



RAPPORT DE STAGE

L'OUTIL IMET : UN MOYEN D'ÉVALUER LES SERVICES
ÉCOSYSTÉMIQUES ET LA GESTION DES AIRES
PROTÉGÉES EN AFRIQUE CENTRALE

Par :

Romaric TEGANG PAGNING,

MSc, Ecologie Appliquée et Gestion de la Faune Sauvage

Responsable de stage : **Florence Palla**, Coordinatrice du Projet RIOFAC

Co-encadrants : **Donald Jomha Djossi** (projet RIOFAC),

Charles Doumenge (CIRAD, UR F&S),

Quentin Jungers (Projet RIOFAC),

Simon Tamungang (University of Bamenda)

Fevrier 2024

Dédicace

Je dédie ce rapport à ma paternité et à ma fratrie.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de mon stage et à l'élaboration de ce rapport.

- Je remercie tout d'abord Florence Palla, coordinatrice du projet RIOFAC, qui m'a accueilli dans son équipe et qui m'a confié une mission passionnante et enrichissante. Je lui exprime ma profonde reconnaissance et gratitude pour sa disponibilité, ses conseils, son soutien et sa confiance tout au long de mon stage.
- Je remercie également Donald Jomha Djossi, expert en analyse au projet RIOFAC, qui a été mon co-encadrant de stage et qui m'a accompagné dans la formation de la prise en main de l'outil IMET, ainsi que dans la rédaction du rapport. Je lui suis reconnaissant pour son expertise, sa rigueur, sa pédagogie et sa bienveillance.
- Je remercie aussi Charles Doumenge, chercheur au CIRAD, qui a été mon co-encadrant de stage et qui m'a apporté son savoir-faire et son expérience dans le domaine de la conservation et de la gestion des aires protégées.
- Je remercie également mon camarade Omer Darel (University of Jerusalem), qui a réalisé l'analyse des données et qui m'a aidé à interpréter les résultats. Je lui suis reconnaissant pour sa compétence, sa rigueur, sa disponibilité et sa sympathie.
- Je remercie par ailleurs Christian Mombolo et Quentin Jungers du Congo, avec qui nous avons réalisé la carte interactive des aires protégées en Afrique centrale. Je leur suis reconnaissant pour leur collaboration, leur efficacité, leur professionnalisme et leur amitié.
- Je tiens également à remercier Nicolas Bayol, FRMi pour les commentaires et sa contribution technique et Loic Kenmou, OFAC, pour les commentaires sur le rapport.
- Je voudrais remercier Simon Tamungang (University of Bamenda) pour ses encouragements, ses conseils quotidiens à mon endroit pour progresser dans la vie académique et professionnel. Je lui exprime toute la gratitude et le respect profond.
- Enfin, je remercie tous les bailleurs et partenaire de l'OFAC et de la COMIFAC qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la collecte des données utilisées dans le cadre de cette étude, et que tous ceux qui m'ont apporté leur soutien de différentes façons et que j'ai oublié trouvent ici leurs remerciements.

Ce stage a été pour moi une expérience inoubliable, tant sur le plan professionnel que personnel. Je garderai un excellent souvenir de cette aventure humaine et scientifique.



RÉSUMÉ

Les services écosystémiques sont les bénéfiques que les humains tirent des écosystèmes, tels que la nourriture, l'eau, le climat, la biodiversité, etc. Les aires protégées sont des zones dédiées à la conservation de la nature et de ses services. L'Afrique centrale abrite la deuxième plus grande forêt tropicale du monde, qui offre de nombreux services écosystémiques à l'échelle locale, régionale et mondiale. Nous avons utilisé des données de 16 aires protégées d'Afrique centrale, couvrant quatre catégories de services écosystémiques : approvisionnement, régulation, culturel et soutien. Ils appliquent un indice IMET, qui mesure l'impact des changements de la biodiversité et des services écosystémiques sur le bien-être humain, en fonction de la dépendance et de la tendance des services écosystémiques. Nous avons utilisé également un modèle linéaire généralisé pour examiner les facteurs qui influencent l'indice IMET, tels que la catégorie de services écosystémiques, le pays d'origine et le niveau de dépendance aux services écosystémiques. Les résultats montrent que les services écosystémiques d'approvisionnement, qui représentent 51% des services fournis par les aires protégées, sont ceux qui ont le plus décliné et qui ont le moins d'impact sur le bien-être humain. Les services écosystémiques de régulation et culturels, qui représentent respectivement 27% et 22% des services, sont ceux qui ont le plus augmenté et qui ont le plus d'impact sur le bien-être humain. Les services écosystémiques de soutien, qui représentent moins de 1% des services, sont ceux qui ont le moins varié et qui ont un impact modéré sur le bien-être humain. Les résultats montrent également que certains pays sont plus vulnérables aux changements de la biodiversité et des services écosystémiques que d'autres, et que plus la dépendance aux services écosystémiques est élevée, plus l'impact sur le bien-être humain est important. Les auteurs mettent en perspective leurs résultats avec les rapports de l'IPBES, qui sont des évaluations scientifiques sur l'état et les tendances de la biodiversité et des services écosystémiques à l'échelle mondiale et régionale. Ils soulignent l'importance des services écosystémiques pour la réalisation des objectifs de développement durable et de conservation de la nature, ainsi que les menaces qui pèsent sur eux à cause des changements globaux. Ils proposent des options de réponse basées sur la nature, la société, les institutions et les connaissances, pour renforcer la conservation et la restauration des écosystèmes, et améliorer le bien-être humain.

Mots clés : services écosystémiques, aires protégées, Afrique centrale, indice IMET, modèle linéaire généralisé, IPBES.

ABSTRACT

Ecosystem services are the benefits that humans derive from ecosystems, such as food, water, climate, biodiversity, etc. Protected areas are zones dedicated to the conservation of nature and its services. Central Africa hosts the second largest tropical forest in the world, which provides many ecosystem services at local, regional and global scales. We used data from 16 protected areas in Central Africa, covering four categories of ecosystem services: provisioning, regulating, cultural and supporting. They apply an IMET index, which measures the impact of changes in biodiversity and ecosystem services on human well-being, based on the dependence and trend of ecosystem services. We also used a generalized linear model to examine the factors that influence the IMET index, such as the category of ecosystem services, the country of origin and the level of dependence on ecosystem services. The results show that provisioning ecosystem services, which account for 51% of the services provided by protected areas, are those that have declined the most and have the least impact on human well-being. Regulating and cultural ecosystem services, which account for 27% and 22% of the services respectively, are those that have increased the most and have the most impact on human well-being. Supporting ecosystem services, which account for less than 1% of the services, are those that have varied the least and have a moderate impact on human well-being. The results also show that some countries are more vulnerable to changes in biodiversity and ecosystem services than others, and that the higher the dependence on ecosystem services, the greater the impact on human well-being. The authors put their results in perspective with the IPBES reports, which are scientific assessments on the state and trends of biodiversity and ecosystem services at global and regional scales. They highlight the importance of ecosystem services for achieving sustainable development and nature conservation goals, as well as the threats they face due to global changes. They propose response options based on nature, society, institutions and knowledge, to strengthen the conservation and restoration of ecosystems, and improve human well-being.

Keywords: Ecosystem services, protected areas, Central Africa, IMET index, generalized linear model, IPBES.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	i
RÉSUMÉ	iii
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
INTRODUCTION	1
Contexte	2
Problématique	2
Objectifs et questions de recherche :	3
Les questions de recherche sont :	3
Importance de l'étude :	3
CHAPITRE I : LA REVUE DE LA LITTÉRATURE	4
I.1 Vue générale	5
1. Services de soutien :	7
2. Services de régulation :	7
3. Services de provision :	7
4. Services culturels :	7
I.2 Conservation des services écosystémiques	8
I.3 Outil IMET	9
CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES	18
II.1 Matériel utilisé	19
II.2 MÉTHODES	22
II.2.1 Services écosystémiques et dépendance des communautés locales	22
a) Importance :	22
b) Dépendance à l'égard du service écosystémique :	22
c) Tendances :	23
II.2.2 Méthodes analytiques	24
CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION	26
III.1 Catégories des services écosystémiques	27
III.2 Indicateurs de variations des services écosystémiques	29

III.3 Dépendance des services écosystémiques	32
III.4 Tendance des services écosystémiques	35
III.4 Model Linéaire Généralisé (glm)	36
III.5 Analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces (FFOM) de IMET et SE. .	38
III.5.1. FFOM de IMET	38
III.5.1. FFOM des SE.....	40
CHAPITRE IV : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	42
IV.1. Conclusions	43
IV.1. Recommandations	43
LISTE DES ANNEXES	Error! Bookmark not defined.
RÉFÉRENCES.....	45

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Schéma des relations entre Services Ecosystémiques, Hommes et Ecosystèmes (Nolwenn Razer, 2014).....	8
Figure 2: Proportion des services écosystémique fournis par les aires protégées en Afrique centrale par catégorie.....	29
Figure a et b 3: Variation de l'évolution des services écosystémiques en fonction de la dépendance, de la tendance et de l'indice IMET.....	30
Figure 4: a) Valeurs élevées de la moyenne de la dépendance, b) Valeurs basses de la moyenne de la dépendance.....	32
Figure 5: a) Valeurs élevées de la moyenne de la tendance, b) Valeurs basses de la moyenne de la tendance.....	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Critères d'évaluation dans le module Contexte d'intervention (source : P. Bialoholski <i>et al.</i>, 2023 et Outil IMET).	11
Tableau 2 : Module d'évaluation de la gestion IMET (source : P. Bialolowski <i>et al.</i>., 2023 et outil IMET).	14
Tableau 3 : Enchantements et catégories des zones protégées	21
Tableau 4: Services écosystémiques et typologie en Afrique Centrale	27

LISTE DES ACRONYMES

AMCE : Autres Mesures de Conservation Efficaces

AP : Aire protégée

APP : Aire protégée planétaire

CDB : Convention sur la diversité biologique

CMAP : Commission Mondiale des Aires Protégées

COMIFAC : Commission des Forêts d'Afrique Centrale

COMIT : Coach Mission Observatory Information Toolkit

FFOM : Forces Faiblesses Opportunités et Menaces

IMET: Integrated Management Effectiveness Tool

IPBES: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

MEA : Évaluation des écosystèmes pour le millénaire

OFAC : Observatoire des Forêts d'Afrique Centrale

PN : Parc national

RB : Réserve de biosphère

SE : Services écosystémiques

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

INTRODUCTION

Contexte

Les services écosystémiques sont les avantages que les humains tirent des écosystèmes, tels que la production de nourriture, d'eau, de fibres, la régulation du climat, la qualité de l'air, l'eau, les maladies, la pollinisation, la protection contre les risques naturels, le soutien à la diversité biologique, culturelle et génétique, et contribution au bien-être humain (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Les zones protégées sont des espaces géographiquement définis, gérés par des moyens juridiques ou autres, pour conserver la diversité biologique et maintenir les processus et services écosystémiques (Dudley, 2008). Les zones protégées sont considérées comme des outils essentiels pour la conservation de la biodiversité et la fourniture de services écosystémiques, en particulier dans les régions où les écosystèmes sont menacés par les activités humaines (Chape et al., 2005).

