient été les plus cités et les plus sollicités (Figure S13). Les produits médicinaux (95,4%), les services de régulation (94,3%), le prélèvement de bois de chauffe (89,7%), les produits végétaux pour consommation (88,5%) et pour construction (82,8%), les services de soutien (81,6%) sont les plus cités par la population locale. Le fourrage de bétail est le service le moins sollicité avec un taux de réponse de 29,9%.

La perception des acteurs sur les services écosystémiques selon leur appartenance socio-professionnelle est expliquée à 91,1% sur les axes 1 et 2 (Figure S14a). Les personnes qui travaillaient dans les administrations se tournaient plutôt vers les services de régulation comme la fixation de carbone atmosphérique et la régulation thermique, les services de soutien comme les lieux de nichoirs de diverses espèces d'oiseaux et sur la recherche. Les agro-éleveurs s'intéressaient aux cultures vivrières et maraichères et aux prélèvements de miel et d'herbe pour les

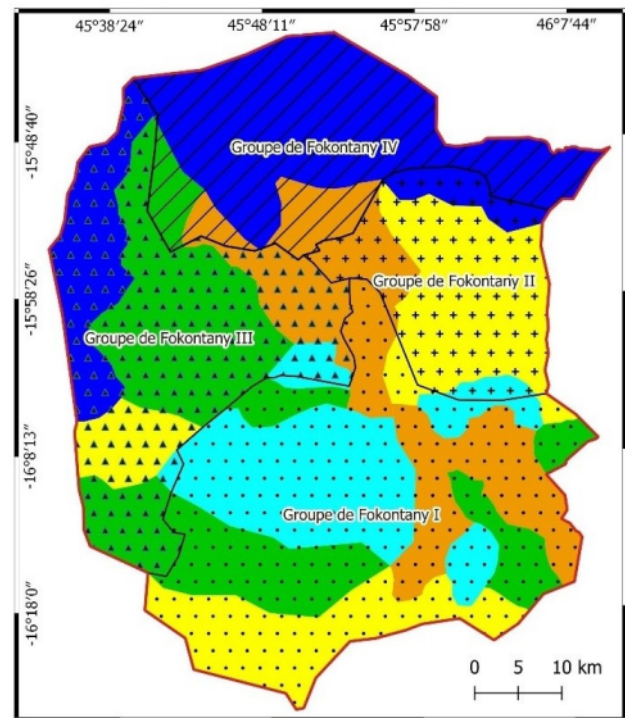
animaux. Les artisans mentionnaient davantage les prélèvements de plantes pour l'artisanat, les plantes médicinales, l'eau de consommation, et l'apport de pluie. Les commerçants se contentaient principalement de l'écotourisme et de la satisfaction visuelle et émotionnelle.

De l'analyse factorielle des interactions entre les genres et les services écosystémiques, les deux premiers axes expliquent 93% de la variance contenue dans les données initiales (Figure S14b). Le positionnement des genres sur les axes factoriels a permis de noter que les femmes plus âgées avaient une nette préférence pour les plantes destinées à l'artisanat et les plantes médicinales, et pour l'eau de consommation, tandis que les femmes plus jeunes se tournaient vers les cultures vivrières et maraîchères, les plantes pour la construction, le bois de chauffe, l'eau d'irrigation et les services de régulation comme le brise vent, l'attraction de pluie et la lutte contre l'érosion du sol. Quant aux hommes plus jeunes, ils avaient un net intérêt pour la chasse et la cueillette, les végétaux pour la construction, le prélèvement de miel et la recherche scientifique. Les hommes plus âgés valorisaient davantage le fourrage pour le bétail et les services de régulation comme la fixation de carbone et la production d'oxygène atmosphérique, la régulation thermique et la lutte contre la désertification.

CARACTÉRISATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS LE GROUPE DE FOKONTANY IV. Vingt-un services écosystémiques regroupés en 11 types étaient les plus sollicités (Figure S15). Les produits halieutiques (92,7%), les produits végétaux pour la construction (85,3%), les services de régulation (79,4%), les services culturels (75,0%), le bois de chauffe (72,0%) et les produits médicinaux (72,0%) sont les plus cités. Le taux de réponse le plus faible (26,5%) concernait les produits de la chasse et la collecte de miel.