L'Afrique centrale abrite la deuxième plus grande forêt tropicale du monde, qui s'étend sur environ 240 millions d'hectares et abrite une richesse biologique exceptionnelle, avec plus de 10 000 espèces de plantes, 1 000 espèces d'oiseaux et 400 espèces. Mammifères, dont de nombreux endémique et menacée (de Wasseige et al., 2012). Les forêts d'Afrique centrale fournissent également de nombreux services écosystémiques aux populations locales et régionales, tels que la régulation du climat, le cycle de l'eau, l'érosion des sols, la production de bois, de produits forestiers non ligneux, de médicaments, la chasse, la pêche, le tourisme, la recherche, l'éducation et la culture. (de Wasseige et al., 2012). Les aires protégées couvrent environ 799000km², toutes catégories confondues, ou 14,8% des terres et 5,0% de la zone économique exclusive (ZEE) marine des pays d'Afrique centrale (Doumenge et al., 2020).

Problématique

Les aires protégées d'Afrique centrale sont confrontées à de nombreux défis, tels que le manque de ressources financières, humaines et techniques, la faiblesse des capacités institutionnelles, la pression démographique, la pauvreté, la déforestation, le braconnage, l'exploitation minière, l'agriculture, l'élevage, les conflits armés, le changement climatique, etc. (de Wasseige et al., 2012). Ces facteurs compromettent l'efficacité de la gestion des aires protégées, c'est-à-dire leur capacité à atteindre leurs objectifs de conservation et à maintenir les services écosystémiques (Hockings et al., 2006). Il est donc nécessaire d'évaluer l'efficacité de la gestion des aires protégées, afin d'identifier les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces, et de proposer des mesures d'amélioration (Hockings et al., 2006).

IMET (Integrated Management Effectiveness Tool) est un outil développé par la

Commission européenne, le Programme des Nations Unies pour l'environnement, le Programme des Nations Unies pour le développement et le Fonds mondial pour la nature, pour évaluer l'efficacité de la gestion des aires protégées de manière intégrée, en tenant compte des aspects biophysiques, socio-économiques et institutionnels (Coad *et al.*, 2015). L'IMET mesure l'efficacité de la gestion selon six dimensions : le contexte, la planification, les intrants, les processus, les résultats et les impacts. L'IMET aide également à analyser les liens entre l'efficacité de la gestion, la biodiversité, les services écosystémiques et les activités humaines. bien-être (Coad *et al.*, 2015).

Objectifs et questions de recherche :

L'objectif de ce travail est d'analyser les liens entre les services écosystémiques et l'évaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées en Afrique centrale, à partir des données IMET disponibles au sein de l'Observatoire des Forêts d'Afrique Centrale (OFAC) et des outils statistiques.

Les questions de recherche sont :

- i. Quels sont les services écosystémiques fournis par les aires protégées d'Afrique centrale, et comment sont-ils mesurés et valorisés par l'IMET ?
- ii. l'efficacité de la gestion des aires protégées en Afrique centrale est-elle influencée par le niveau de dépendance des communautés riveraines ?
- iii. Comment ces facteurs affectent-ils la production de services écosystémiques ?

Importance de l'étude :

Cette étude est importante pour plusieurs raisons. Premièrement, elle contribue aux connaissances scientifiques sur les services écosystémiques et à l'évaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées, en utilisant un outil innovant et intégré, l'IMET, qui n'a pas été largement appliqué en Afrique centrale. Ensuite, elle fournit des informations utiles aux gestionnaires d'aires protégées et aux décideurs, leur permettant d'identifier les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces de la gestion, et de proposer des mesures d'amélioration. Enfin, elle soutient les objectifs de conservation et de développement de la région, en soulignant les liens entre la biodiversité, les services écosystémiques et le bien-être humain, et en plaidant pour une gestion efficace et durable des zones protégées.

CHAPITRE I : LA REVUE DE LA LITTÉRATURE

I.1 Vue générale

Le concept de services écosystémiques est né dans la littérature scientifique anglophone (Costanza et al., 1997 ; Daily, 1997 ; Ehrlich et Mooney, 1983) et a été alors intégré dans la politique internationale entre 2001 et 2005, notamment grâce au recours à des experts en politique internationale. Bilan des écosystèmes pour le millénaire (Méral, 2012). Depuis 2005, la notion de services écosystémiques est passée en quelques années d'un statut réservé à des cercles scientifiques restreints comme la biologie et l'écologie de la conservation à une place centrale dans la biodiversité internationale. Malgré les différences entre les différentes conventions (Convention sur la diversité biologique, Convention de Ramsar, Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, etc.) et organisations intergouvernementales sur les questions liées à la biodiversité, l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA) a introduit le concept de services écosystémiques, proposant une approche plus holistique de la biodiversité, assurant ainsi le succès du concept, qui depuis 2012 est devenu un pilier conceptuel intergouvernemental de la plateforme de service pour la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES).

L'idée selon laquelle la nature apporte des bénéfices à l'homme remonte à l'Antiquité, même si le terme de services écosystémiques n'existait pas encore. On peut retrouver des traces de cette notion dans les écrits de Platon (Serpantié et al. 2012). Tout au long de l'histoire, la perception de ces avantages a varié au fil du temps, passant d'une reconnaissance de leur importance à une illusion de l'indépendance de l'homme par rapport à la nature. À partir des années 1960, il y a une prise de conscience mondiale de l'impact des activités humaines sur l'environnement. On se rend alors compte que l'avenir de notre planète et la pérennité de nos activités socio-économiques dépendent du bon fonctionnement des écosystèmes. On peut distinguer deux moments clés dans l'émergence du concept de services écosystémiques (SERENA, 2010) : le premier, dans les années 1970, dans le domaine de l'écologie, avec l'analyse de l'effet des activités humaines sur les processus biophysiques environnementaux, et le ensuite, dans les années 1990, avec l'écologie de la conservation.

Le rapport MIT (Massachusetts Institute of Technology) sur SCEP (Study of Critical Environmental Problems) de 1970 est le premier document scientifique à utiliser le terme « services environnementaux », qui apparaît dans le titre d'un de ses chapitres. Il s'agit d'un rapport préparatoire à la première conférence des Nations Unies sur l'homme et l'environnement à Stockholm en 1972. Il rassemble des données scientifiques sur l'impact de l'homme sur l'environnement à l'échelle mondiale et les lacunes à combler dans ce

domaine. Il se concentre sur les problèmes environnementaux qui affectent les systèmes écologiques de manière si importante et si fréquente qu'ils ont une portée mondiale. Ainsi, il étudie principalement les effets de la pollution de l'environnement par l'homme.

La question posée concerne la possible dégradation de certains services écosystémiques et la possibilité de les remplacer. Toutefois, la question de la possibilité de répliquer ces services n'est pas abordée. Ce rapport est donc une synthèse de la pollution générée par l'homme à l'échelle mondiale, mais aussi des écosystèmes. Il va plus loin en montrant les pertes que cela peut occasionner pour l'humain. Une liste de services environnementaux est établie mais aucune définition du concept n'est proposée. Ces travaux sont considérés comme pionniers dans la reconnaissance des services rendus par les écosystèmes à l'homme, dont la perte peut être coûteuse pour la poursuite des activités anthropiques. D'après ce rapport, les services environnementaux sont associés à des valeurs économiques. Par la suite, plusieurs études sur le sujet furent réalisées, comme celle de Westman, en 1977, « Combien valent les services de la nature ? », qui montre l'importance économique des services écosystémiques et explique comment il est possible d'orienter les choix d'aménagement du territoire à l'aide de certaines méthodes économiques, comme l'évaluation des coûts de restauration des écosystèmes détruits. Il utilise plutôt le terme « services de la nature ». En 1983, on voit apparaître la notion de services écosystémiques et en 1991, le lien entre biodiversité et écosystèmes est précisé avec Ehrlich et Wilson qui évoquent également pour la première fois les services écosystémiques comme justification de la conservation de la biodiversité. L'année 1997 est une date importante car elle marque l'émergence de la notion de service écosystémique avec deux articles majeurs :

- G. Daily, Les services de la Nature. Daily vient du domaine de l'écologie de la conservation et est un ancien élève de Paul Ehrlich. Dans ce livre, c'est Ehrlich et Mooney qui ont été les premiers à présenter la notion d'« écosystème de services »
- Costanza et al., 'The value of the world's' services écosystémiques et capital naturel.

Ces deux articles ont identifié et mesuré la nature et ses fonctions écologiques. Pour Daily, l'objectif était de définir une base de mesure de la dégradation des services rendus par la nature à la société. Pour Costanza, l'objectif était de développer une approche systématique des différentes dimensions et de souligner l'importance du capital naturel. Il n'est pas le premier à proposer une évaluation économique de la biodiversité dans le but de sa préservation mais c'est l'article qui a eu le plus grand impact médiatique et politique (Serpentié et al. 2012 ; Teillac -Deschamps et Clavel, 2013). Enfin, en 2005, on observe une

véritable dynamique autour de la notion avec les travaux du MEA. L'écosystème du millénaire Évaluation est un programme de travail international conçu pour aider à la prise de décision et se concentre sur les conséquences des changements dans les écosystèmes sur le bien-être humain, ainsi que sur les possibilités de réponse à ces changements. Ce programme a été initié par l'ONU au début des années 2000 et a duré 4 ans. Il implique 1 360 scientifiques de 95 pays et un conseil indépendant de 80 personnes chargé de valider les résultats du programme. Le MEA adopte une approche anthropocentrique (ou ressourcement) de la biodiversité, visant à identifier et quantifier les biens et services produits par les écosystèmes qui ont un impact positif sur le bien-être humain. Il s'agit d'une étude multiscale et interdisciplinaire, principalement destinée aux décideurs politiques, mais réalisée majoritairement par des scientifiques. (Teillac -Deschamps et Clavel, 2013). Les catégories ont été largement étudiées et définies par la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), il s'agit entre autres :

1. Services de soutien :

Les services de soutien fournissent les conditions de base pour la vie, tels que la production primaire, la formation des sols et le cycle des éléments nutritifs. Comme le soulignent Daily et Matson (2008), "Les services de soutien sont fondamentaux pour le fonctionnement des écosystèmes et la production de tous les autres services écosystémiques".

2. Services de régulation :

Les services de régulation contrôlent les processus écologiques, comme la régulation du climat, la pollinisation et la régulation des maladies. Selon Carpenter et al. (2009), "Les services de régulation sont vitaux pour maintenir l'équilibre écologique et la résilience des écosystèmes face aux perturbations".

3. Services de provision :

Les services de provision fournissent des biens matériels tels que l'eau douce, les aliments et les matériaux de construction. Costanza et al. (1997) soulignent que "Les services de provision représentent la contribution matérielle des écosystèmes à la qualité de vie humaine".

4. Services culturels :

Les services culturels englobent les bienfaits non matériels des écosystèmes, comme les loisirs, la spiritualité et les valeurs esthétiques. Selon Chan et al. (2012), "Les services culturels sont essentiels pour la santé mentale, le bien-être social et la connexion des individus à la nature".

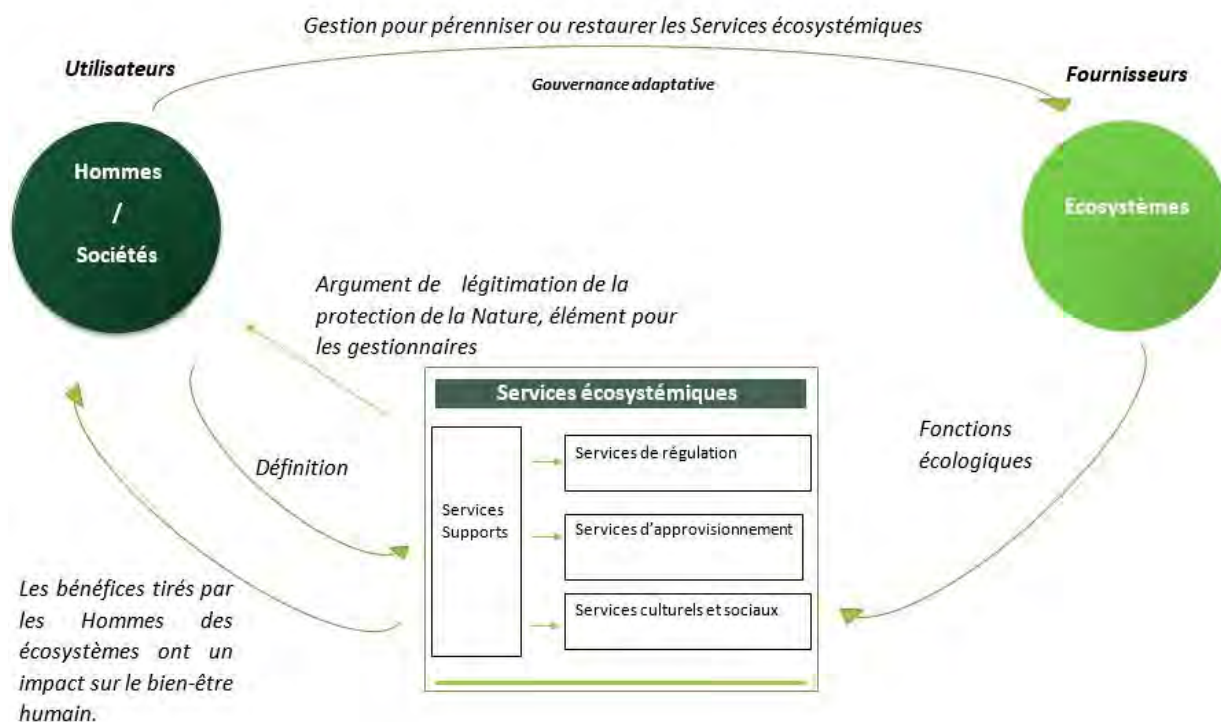


Figure 1: Schéma des relations entre Services Ecosystémiques, Hommes et Ecosystèmes (Nolwenn Razer, 2014)

I.2 Conservation des services écosystémiques

Les écosystèmes fonctionnels soutiennent les processus écologiques qui fournissent les services sur lesquels l'humanité dépend (Díaz et al., 2018 ; Fedele et al., 2021 ; Pascual et al., 2017) et il est bien établi que les APP (Aires protégées planétaires) fournissent une vaste gamme de services écosystémiques à l'humanité (Stolton & Dudley, 2010). Il n'est donc pas surprenant que le T3 (Troisième thème du cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020) contienne les mots « fonctions et services écosystémiques » lorsqu'il s'agit de cibler les APP. Mais tous les services écosystémiques ne sont pas compatibles avec les valeurs fondamentales du T3 et la gestion des services écosystémiques ne doit pas compromettre les objectifs de conservation de la biodiversité. En effet, bon nombre des facteurs qui créent les services écosystémiques dont dépend l'humanité (par exemple, la demande humaine pour les « services d'approvisionnement » en fibres, en énergie et en nourriture) sont les mêmes facteurs qui provoquent la crise d'extinction et l'effondrement de la biodiversité observés dans le monde entier. (Maxwell et al., 2016). Il est donc important que les nations précisent spécifiquement quels services écosystémiques sont ciblés et comment ils sont associés à des résultats positifs pour la conservation de la biodiversité (Grantham *et al.*, 2016). Compte tenu des priorités générales de la CDB en ce qui concerne les APP (c'est-à-dire la conservation de

la biodiversité [Dudley et al., 2018]), les services écosystémiques ne devraient pas devenir la principale raison de la création d'une aire protégée ou de la reconnaissance d'une AMCE jusqu'à ce qu'un lien positif clair soit établi et la conservation de la biodiversité assurée. En effet, les APP doivent garantir que toute utilisation durable, le cas échéant dans ces zones, est pleinement compatible avec les résultats de la conservation, reconnaissant et respectant les droits des peuples autochtones et des communautés locales, y compris sur leurs territoires traditionnels.

Nous identifions deux services – la séquestration et le stockage du carbone et l’approvisionnement en eau – comme exemples qui pourraient être utilisés pour guider l’expansion des APP (tableau 2). Pour la plupart, ces services écosystémiques sont positivement liés à la biodiversité (bien que la relation soit complexe et spécifique au paysage et à la végétation [Cardinale *et al.*, 2012 ; Di Marco *et al.*, 2018]), et il existe de plus en plus de données et des méthodes sont disponibles pour déterminer comment les cartographier et les intégrer dans les efforts de planification (Tableau 3). Mais nous reconnaissons qu'il existe d'autres services qui ont des associations positives avec la biodiversité et qui pourraient être ajoutés (par exemple, la réduction des risques de catastrophe, les avantages spirituels et esthétiques ; Chaplin-Kramer *et al.*, 2023 ; Simmonds *et al.*, 2023).

I.3 Outil IMET

IMET est un outil d'aide à la décision qui fournit une analyse systématique, robuste et axée sur les résultats, basée sur les informations collectées sur site grâce à des méthodes participatives. L'IMET permet d'évaluer l'efficacité de la gestion d'une aire protégée. Il s'adapte à toutes les aires protégées, quelle que soit le mode de gestion ou le type de gouvernance.

Pour assurer une gestion efficace à long terme des zones de conservation, l'IMET propose plusieurs réponses aux enjeux clés des évaluations PAME. La collecte et l'analyse des données sont effectuées dans une application informatique qui code les données dans une base de données locale. L'approche statistique intégrée permet une analyse et une visualisation automatisées des données pour faciliter une meilleure compréhension de problèmes complexes. L'application est téléchargeable gratuitement sur PC et ne nécessite pas de connexion Internet pour fonctionner. Dans le processus de développement impliquant la communauté universitaire et les praticiens, l'IMET a été structuré en trois modules principaux. La première porte sur le Contexte d'intervention. Il propose une revue approfondie des éléments clés qui constituent l'environnement dans lequel la gestion est

menée en prélude à l'évaluation proprement dite. Ce module est structuré en sept sections organisées autour de 21 éléments d'analyse. Il recueille des informations générales et identifie les principaux problèmes de conservation (Tableau 1 ; Matériel supplémentaire 1). Le deuxième module quant à lui porte sur l'évaluation de la gestion en s'appuyant sur le cadre mondial d'évaluation de l'UICN/CMAP. Le module contexte de gestion, prend en charge une évaluation approfondie basée sur le cadre CMAP (Hockings et al., 2006), et comprend 38 indicateurs et cinq sous-indicateurs (Tableau 2 ; Matériel supplémentaire 2). Le module final, le module Rapport d'analyse, résume l'évaluation et fournit une analyse supplémentaire et des suggestions d'amélioration dans un format adapté aux autorités de gestion et aux partenaires tels que les donateurs (P. Bialolowski et al., 2023).