Les axes factoriels 1 et 2 expliquent à 76,5% la perception des groupes socio-professionnels sur les services écosystémiques (Figure S16a). Les personnes appartenant au secteur de l'administration avaient une grande préférence sur la recherche et la fixation de carbone atmosphérique. Quant aux pêcheurs, ils s'intéressaient aux services écosystémiques issues de la mangrove comme les ressources halieutiques marines, la nurserie et frayère des animaux marins, l'amortissement des vagues, la fixation du sol, le brise vent et la satisfaction visuelle et émotionnelle. Les agro-éleveurs et les artisans avaient une grande considération pour les cultures vivrières et maraîchères, les plantes pour l'artisanat et pour la construction et les bois de chauffe. Les commerçants s'intéressaient aux plantes médicinales et à la lutte contre l'érosion côtière.

Expliquée à 93,7% de la variance des données initiales sur les axes factoriels 1 et 2 (Figure S16b), l'analyse factorielle des correspondances entre les genres et les services écosystémiques a révélé que les femmes plus âgées de ce groupe de *fokontany* avaient une grande préférence pour les plantes médicinales et la satisfaction visuelle et émotionnelle tandis que les jeunes pour les cultures vivrières et maraîchères et les plantes pour l'artisanat et la consommation. Les hommes plus âgés s'intéressaient surtout à l'écotourisme, la recherche et les services de régulation comme la fixation de carbone et la production d'oxygène atmosphérique, la lutte contre l'érosion côtière et le brise vent. Quant aux hommes jeunes, ils se distinguaient par le prélèvement de ressources halieutiques marines, de miel et de bois de chauffe, et la citation



#### Légende

— Limite aire protégée complexe Mahavavy-kinkony

Groupe de fokontany

□ Groupe de fokontany I

□ Groupe de fokontany II

□ Groupe de fokontany III

□ Groupe de fokontany IV

Types de services utilisés

■ Catégories de services liés aux forêts

■ Catégories de services liés aux plantes cultivées

■ Catégories de services liés aux savanes

■ Catégories de services liés aux zones humides

■ Catégories de services liés aux zones côtières et marines

Figure 5. Carte des quatre groupes de *fokontany* et des types de services utilisés par zone.

des services issus de la mangrove comme la nurserie et frayère des animaux marins et la fixation du sol (Figure 5).

## DISCUSSIONS

Les quatre catégories de services écosystémiques que sont les services d'approvisionnement, de régulations, culturels et de soutien détaillés dans 137 services écosystémiques regroupés en 45 types ont été mentionnés dans tous les *fokontany* avec une meilleure perception des services d'approvisionnement, de régulation et culturels. Ces constatations sont les mêmes que celles trouvées par Menshah et al. (2020) et Sambou et al. (2018) dans une étude similaire au Bénin et au Sénégal. La diversité des services écosystémiques dans l'AP-CMK peut s'expliquer tout d'abord par son statut d'aire protégée et ensuite par la présence d'écosystèmes variés, l'hétérogénéité de la végétation et la diversité des communautés riveraines qui ont des connaissances diverses de ces services. L'aire protégée CMK abrite en effet biodiversité importante avec une grande diversité d'espèces, d'écosystèmes et de paysages Andriamasimanana et al. (2013). Ces divers écosystèmes offrent à de nombreuses communautés végétales et animales terrestres ou marines un refuge pour s'y installer et se reproduire. Leur conservation est alors primordiale afin de garantir la durabilité et la diversité des services écosystémiques dans la zone.

Le prélèvement de bois de chauffe était le service d'approvisionnement le plus cité dans l'AP-CMK puisque 80% de la popula-



tion de la zone utilise le bois comme source d'énergie de combustion. Ce taux est équivalent à celui trouvé par Randrianarison et al. (2021) pour les zones rurales de la région Analamanga (83,9%). Ces similarités pourraient s'expliquer par le fait que les communautés vivant dans les zones rurales ont de faibles revenus qui ne leur permettent pas d'accéder à des sources de combustion comme le gaz d'où leur préférence orientée vers le bois de chauffe.