- **Contexte d'intervention et efficacité de gestion**

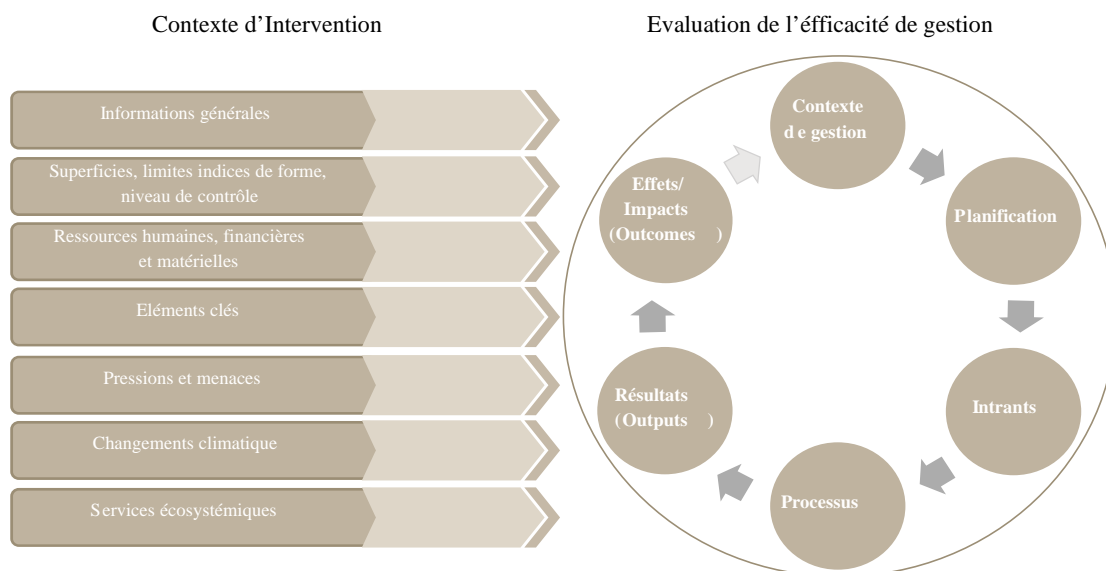


Figure 2 : Liaison et complémentarité entre les modules Contexte d'intervention et Évaluation de l'efficacité de gestion. Source : (COMIT IUCN, 2022)

Ce module collecte les informations de base sur l'aire protégée pour rassembler tous les éléments nécessaires à l'analyse de l'efficacité de gestion de l'aire protégée, disposer et mettre à jour une monographie du site avec les informations importantes et essentielles du contexte d'intervention de l'aire protégée. Comme la plupart des outils d'évaluation de l'efficacité de gestion, IMET organise les éléments de l'analyse sur la base du cycle de gestion des aires protégées (Hockings et al., 2008). L'évaluation de l'efficacité de la gestion est divisée en six éléments (Contexte de gestion, Planification, intrants, Processus, résultats, effets/impacts) (Figure 2).

Tableau 1 : Critères d'évaluation dans le module Contexte d'intervention (source : P. Bialoholski *et al.*, 2023 et Outil IMET).

		21 indicateurs	
CTX1. Informations générales sur la zone protégée	CTX1.0	Personnes chargées de constituer le dossier	
	CTX1.1	Données de base de la zone protégée	
	CTX1.2	Gouvernance et partenariat	
	CTX1.3	Désignations spéciales	
	CTX1.4	Adhésion à un réseau local de gestion	
	CTX 1,5	Vision - mission - objectifs	
	CTX 1.6	Références aux contextes historiques, politiques, juridiques, institutionnels et socio-économiques	
CTX 2. Zones, limites et indice de forme, niveau de contrôle	CTX 1.6	Définition des objectifs pour améliorer le CTX1	
	CTX 2.1	Emplacement	
	CTX 2.2	Zone de contexte protégé et de conservation	
	CTX 2.3	Domination de la zone	
	CTX 2.4	Contexte territorial de référence	
	CTX 2.4	Définition des objectifs pour améliorer le CTX2	
	CTX 3. Ressources humaines, financières et matérielles	CTX 3.1	Taille et composition du personnel
CTX 3.2		Ressources financières	
CTX 3.3		Disponibilité des infrastructures, équipements et installations	
CTX 3.3		Définition des objectifs pour améliorer le CTX3	
CTX 4. Éléments clés pour la conservation		CTX 4.1	Espèces animales
	CTX 4.2	Les espèces végétales	
	CTX 4.2		
	CTX 4.2	Écosystèmes, habitats, couverture terrestre et utilisation	

	4.3		des terres
	CTX		Entretien, utilisation ou prise du sol
	4.4		Définition des objectifs pour améliorer le CTX4
CTX 5. Menaces	CTX		Pressions et menaces
	5.1		Définition des objectifs pour améliorer le CTX5
CTX 6. Changement climatique et conservation	CTX		Changement climatique et conservation : éléments clés concernés par le CC
	6.1		Définition des objectifs pour améliorer le CTX6
CTX 7. Services écosystémiques dépendance des communautés	CTX		Services écosystémiques, importance, dépendance des communautés, tendances
	et 7.1		Fixer des objectifs pour améliorer le CTX6
	des		

Les trois modules doivent être complétés consécutivement par le biais d'auto-évaluations conjointes impliquant le personnel des aires protégées, les représentants des services nationaux, les communautés locales et d'autres parties prenantes. En moyenne, une douzaine de personnes participent à une seule évaluation IMET. Le processus IMET, bien que principalement basé sur l'expérience, est animé par au moins un coach IMET, un professionnel des aires protégées qui a reçu une formation complète sur l'outil. Pour chaque question proposée, les scores sont décidés de manière collaborative selon une échelle prédéfinie. Les réponses sont ensuite agrégées (si un indicateur comprend plusieurs sous-indicateurs) et traduites sur une échelle variante entre 0 et 100 points pour faciliter la compréhension de la situation actuelle et de son évolution dans le temps.

L'évaluation IMET initiale dans une zone protégée prend environ quatre jours. Le logiciel IMET permet d'utiliser les évaluations IMET précédentes (si disponibles) comme modèle pour une évaluation de suivi. Par conséquent, si une évaluation IMET de suivi est entreprise, cela prend moins de temps, car les informations préremplies à partir des évaluations précédentes peuvent être facilement confirmées ou mises à jour. L'équipe de collecte de données peut alors se concentrer sur l'évaluation et l'identification de mesures et d'actions pour adapter et améliorer encore l'efficacité de la gestion. Cette conception a été adoptée pour faciliter la continuité des actions et améliorer la planification à court et à long terme. Ce processus participatif, analytique et de résolution de problèmes vise à renforcer les capacités du personnel, notamment lorsqu'il n'est pas habitué à travailler avec un outil orienté résultats.

Tableau 2 : Module d'évaluation de la gestion IMET (source : P. Bialolowski *et al.*, 2023 et outil IMET)

Six éléments du cadre PAME		38 indicateurs et 5 sous-indicateurs	
1. Contexte de gestion			
C1	Valeur et importance		
C1.1	Valeur et importance : désignations spéciales		
C1.2	Valeur et importance : espèces clés		
C1.3	Valeur et importance : Habitats terrestres et marins – couverture terrestre, utilisation et occupation des terres		
C1.4	Valeur et importance : Changement climatique		
C1.5	Valeur et importance : les services écosystémiques		
C2	Contraintes ou supports externes		
C3	Des menaces		
			<i>Actions de suivi – identifier les objectifs de gestion pour améliorer la situation dans le contexte de gestion</i>
2. Planification			
P1	Adéquation des dispositions légales et réglementaires		
P2	Conception et développement de l'espace protégé		
P3	Limite de la zone protégée		
P4	Plan de gestion		
P5	Plan de travail/action		
P6	Objectifs du plan de gestion de l'aire protégée		

Actions de suivi – identifier les objectifs de gestion pour améliorer la situation dans la planification

3. Entrées		
I1	Informations de base	
I2	Personnel	
I3	Budget actuel	
I4	Sécurisez le budget	
I5	Infrastructures, équipements et installations	
	<i>Actions de suivi – identifier les objectifs de gestion pour améliorer la situation des intrants</i>	
4. Processus	<i>Sous-éléments</i>	
	<i>Systèmes et processus de gestion interne</i>	
PR1	Capacités et formation du personnel	
PR2	Politiques et procédures de gestion des ressources humaines	
PR3	Conditions de travail et motivation du personnel	
PR4	Conseils de gestion des aires protégées	
PR5	Budgétaire et financière	
PR6	Maintenance des infrastructures, équipements et installations	
PR7	Gérer les valeurs et éléments clés de l'aire protégée avec des actions spécifiques	<i>Protection et gestion</i>
PR8	Gestion des patrouilles de rangers (forces de l'ordre)	

PR9	Renseignement, enquêtes, développement de dossiers et actions en justice
PR10	Coopération avec les parties prenantes
PR11	Avantages/assistance pour les communautés locales
PR12	Éducation environnementale et sensibilisation du public
PR13	Gestion des installations et des services aux visiteurs
PR14	Gérer les impacts des visiteurs
PR15	Systèmes de surveillance des ressources naturelles et culturelles
PR16	Recherche et surveillance écologiques à long terme
PR17	Gérer les effets du changement climatique
PR18	Gestion des services écosystémiques
Sortie/P1	<i>Actions de suivi – identifier les objectifs de gestion pour améliorer la situation actuelle</i>
Sortie/P2	Mise en œuvre du plan de travail/action
O/P3	Produits annuels, objectifs et réalisations
	Domination de la zone
	<i>Actions de suivi – identifier les objectifs de gestion pour améliorer la situation des résultats</i>
5. Résultats	

6. Impacts

O/C1	Atteindre les objectifs de gestion de la conservation à long terme
O/C2	Conditions et tendances des éléments clés de la conservation
O/C3	Effets et résultats sur la qualité de vie des acteurs locaux

Actions de suivi – identifier les objectifs de gestion pour améliorer la situation des résultats

CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1 Matériel utilisé

Les données utilisées dans cette étude proviennent des exercices IMET réalisés dans les aires protégées d'Afrique centrale. La synthèse des résultats d'exercices IMET sont disponibles sur la plateforme analytique en ligne de l'Observatoire des forêts d'Afrique centrale (OFAC) rendant compte des campagnes IMET menées dans différents pays d'Afrique centrale (https://www.observatoire-comifac.net/alytic_platform). L'étude a été réalisée sur des données d'un échantillon de 16 AP exportées de la base de données de l'OFAC (voir radars des IMET à l'annexe). L'échantillon est composé des aires protégées répertoriées dans le tableau 3 et la figure 3.