Vient ensuite le prélèvement de plantes pour la construction. Près de 70% des maisons dans la zone sont construites à partir de plantes. Ces formes de construction sont les mêmes que celles de l'ethnie Masikoro dans le delta de Mangoky (Rakotomavo et Fromard 2009) et celles des villages dans le Menabe central (Razafintsalama et al. 2014). En général, ces formes de maisons sont typiques des zones côtières de Madagascar mais la différence se trouve dans les végétaux utilisés. Le prélèvement des produits agricoles tels que les plantes cultivées vient après. En effet, l'agriculture constitue une source de revenus principale ou secondaire pour 67% de la population dans la zone. Le prélèvement de plantes pour l'artisanat (feuilles et fibres) constitue une activité principale ou secondaire de plus de 50% des femmes qui s'adonnent à la vannerie. Cela est notamment dû à l'abondance d'*Hyphaene coriacea* et de *Bismarckia nobilis* dans la région puisque les jeunes feuilles de ces espèces constituent la matière première principale utilisée dans cette activité (Rakotonandrasana et al. 2015). Le prélèvement d'eau d'irrigation et d'eau de consommation sont aussi parmi les services les plus cités. L'agence de distribution d'eau se trouve seulement dans les grandes villes et près de 40% des communautés utilisent l'eau des lacs et des rivières. Le prélèvement de plantes médicinales est la base de la médecine traditionnelle qui est très courante et expliquée par l'éloignement des centres de santé. De la même manière, peut être expliquée l'importance du fourrage de bétail accordé par les gens car les zébus représentent leur richesse et palie aux banques en étant leur porte-monnaie. La culture de la canne à sucre est pratiquée de manière intensive à l'intérieur de l'aire protégée dans les terrains privés de la Société « Ouest Sucre Complant » et se trouve en deuxième place après la riziculture en termes de superficie occupée. La chasse et la cueillette sont les services les moins cités, ce qui traduit la connaissance des populations du statut de protection des espèces au sein de l'aire protégée.

L'analyse de ces différents types de services d'approvisionnement montre que la vie de la plupart des communautés riveraines de l'AP-CMK dépend en grande partie des ressources naturelles. Cette constatation est la même que celle trouvée par Borgerson et al. (2018) dans une étude sur l'utilisation des ressources naturelles par les communautés vivant autour des forêts de Kianjavato. Ainsi, l'usage parcimonieux des ressources naturelles doit être une condition des politiques de conservation et de développement (Harpet et al. 2014).

Les services de régulation sont appréciés par les gens et cités pour contribuer au maintien des activités de subsistance et au bien-être, ainsi qu'au bon fonctionnement des écosystèmes et de l'équilibre écologique. Ceci est en accord avec O'Brien et al. (2010) qui soutiennent que les écosystèmes, à travers leurs activités régulatrices, contribuent à l'amélioration de la santé, du cadre et de la qualité de vie des populations.

La biodiversité de l'AP-CMK avec ses nombreux écosystèmes et la beauté du paysage font de l'AP un lieu touristique et de recherche. Ces intérêts que les communautés locales portent sur

l'écotourisme et la recherche les incitent à s'ouvrir aux visiteurs et aux chercheurs. Cette ouverture favorise les échanges de connaissances et de pratique et renforce la responsabilité et l'implication des communautés riveraines dans la gestion de l'environnement. Les valeurs sociales et culturelles que les communautés locales accordent à certains écosystèmes particuliers constituent des points positifs pour leur conservation car ils sont traditionnellement protégés par des lois ancestrales (Harpet et al. 2008).

Les services d'approvisionnement, de régulation et culturels sont facilement identifiables par les gens de la région quel que soit leur niveau d'étude alors que les services de soutien ne sont perçus que par ceux qui ont un niveau d'étude élevé, comme les personnes travaillant dans le secteur de l'administration. Les communautés scientifiques considèrent pourtant que les services de soutien sont les plus importants car ils sont nécessaires à la production de tous les autres services (Le Clec'h et al. 2014). Il est donc primordial de renforcer la connaissance des communautés pour qu'elles comprennent le fonctionnement et les interactions des écosystèmes, les différents avantages qu'ils leur fournissent et sur les menaces et pressions qui peuvent nuire à ces avantages. Cela augmentera leur participation et leur perception sur l'importance de la conservation des écosystèmes.

Les spécificités des *fokontany* quant aux services écosystémiques privilégiés peuvent surtout être expliquées par les géographies, à avoir la proximité du lac Kinkony ou de la rivière Mahavavy, ou encore de lieux sacrés ou de superficies herbeuses pour les éleveurs. La diversité de l'utilisation des services écosystémiques variait ainsi en fonction de la zone et de la profession des personnes enquêtées. Ce constat est le même que celui trouvé par Ilou et al. (2019) dans une étude similaire dans une réserve de biosphère en Bénin.

L'analyse combinée des préférences de la population selon le genre et l'âge dans les groupes de *fokontany* a permis de constater que les services écosystémiques les plus cités par les jeunes de 18 à 39 ans sont des services d'approvisionnement tandis que les gens plus âgés de 40 à 60 ans citaient davantage des services culturels et de régulation. Les plus jeunes se contenteraient des services d'approvisionnement et auraient peu de connaissances et d'expériences sur les autres catégories de services. Ceci contredit ce qu'affirme Maddison (2007) qui proposait que pour une évaluation, il valait mieux considérer l'expérience plutôt que l'âge. Cette situation pourrait traduire un faible taux de scolarisation des jeunes dans les zones rurales ou encore à l'abandon précoce de l'éducation dû à la paupérisation des parents. Ainsi, les personnes âgées sont toujours les mieux informées ; alors qu'actuellement, ce sont les jeunes qui explorent le plus les écosystèmes. Et cela pourra entraîner une diminution des responsabilités des jeunes vis-à-vis de la conservation des écosystèmes. Ainsi, il est important de renforcer les moyens de communication audiovisuelle dans l'aire protégée et d'impliquer les personnes avec de bonnes connaissances de la région dans la mise en œuvre des programmes de sensibilisation et de communication.

## CONCLUSION

Cette étude présentait les résultats de la caractérisation des services écosystémiques de l'aire protégée complexe Mahavavy Kinkony. Fondée sur les données issues de la perception, des connaissances et des activités des communautés locales, l'étude a permis de déterminer et de préciser les principaux services

écosystémiques dans la zone et de leur importance. Ces résultats constituent ainsi des données importantes à la main du gestionnaire de l'aire protégée pour orienter la politique de gestion de la zone. Ils peuvent être également utilisés comme outil de plaidoyer permettant une intégration plus large des écosystèmes, de la biodiversité mais aussi des populations bénéficiaires des services écosystémiques, dans les discussions visant la définition d'une stratégie de gestion.

En outre, cette étude ne montre que les caractéristiques générales des services écosystémiques dans l'aire protégée complexe Mahavavy Kinkony, il serait alors très intéressant d'effectuer dans l'avenir des études plus approfondies sur les relations entre les services, les écosystèmes et les communautés riveraines de l'AP. Les activités des riverains sont conditionnées par la disponibilité des ressources, une étude de la capacité des écosystèmes à fournir les services en fonction de l'intensité de leur utilisation est donc nécessaire afin d'évaluer la durabilité des services écosystémiques.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par le programme Sud Expert Plante Développement Durable (SEP2D) dans le cadre du projet « Comptabilité biologique des écosystèmes - COMPTABIO ». Nous tenons à remercier les équipes de ce projet pour leur contribution, directement ou indirectement, dans la réalisation de cette étude. Nous remercions ASITY Madagascar pour leurs contributions et pour avoir facilité l'accès à l'Aire Protégée complexe Mahavavy Kinkony et nous adressons nos remerciements aux communautés locales.