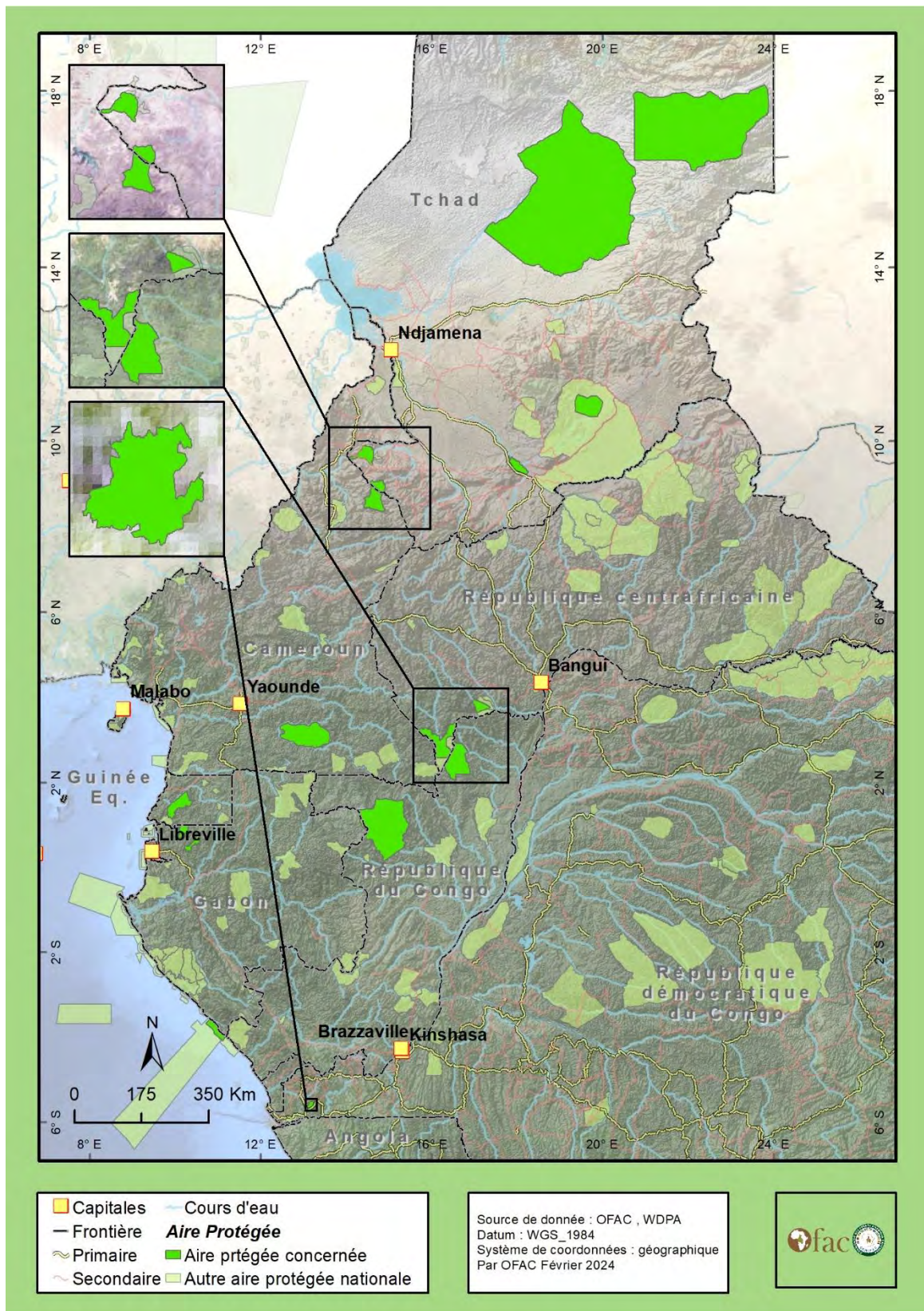


Figure 3 : Aires protégées d’Afrique Centrale qui ont fait l’objet de cette étude.

Tableau 3 : Pays, zones et catégories des aires protégées

Pays	Années IMET	Nom de la zone protégée	Catégorie
Tchad	2020	Binder-Léré	Réserve faunique (IV)
Cameroun	2021	Bouba Ndjida	Parc national (II)
Cameroun	2018	Dja	Réserve faunique (IV)
République Centrafricaine	2018	Dzanga -Sangha	Parc national et réserve spéciale de forêt dense (II et VI)
République Démocratique du Congo	2020	Luki	Reserve de biosphère (Non rapporté)
Tchad	2020	Manda	Parc national (II)
Gabon	2020	Mayumba	Parc national (Non rapporté)
République Centrafricaine	2021	Mbaéré-Bodingué	Parc national (II)
Guinée Équatoriale	2020	Mont Alen	Parc national (II)
Gabon	2015	Montagnes de cristal	Parc national (II)
République du Congo	2019	Nouabalé-Ndoki	Parc national (II)
République du Congo	2020	Odzala Kokoua	Parc national (II)
Tchad	2020	Réserve culturelle et naturelle de l'Ennedi	(N'est pas applicable)
Tchad	2020	Réserve Ouadi Rime-Ouadi Achim	Réserve faunique (IV)
Tchad	2017	Sena -Oura	Parc national (II)
Tchad	2020	Zakouma	Parc national (II)

II.2 MÉTHODES

II.2.1 Services écosystémiques et dépendance des communautés locales

Les services écosystémiques font référence aux bénéfices directs et indirects que les êtres humains obtiennent des écosystèmes naturels, contribuant à leur bien-être et à leur survie. Ces services comprennent la production de nourriture, la régulation du climat, la pollinisation des cultures, la purification de l'eau, la régulation des maladies, et bien d'autres aspects vitaux des interactions entre les êtres vivants et leur environnement (MEA, 2005).

Nous travaillons avec les données des services écosystémiques et des indicateurs que nous avons extraits des données collectées avec l'outil IMET des aires protégées ci-dessus disponible auprès de l'OFAC.

Les variables de comparaison ici portent d'une part sur les variables associées à l'évaluation d'un service écosystémique à savoir : l'importance, la dépendance des communautés/société et tendance des services écosystémiques fournis par l'aire protégée et d'autre part sur l'indice IMET qui représente la mesure globale de l'efficacité de gestion.

Evaluation : évaluer chaque service écosystémique sur la base de : a) son importance, b) la dépendance de la population locale/société à l'égard du service écosystémique et c) la tendance de sa quantité ou de sa qualité, selon les échelles suivantes :

- Vous n'avez pas besoin d'une mesure précise de la valeur pour attribuer une note,
- La détermination de la nature légale ou illégale de l'approvisionnement dépend de la désignation de l'aire protégée et des dispositions légales et réglementaires en vigueur dans l'aire évaluée

a) Importance :

L'importance d'un service écosystémique peut être locale, si elle concerne principalement les communautés locales ou régionales (ex. tubercules, fruits, bois de chauffage, etc.), ou plus large, si elle concerne la société nationale ou mondiale (bassin versant, tourisme, etc.).

b) Dépendance à l'égard du service écosystémique :

La dépendance à l'égard d'un service écosystémique peut être très faible, faible, moyenne, ou élevée, selon le degré de nécessité ou de préférence des populations ou de la société pour ce service. Renseigner ces différents degrés se fait à partir des barèmes suivants :

0 : très faible

1 : faible

2 : moyenne

3 : élevée

c) Tendances :

La tendance d'un service écosystémique peut être en baisse, légèrement en baisse, sans changement, légèrement en hausse, ou en hausse, selon l'évolution de sa quantité ou de sa qualité au fil du temps :

-2 : En baisse

-1 : Légèrement en baisse

0 : Aucun changement

1 : Légèrement en hausse

2 : En hausse

L'indice IMET permet d'examiner dans quelle mesure les aires protégées sont bien gérées - et notamment dans quelle mesure la gestion protège les valeurs et atteint les buts et objectifs de l'aire protégée. L'indice IMET se base sur une série d'indicateurs qui couvrent différents aspects de la gestion des aires protégées, tels que le contexte, les ressources, les processus, les résultats, et les impacts. L'indice IMET permet de mesurer et de suivre les progrès, les forces, les faiblesses, et les besoins des aires protégées, et de fournir des informations utiles pour l'amélioration de la gestion, la planification, le financement, et la prise de décision. L'indice IMET est calculé à partir des données collectées par les gestionnaires des aires protégées, à l'aide d'un questionnaire structuré et d'un logiciel dédié. L'indice IMET est exprimé en pourcentage, et peut être comparé dans le temps et dans l'espace, entre différentes aires protégées ou différentes régions

II.2.2 Méthodes analytiques

Le fichier Excel extrait de l'outil IMET a été introduit dans le logiciel R version 4.3.1 (R Core Development Team, 2023) pour l'analyse des données, qui contient des informations sur les services écosystémiques fournis par une aire protégée, selon trois critères : l'importance, la dépendance, et la tendance. Le code utilise les packages '*readxl*' et '*dplyr*' pour lire et manipuler les données, et le package '*ggplot2*' pour créer des graphiques. Le code créé dans R commence par lire le fichier Excel et le stocker dans une variable nommée "romariccc". Ensuite, il regroupe les données par élément (c'est-à-dire par type de service écosystémique), et calcule la moyenne et le nombre de valeurs non manquantes pour chaque critère. Il stocke ces résultats dans une variable nommée "by_element".

Le code crée ensuite six graphiques à barres, qui représentent les dix éléments ayant les valeurs les plus élevées ou les plus basses de la moyenne de chaque critère. Par exemple, le premier graphique montre les dix éléments ayant les valeurs les plus élevées de la moyenne de dépendance, c'est-à-dire les services écosystémiques dont les populations locales ou la société sont les plus dépendantes. Le code stocke ces graphiques dans des variables nommées "plot1" à "plot6". Enfin, le code affiche les six graphiques à l'écran, en utilisant la fonction '*print*'. Ces graphiques permettent de visualiser et de comparer les services écosystémiques fournis par l'aire protégée, selon les trois critères d'évaluation.