## RÉFÉRENCES

- Andriamalala, A. M., Randrianodiasana, J. et Ranarijaona, H. L. T. 2019. Evaluation des pressions sur le complexe Mahavavy-Kinkony : cas des écosystèmes fluviaux-littoraux des mangroves du delta de Mahavavy. *Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement* 1: 11–16. <[http://madarevues.recherches.gov.mg/IMG/pdf/rste\\_volume\\_1\\_-\\_version\\_final-17-22.pdf](http://madarevues.recherches.gov.mg/IMG/pdf/rste_volume_1_-_version_final-17-22.pdf)>
- Andriamasimanana, R. H., Rasolomanana, E. H., Cameron, A. et Ratsimbazafy, J. 2013. Étude des impacts écologiques du dynamisme spatio-temporel des habitats naturels sur la faune menacée du Complexe Zones Humides Mahavavy-Kinkony, Madagascar. *Madagascar Conservation & Development* 8, 2: 86–90. <<https://doi.org/10.4314/mcd.v8i2.7>>
- Barraqué, B. et Viavattene, C. 2009. Eau des villes et eau des champs. *Économie Rurale* 310, 2: 5–21. <<https://doi.org/10.4000/economierurale.708>>
- Berkes, F. 1999. *Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management*. Taylor and Francis, Philadelphia.
- Bonin, M. et Antona, M. 2012. Généalogie scientifique et mise en politique des services écosystémiques et services environnementaux. *Vertigo* 12, 3. <<https://doi.org/10.4000/vertigo.13147>>
- Borgerson, C., Johnson, S. E., Louis Jr, E. E., Holmes, S. M., Anjaranirina, E. J. G., Randriamady, H. J. & Golden, C. G. 2018. The use of natural resources to improve household income, health, and nutrition within the forests of Kianjavato, Madagascar. *Madagascar Conservation Development* 13, 1: 45–52. <<https://doi.org/10.4314/mcd.v13i1.6>>
- Chevassus-Au-Louis, B. et Pirard, R. 2011. Les services écosystémiques des forêts et leur rémunération éventuelle. *Revue Forestière Française* 63, 5: 579–599. <<https://doi.org/10.4267/2042/46106>>
- Costanza, R. & Daly, H. E. 1992. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology* 6, 1: 37–46. <<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1992.610037.x>>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260. <<https://doi.org/10.1038/387253a0>>
- Daily, G. C., Alexander, S., Ehrlich, P. R., Goulder, L., Lubchenco, J., et al. 1997. Ecosystem services: Benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology* 2: 1–16. Disponible en ligne <<https://www.esa.org/wp-content/uploads/2013/03/issue2.pdf>>
- Davis, A. & Wagner, J. R. 2003. *Who knows? On the importance of identifying "experts" when researching local ecological knowledge*. *Human Ecology* 31: 463–489. <<https://doi.org/10.1023/A:1025075923297>>
- de Groot, R. S., Wilson, M. A. & Boumans, R. M. J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41, 3: 393–408. <[https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)>
- FAO. 2001. *SEAGA Socio-Economics and Gender Analysis Programme: Field Level Handbook*. FAO, Rome. Disponible en ligne <<https://www.fao.org/3/ak214e/ak214e00.pdf>>
- Ganassali, S. 2014. *Enquêtes et analyses de données avec Sphinx*. Pearson Education, Collection LM, France.
- Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P. L. & Montes, C. 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics* 69, 6: 1209–1218. <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007>>
- Grangé D. et Lebart L. 1993. *Traitements statistiques des enquêtes*. Dunod, Paris.
- Haines-Young, R. & Potschin, M. B. 2018. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*. The Paddocks, Chestnut Lane, Barton in Fabis, Nottingham, UK. Disponible en ligne <<https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>>
- Harpet, C., Navarroi, L. et Ramanankirahina, R. 2008. Rôle et implications des croyances et des savoir-faire locaux dans les programmes de conservation : exemple d'un site à lémuriens sacrés au cœur de la station forestière à usages multiples d'Antrema (pays Sakalava, Madagascar). *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)* 63, 3: 208–292. <<https://doi.org/10.3406/revvec.2008.1422>>
- Harpet, C., Combo, A. S., Hladik, C. M., Simmen, B., Riera, B. et Ranarijaona, H. L. 2014. Méthode d'évaluation des perceptions et des représentations locales sur un échantillon ciblé de la faune et de la flore de la côte ouest de Madagascar. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)* 69, 3–4: 351–355. <<https://doi.org/10.3406/revvec.2014.1759>>
- Ilou, B. S. L., Sogbohossou, E. A., Toko, I. I., Houinato, M. R. B. et Sinsin, B. 2017. Diversité et importance socio-économique des services écosystémiques dans la réserve de biosphère de la Pendjari au Nord-Benin. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé* 19, 3: 15–28. <<https://www.ajol.info/index.php/jrsul/article/view/167462>>
- Ilou, B. S. L., Toko Imorou, I., Vigninou, T. et Thoma, O. 2019. Caractérisation des Services Écosystémiques dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W (RBTW) au Nord-Benin. *European Scientific Journal* 15, 36: 279–295. <<https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/12646>>
- La Notte, A., D'Amato, D., Mäkinen, H., Paracchini, M. L., Liqueste, C., Egoh, B., et al. 2017. Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecological Indicators* 74: 392–402. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.030>>
- Le Clec'h, S., Dufour, S., Oszward, J., Grimaldi, M. et Jégou, N. 2014. Spatialiser les services écosystémiques, un enjeu méthodologique et plus encore. In: *Political Ecology des Services Écosystémiques*. X. A. de Sartre, M. Castro, S. Dufour et J. Oszward (eds), pp 203–221. PIE Peter Lang, Bruxelles. Disponible en ligne <[https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers15-07/010065089.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-07/010065089.pdf)>
- Maddison, D. 2007. *The perception of and adaptation to climate change in Africa*. Policy Research Working Paper. N. 4308. World Bank, Washington, DC. Disponible en ligne <<http://hdl.handle.net/10986/7507>>

- Mensah, G. K. S., Zakari, S., Sogbossi, E. et Imorou, T. I. 2020. Analyse des services écosystémiques offerts par la biodiversité végétale des palais royaux, des bois et sites sacrés et espaces végétalisés dans la ville d'Abomey. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies* 22, 2: 386–397. Disponible en ligne <<https://ijpsat.es/index.php/ijpsat/article/view/2138>>
- Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis*. Island Press, Washington DC. Disponible en ligne <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>
- O'Brien, L., Townsend, M. & Ebdon, M. 2010. 'Doing something positive': Volunteers' experiences of the well-being benefits derived from practical conservation activities in nature. *VOLUNTAS* 21: 525–545. <<https://doi.org/10.1007/s11266-010-9149-1>>
- Palmer, J. & Finlay, V. 2003. *Faith in Conservation: New Approaches to Religions and the Environment*. Directions in Development, The World Bank, Washington DC. Disponible en ligne <<http://hdl.handle.net/10986/15083>>
- Perrings, C., Folke, C. & Måler, K. G. 1992. The ecology and economics of biodiversity loss: the research agenda. *Ambio* 21, 3: 201–211. Disponible en ligne <<http://www.jstor.org/stable/4313929>>
- Rakotomavo, A. et Fromard, F. 2009. Stratégies d'utilisation des ressources végétales chez les Vezo et les Masikoro du delta de Mangoky (Madagascar). *Bois et Forêt des Tropiques* 300, 2: 45–55. <<https://doi.org/10.19182/bft2009.300.a20414>>
- Rakotonandrasana, S. R., Rakotondrafara, A. et Ratsimbason, M. 2015. Importance, impacts de l'utilisation et gestion rationnelle du *satrana* ou *Hyphaene coriacea* Gaertn. (Arecaceae) près de la baie de Rigny, Antsiranana (Madagascar). *Madagascar Conservation & Development* 10, 2: 48–52. <<https://doi.org/10.4314/mcd.v10i2.2>>
- Randrianarison, M. P., Razafiarivony, N. A. T., Randrianandrasana, N. et Raheliarilalao, B. 2021. Potentiels d'acidification et de réchauffement climatique des bois-énergie à Madagascar. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies* 27, 1: 361–370. <<https://ijpsat.org/index.php/ijpsat/article/view/3183>>
- Randrianjafy Rasoloarisoa, V., Ramiandra, V. A., Randriamahatantsoa, B. et Rabibisoa, N. H. C. 2020. Étude analytique de l'herpétofaune du complexe Mahavavy Kinkony, district Mitsinjo, région Boeny, Madagascar. *Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement* 2: 12–22. Disponible en ligne <[http://madarevues.recherches.gov.mg/IMG/pdf/rste\\_version\\_final\\_sous-theme\\_1\\_-21-31.pdf](http://madarevues.recherches.gov.mg/IMG/pdf/rste_version_final_sous-theme_1_-21-31.pdf)>
- Razafintsalama, V., Ramanantoandro, T., Belloncle, C., Rajoelison, G. L. et Sorg, J.-P. 2014. Utilisations villageoises et potentialités technologiques des bois de forêts secondaires dans le Menabe central, Madagascar. *Bois et Forêt des Tropiques* 320, 2: 59–73. <<https://doi.org/10.19182/bft2014.320.a20544>>