Nous avons ensuite effectué un processus de sélection de modèles à l'aide de modèles linéaires généralisés (GLM) dans R pour déterminer le modèle le plus approprié pour évaluer la relation entre l'indice IMET (indices IMET) et divers prédicteurs au sein de catégories distinctes de services écosystémiques (SE) dans différents pays. L'ensemble de données utilisé pour l'analyse a été prétraité pour supprimer les valeurs manquantes. Initialement, un modèle complet a été construit incluant des prédicteurs tels que la catégorie de SE, le pays d'origine, le score de dépendance moyen pour les services de cette catégorie et le score moyen pour le changement/tendance de la dépendance. Ce modèle a été comparé aux modèles réduits ultérieurs pour évaluer la signification de chaque prédicteur à l'aide de tests du chi carré (χ^2). Les modèles suivants ont été testés à des fins de comparaison :

1. Modèle complet incluant tous les prédicteurs ;
2. Modèle excluant la variable « pays » ;
3. Modèle excluant le terme d'interaction entre la dépendance moyenne et l'évolution moyenne de la dépendance ;

4. Modèle excluant entièrement la tendance moyenne de la dépendance ;
5. Modèle excluant à la fois la tendance moyenne et la catégorie de services écosystémiques ;
6. Modèle excluant à la fois la tendance moyenne et la dépendance moyenne.

L'importance des réductions du modèle a été évaluée à l'aide de tests du chi carré (χ^2) et, à chaque étape, la réduction de l'ajustement du modèle a été évaluée. Finalement, le modèle le mieux adapté a été identifié sur la base de ces tests.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1 Catégories des services écosystémiques

Le diagramme circulaire (figure 3) illustre la répartition des services écosystémiques par catégorie, selon les données l'échantillon d'aires protégées choisies. Chaque secteur du diagramme représente une catégorie de service écosystémique, identifiée par une couleur et un nom. La taille du secteur est proportionnelle à la fréquence de la catégorie. Par exemple, le secteur vert représente la catégorie des services écosystémiques d'approvisionnement, c'est-à-dire les services d'approvisionnement en biomasse, qui comprend les services d'approvisionnement en cultures, en biomasse pâturée, en bétail, en aquaculture, en bois et en produits forestiers non ligneux. Les types de service écosystémique ayant fait l'objet de cette étude sont représentés dans le tableau 4 par leur indices IMET.

Tableau 4 : Services écosystémiques et typologie en Afrique Centrale

Pays	Nom de la zone protégée	Catégorie	Type	Indice IMET
Cameroun	Bouba Ndjida	Parc national (II)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	52.13 65.74 73.61 0
Cameroun	Dja	Réserve faunique (IV)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	43.75 64.16 83.33 0
République Centrafricaine	Dzanga -Sangha	Parc national et réserve spéciale de forêt dense (II et VI)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	40.97 46.87 51.66 0
République Démocratique du Congo	Louki	Reserve de biosphère (Non rapporté)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	63.27 58.02 72.22 68.75
Gabon	Mayumba	Parc national (Non rapporté)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	33.05 47.22 66.66 0
République Centrafricaine	Mbaéré-Bodingué	Parc national (II)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	56.11 48.61 23.01 30.55
Guinée Équatoriale	Mont Allen	Parc national (II)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	38.05 63.58 72.22 0
Gabon	Montagnes de cristal	Parc national (II)	Approvisionnement Culturel Régulation	NA

			Support	
République du Congo	Nouabalé-Ndoki	Parc national (II)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	20.37 42.7 49.3 50
République du Congo	Odzala Kokoua	Parc national (II)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	41.35 64.28 66.66 75
Tchad	Réserve culturelle et naturelle de l'Ennedi	(N'est pas applicable)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	56.01 65.07 0 63.88
Tchad	Réserve Ouadi Rime-Ouadi Achim	Réserve faunique (IV)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	45.37 60 25 72.22
Tchad	Sena -Oura	Parc national (II)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	NA
Tchad	Zakouma	Parc national (II)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	34.25 50.39 61.11 54.44
Tchad	Binder-Léré	Réserve faunique (IV)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	63.13 65.27 58.33 0
Tchad	Manda	Parc national (II)	Approvisionnement Culturel Régulation Support	50.92 48.61 40.74 48.88

Ces services fournissent de la nourriture, du fourrage, de l'énergie, des fibres et d'autres produits issus des plantes et des animaux ; les services d'approvisionnement en eau douce, qui comprend les services d'approvisionnement en eau de surface et en eau souterraine. Ces services fournissent de l'eau pour la consommation humaine, l'irrigation, l'hygiène, l'industrie et d'autres usages ; les services d'approvisionnement en ressources minérales, qui comprend les services d'approvisionnement en minéraux, en métaux, en pierres précieuses et en combustibles fossiles. Ces services fournissent des matériaux pour la construction, la fabrication, la joaillerie et l'énergie ; les services d'approvisionnement en ressources médicinales, qui comprend les services d'approvisionnement en plantes, en animaux et en micro-organismes ayant des propriétés thérapeutiques. Ces services fournissent

des remèdes traditionnels et des sources potentielles de médicaments modernes ; et enfin les services d'approvisionnement en ressources génétiques, qui comprend les services d'approvisionnement en gènes, en chromosomes et en génomes provenant des écosystèmes. Ces services fournissent des informations et des matériaux pour l'amélioration des espèces cultivées et élevées, la biotechnologie, la recherche scientifique et la conservation de la diversité biologique.

Le secteur vert occupe environ 51% du diagramme, ce qui signifie que 51% des services écosystémiques fournis par les aires protégées en Afrique centrale sont liés à l'approvisionnement des communautés, tandis que 21% de ces services sont culturel, 15% des services de régulation et 13% des services de support.

Proportions des services écosystémiques fournis par les aires protégées en Afrique centrale par catégorie

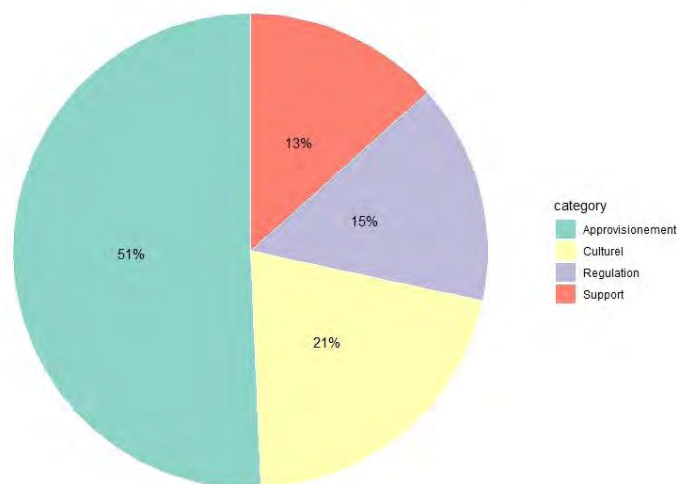


Figure 3 : Proportion des services écosystémiques fournis par les aires protégées en Afrique centrale par catégorie

III.2 Indicateurs de variations des services écosystémiques

Les figures a et b suivantes montrent les variations des indicateurs tendance et dépendance des services écosystémiques vis-à-vis de l'indice IMET.

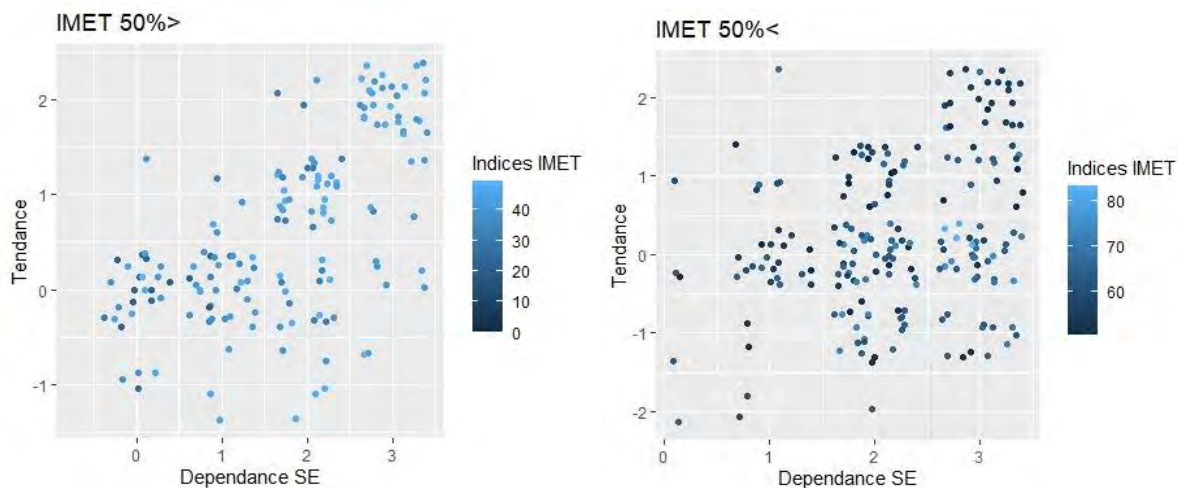


Figure a et b 3: Variation de l'évolution des services écosystémiques en fonction de la dépendance, de la tendance et de l'indice IMET.

Sur cette figure a, on remarque que pour les services écosystémiques, avec des indices IMET supérieurs à 50%, on a une tendance qui varie très peu avec la dépendance des services écosystémiques ; tandis que dans la figure b, nous dirons que la tendance varie un peu plus lorsque les indices IMET sont inférieurs à 50%. Par ailleurs, ces figures a et b montrent clairement qu'il existe une différence entre la variation des tendances selon la dépendance aux services écosystémiques lorsque les indices IMET également varient.

Dans la figure a, les services écosystémiques qui ont un indice IMET supérieur à 50% sont ceux qui sont liés à la régulation du climat, à la prévention de l'érosion, à la purification de l'eau, à la pollinisation des plantes, et à la protection contre les maladies. Ces services sont importants pour la résilience des écosystèmes et la réduction des risques environnementaux. Le résultat montre que la dépendance à ces services varie très peu, ce qui suggère que les populations locales sont conscientes de leur valeur et qu'elles les utilisent de manière durable.

Dans la figure b, les services écosystémiques d'importance locale qui ont un indice IMET inférieur à 50% sont ceux qui sont liés à l'approvisionnement en eau, en bois, en produits forestiers non ligneux, en viande sauvage, en poissons, et en insectes. Ces services sont importants pour la sécurité alimentaire, la diversité nutritionnelle, et les revenus des populations locales. Le résultat montre que la dépendance à ces services varie davantage, ce qui suggère que les populations locales ont des besoins et des préférences différents, et qu'elles les utilisent de manière variable.