- RStudio Team. 2021. *RStudio: Integrated Development Environment for R*. RStudio, PBC. Boston, MA. <<http://www.rstudio.com/>>
- Salles, J.-M. 2010. Évaluer la biodiversité et les services écosystémiques : pourquoi, comment et avec quels résultats ? *Natures Sciences Sociétés* 4, 18: 414–423. Disponible en ligne <<https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2010-4-page-414.htm>>
- Salzman, J. 2005. Creating markets for ecosystem services: notes from the field. *New York University Law Review* 80: 870–961. Disponible en ligne <[https://scholarship.law.duke.edu/faculty\\_scholarship/1237](https://scholarship.law.duke.edu/faculty_scholarship/1237)>
- Sambou, A., Camara, B., Goudiaby, A. O. K., Coly, A. et Badji, A. 2018. Perception des populations locales sur les services écosystémiques de la forêt classée et aménagée de Kalounayes (Sénégal). *Revue Francophone du Développement Durable* 6: 69–86. Disponible en ligne <<http://rivieresdusud.uasz.sn/xmlui/handle/123456789/671>>
- Schwartz, D. 1995. *Méthode Statistique à l'Usage des Médecins et des Biologistes*. 4e édition. Éditions Médicinales, Flammarion, Paris.
- Seastrom, M. M. 2001. Taux de réponse comme gestion de la qualité des données. In: *Recueils du Symposium 2001 de Statistique, Canada. La Qualité des Données d'un Organisme Statistique : Une Perspective Méthodologique*. Disponible en ligne <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/11-522-x/2001001/session15/6280-fra.pdf?st=geGgb0be>>

## MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE

### Appendice S1. Fiche d'enquête

Figure S1. Services d'approvisionnement les plus sollicités dans l'AP-CMK.

Figure S2. Services de régulation les plus sollicités dans l'AP-CMK.

Figure S3. Services culturels les plus sollicités dans l'AP-CMK

Figure S4. Services de soutien les plus sollicités dans l'AP-CMK.

Figure S5. Projection des quatre groupes de *fokontany* dans le plan factoriel 1 x 2.

Figure S6. Types de services écosystémiques dans le groupe de *fokontany* I

Figure S7. Types de services écosystémiques dans le groupe de *fokontany* II.

Figure S8. Services écosystémiques selon le groupe socioprofessionnel (a) et le genre (b) dans le groupe de *fokontany* II.

Figure S9. Types de services écosystémiques dans le groupe de *fokontany* III.

Figure S10. Services écosystémiques selon le groupe socioprofessionnel (a) et le genre (b) dans le groupe de *fokontany* III.

Figure S11. Types de services écosystémiques dans le groupe de *fokontany* IV.

Figure S12. Services écosystémiques selon le groupe socioprofessionnel (a) et le genre (b) dans le groupe de *fokontany* IV.