Ce résultat suggère que les services écosystémiques d'importance locale en Afrique centrale sont à la fois une opportunité et un défi pour la gestion durable des aires protégées.

D'une part, ils représentent une source de bien-être et de développement pour les populations locales, qui peuvent bénéficier des ressources naturelles et des services environnementaux. D'autre part, ils représentent une source de pression et de dégradation pour les aires protégées, qui peuvent être surexploitées, déforestées, polluées, ou envahies par des espèces exotiques. Il est donc nécessaire de trouver un équilibre entre la conservation et l'utilisation des services écosystémiques d'importance locale, en tenant compte des besoins, des préférences, et des capacités des populations locales.

Ce résultat peut être mis en perspective avec le rapport 2019 de IPBES, qui est une évaluation scientifique sur l'état et les tendances de la biodiversité et des services écosystémiques à l'échelle mondiale et régionale. Le rapport IPBES souligne l'importance des services écosystémiques pour la réalisation des Objectifs de développement durable (ODD) et des Objectifs d'Aichi pour la biodiversité, ainsi que les menaces qui pèsent sur eux à cause des changements globaux (IPBES, 2019a). Le rapport IPBES propose également des options de réponse basées sur la nature, la société, les institutions, et les connaissances, pour renforcer la conservation et la restauration des écosystèmes, et améliorer le bien-être humain (IPBES, 2019b).

III.3 Dépendance des services écosystémiques

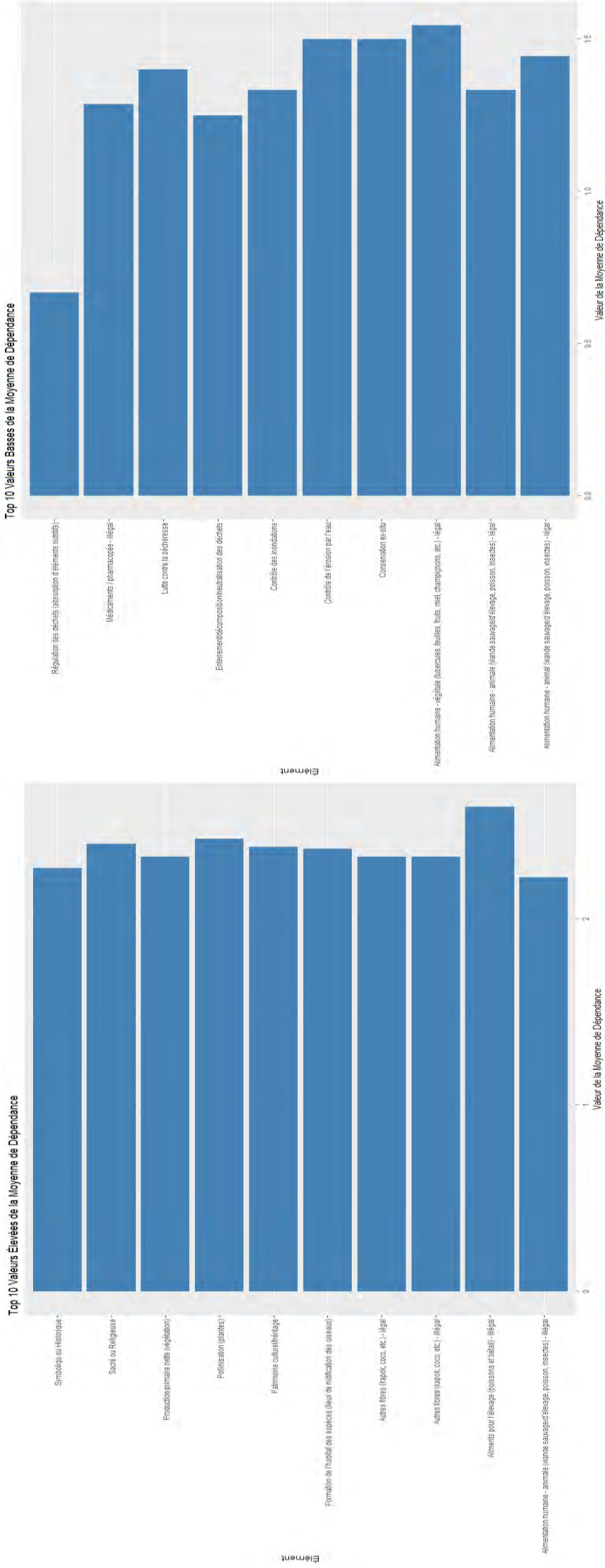


Figure 4: a) Valeurs élevées de la moyenne de la dépendance, b) Valeurs basses de la moyenne de la dépendance

On constate que les éléments des services écosystémiques pour les valeurs élevées de la moyenne de la dépendance des communautés en Afrique centrale sont les aliments pour l'élevage du bétail et les poissons, la pollinisation des plantes, l'alimentation humaine animale comme la viande sauvage et les insectes qui sont pour la majorité les services écosystémiques d'approvisionnement, tandis que les services pour les valeurs basses de la moyenne de la dépendance sont l'alimentation humaine végétale et animale tels que les tubercules, les feuilles, fruits, miels, champignons, viande sauvage/élevage, poissons, insectes qui sont également pour la plupart des services écosystémiques d'approvisionnement. Les aliments pour l'élevage du bétail et les poissons sont des services écosystémiques d'approvisionnement qui ont une valeur élevée de la moyenne de la dépendance en Afrique centrale. Cela peut s'expliquer par le fait que ces aliments sont importants pour la sécurité alimentaire et les revenus des populations, notamment dans les zones arides et semi-arides, où les ressources en eau et en fourrage sont limitées (IPBES, 2018). Toutefois, ces aliments peuvent aussi avoir des impacts négatifs sur la biodiversité et les services écosystémiques, en raison de la surpêche, de la déforestation, de la dégradation des sols, de la pollution, (IPBES, 2018). Il est donc nécessaire de mettre en place des pratiques d'élevage et de pêche plus durables, qui respectent les capacités de charge des écosystèmes, qui réduisent les émissions de gaz à effet de serre, qui préservent la diversité génétique, et qui valorisent les produits locaux (IPBES, 2018). La pollinisation des plantes est un service écosystémique d'approvisionnement qui a une valeur élevée de la moyenne en Afrique centrale. Cela peut s'expliquer par le fait que la pollinisation est essentielle pour la reproduction et la diversité des plantes, notamment des cultures alimentaires, des plantes médicinales, des arbres fruitiers, (IPBES, 2018). La pollinisation est assurée par de nombreux animaux, tels que les abeilles, les papillons, les oiseaux, les chauves-souris, (IPBES, 2018). Toutefois, la pollinisation est menacée par la perte et la fragmentation des habitats, l'utilisation des pesticides, les espèces exotiques envahissantes, le changement climatique (IPBES, 2018). Il est donc nécessaire de protéger et de restaurer les habitats des pollinisateurs, de réduire l'utilisation des produits chimiques, de promouvoir la diversité des cultures, et de soutenir les services de pollinisation fournis par les communautés locales (IPBES, 2018). L'alimentation humaine animale comme la viande sauvage et les insectes est un service écosystémique d'approvisionnement qui a une valeur élevée de la moyenne en Afrique centrale. Cela peut s'expliquer par le fait que ces aliments sont une source importante de protéines, de micronutriments, de revenus et de culture pour les populations, notamment les plus pauvres et les plus marginalisées (IPBES, 2019). Toutefois, ces aliments peuvent

aussi avoir des impacts négatifs sur la biodiversité et les services écosystémiques, en raison de la chasse excessive, du braconnage, du commerce illégal, de la transmission des maladies, (IPBES, 2018, 2019). Il est donc nécessaire de réguler et de contrôler l'utilisation de ces aliments, de renforcer les droits et les capacités des utilisateurs traditionnels, de promouvoir des alternatives durables, et de sensibiliser aux risques sanitaires et environnementaux (IPBES, 2018, 2019). L'alimentation humaine végétale et animale tels que les tubercules, les feuilles, les fruits, les miels, les champignons, la viande sauvage/élevages, les poissons, les insectes sont des services écosystémiques d'approvisionnement qui ont une valeur basse de la moyenne de la dépendance en Afrique centrale. Cela peut s'expliquer par le fait que ces aliments sont moins consommés ou moins accessibles par les populations, en raison de la préférence pour d'autres aliments, de la perte de la diversité biologique et culturelle, de la concurrence avec les marchés extérieurs, de la dégradation des écosystèmes, (IPBES, 2018). Toutefois, ces aliments peuvent aussi avoir des impacts positifs sur la biodiversité et les services écosystémiques, en raison de leur faible empreinte écologique, de leur contribution à la résilience des systèmes alimentaires, de leur potentiel de valorisation économique et sociale, (IPBES, 2018). Il est donc nécessaire de soutenir et d'encourager la consommation de ces aliments, de préserver et de restaurer les écosystèmes qui les fournissent, de reconnaître et de respecter les savoirs et les pratiques des communautés locales, et de promouvoir la diversité et la qualité des aliments (IPBES, 2018)

III.4 Tendance des services écosystémiques

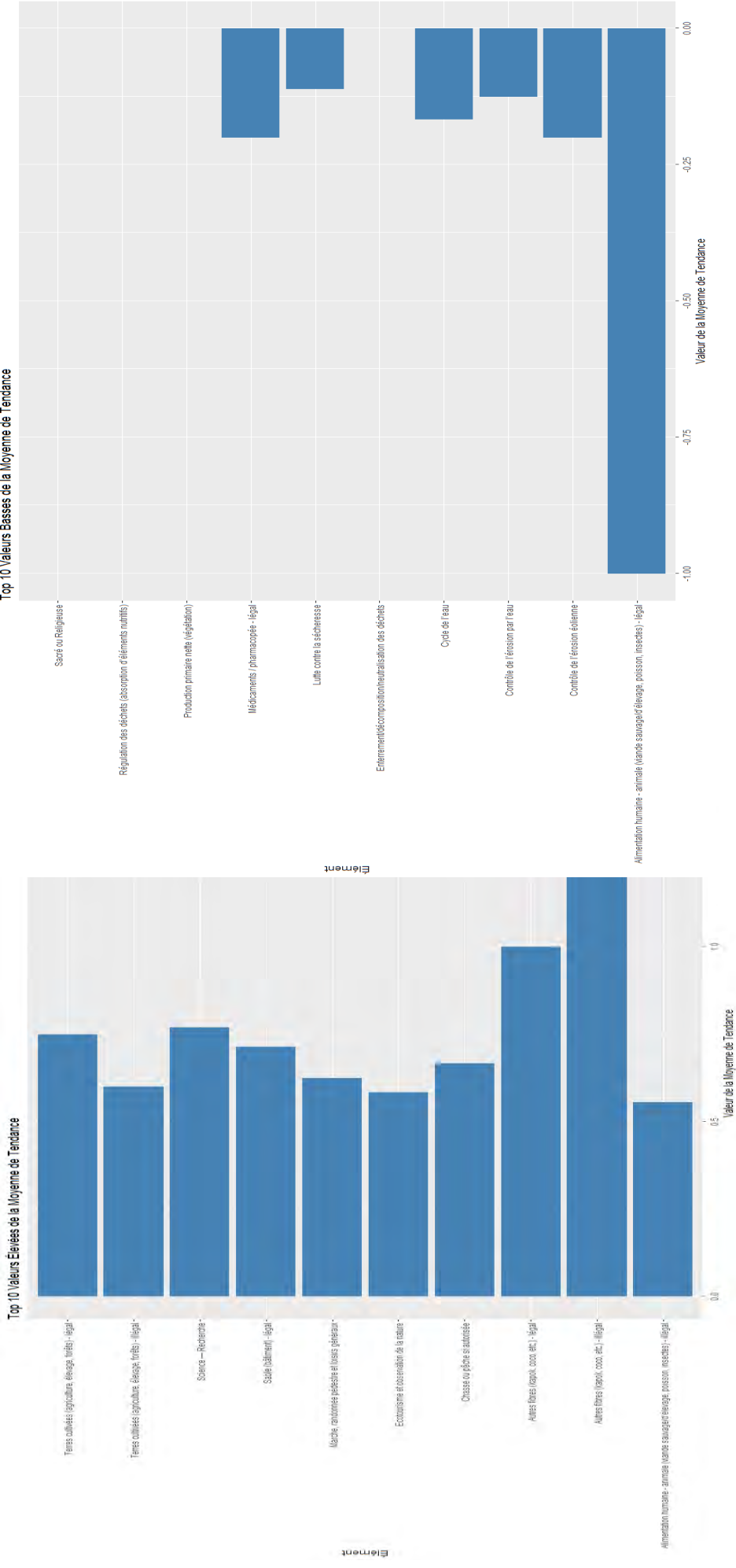


Figure 5: a) Valeurs élevées de la moyenne de la tendance, b) Valeurs basses de la moyenne de la tendance

Nous observons que les éléments constitutifs des services écosystémiques présentant des valeurs élevées de la moyenne de la tendance, c'est-à-dire de la variation de la quantité des services écosystémiques en Afrique centrale, sont les fibres telles que le kapok, le coco, les terres destinées à l'agriculture et à l'élevage, la forêt, la chasse et la pêche autorisées, l'alimentation humaine et animale, la recherche scientifique, l'écotourisme et le sable pour la construction, qui sont majoritairement des services écosystémiques d'approvisionnement, tandis que les services présentant des valeurs basses de la moyenne de la tendance sont l'alimentation humaine et animale telles que la viande sauvage ou d'élevage, les poissons, les insectes, la pharmacopée, le contrôle de l'érosion éolienne, le contrôle de l'eau, le cycle de l'eau et la lutte contre la sécheresse.

Ce résultat montre que les services écosystémiques d'approvisionnement, qui sont liés à la production de biens matériels par les écosystèmes, sont plus sensibles à la variation de la quantité des services écosystémiques en Afrique centrale que les services écosystémiques de régulation et de soutien, qui sont liés au maintien des processus écologiques essentiels. Cela peut s'expliquer par le fait que les services d'approvisionnement sont plus directement affectés par les changements d'utilisation des terres, la surexploitation des ressources, la dégradation de la qualité des sols et de l'eau, et les perturbations climatiques, qui sont les principales pressions anthropiques sur la biodiversité et les écosystèmes dans cette région (IPBES, 2018). Les services de régulation et de soutien, quant à eux, sont plus dépendants de la diversité et de la complexité des interactions écologiques, qui peuvent être plus résilientes ou plus adaptatives face aux changements environnementaux (IPBES, 2018, 2019).

Ce résultat est cohérent avec les conclusions du rapport d'évaluation mondiale sur la biodiversité et les services écosystémiques de l'IPBES, qui souligne que les services d'approvisionnement sont ceux qui ont le plus décliné au niveau mondial depuis 1970, tandis que les services de régulation et de soutien ont été modérément à légèrement réduits ou ont augmenté (IPBES, 2019). Le rapport met également en évidence les liens entre la perte de biodiversité, la dégradation des écosystèmes et le bien-être humain, et appelle à des transformations profondes des systèmes socio-économiques pour atteindre les objectifs de développement durable et de conservation de la nature.

III.4 Model Linéaire Généralisé (glm)

Les tests du chi carré pour la comparaison des modèles ont révélé des différences significatives dans l'ajustement du modèle pour plusieurs réductions de modèles. Plus

précisément, l'exclusion de la variable « pays » du modèle complet a considérablement réduit l'ajustement du modèle ($\Delta\chi^2 = 1\,174,8$; $df = 6$; $p = 0,009$). Cependant, la suppression du terme d'interaction entre la dépendance moyenne et la tendance moyenne de la dépendance n'a pas affecté de manière significative l'ajustement du modèle ($\Delta\chi^2 = 25,181$, $df = 1$, $p = 0,546$).

D'autres réductions ont été réalisées, excluant séparément la tendance moyenne de la dépendance et la catégorie des services écosystémiques. La suppression de la tendance de dépendance n'a pas eu d'impact significatif sur l'ajustement du modèle ($\Delta\chi^2 = -161,37$, $df = 2$, $p = 0,3109$), tandis que la suppression de la catégorie de services écosystémiques a conduit à un ajustement du modèle considérablement réduit ($\Delta\chi^2 = -1293$, $df = 5$, $p = 0,002166$).

Le modèle final sélectionné, qui démontrait le meilleur ajustement aux données, comprenait des prédicteurs pour la catégorie de services écosystémiques, le pays d'origine et le score de dépendance moyen pour les services au sein de cette catégorie. Les coefficients du modèle sélectionné sont présentés au format du style APA comme suit :

Le modèle final sélectionné (IMET **Indice** ~ Catégorie de services écosystémiques + Pays d'origine + dépendance moyenne aux SE * évolution moyenne de la dépendance aux SE)

L'ordonnée à l'origine dans ce modèle, correspondant à « Approvisionnement » (la catégorie SE de référence) et au Cameroun (le pays de référence), était de 25,708.

- Pour les catégories SE, « Réglementation » ($\beta = 12,979$, $p < 0,001$) et « Culturel » ($\beta = 6,546$, $p = 0,048$) ont montré des associations positives significatives avec l'indice IMET comparativement à « Approvisionnement ».
- Parmi les pays, « République Centrafricaine " ($\beta = -15,374$, $p = 0,003$) et "Gabon" ($\beta = -13,516$, $p = 0,028$) avaient des associations négatives significatives avec l'indice IMET par rapport au Cameroun.
- La dépendance moyenne aux services écosystémiques dans une catégorie a également montré une association positive significative avec l'indice IMET ($\beta = 14,341$, $p < 0,001$).

L'écart résiduel du modèle était de 2 647,7, sur la base de 38 degrés de liberté, ce qui offre un meilleur ajustement que l'écart nul de 9 932,4 sur 48 degrés de liberté. Le critère d'information Akaike (AIC) pour ce modèle était de 358,55.

Ce résultat montre que l'indice IMET, qui mesure l'impact des changements de la biodiversité et des services écosystémiques sur le bien-être humain, varie selon la catégorie de services écosystémiques, le pays d'origine et le niveau de dépendance aux services écosystémiques. Il suggère que les services écosystémiques de régulation et culturels ont un impact plus positif sur le bien-être humain que les services d'approvisionnement, que certains pays sont plus vulnérables aux changements de la biodiversité et des services écosystémiques que d'autres, et que plus la dépendance aux services écosystémiques est élevée, plus l'impact sur le bien-être humain est important. Ce résultat est également pertinent pour comprendre les liens entre la biodiversité, les services écosystémiques et le bien-être humain en Afrique centrale, une région qui abrite une grande diversité biologique et culturelle, mais qui fait face à de multiples pressions anthropiques et environnementales. Il peut contribuer à éclairer les décisions politiques visant à promouvoir la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité et des services écosystémiques, ainsi qu'à renforcer la résilience et l'adaptation des populations face aux changements globaux.

Le résultat est cohérent avec les conclusions du rapport d'évaluation régionale sur la biodiversité et les services écosystémiques pour l'Afrique de l'IPBES, qui souligne que la biodiversité et les services écosystémiques sont essentiels pour le bien-être humain et le développement durable en Afrique, mais qu'ils sont menacés par la dégradation des habitats, la surexploitation des ressources, les espèces exotiques envahissantes, le changement climatique et les conflits IPBES (2018). Le rapport propose également des options de réponse basées sur la nature, la culture et la gouvernance, qui peuvent aider à atténuer les impacts négatifs et à valoriser les bénéfices de la biodiversité et des services écosystémiques IPBES (2018).

Ce résultat est également en accord avec les conclusions du rapport d'évaluation mondiale sur la biodiversité et les services écosystémiques de l'IPBES, qui montre que la biodiversité et les services écosystémiques sont en déclin à l'échelle mondiale, avec des conséquences graves pour le bien-être humain et la planète IPBES (2019). Le rapport appelle à des transformations profondes des systèmes socio-économiques pour atteindre les objectifs de développement durable et de conservation de la nature IPBES (2019).

III.5 Analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces (FFOM) de IMET et SE.

III.5.1. FFOM de IMET

❖ Forces :

1. Intégration Multidimensionnelle : L'IMET intègre une multitude d'indicateurs et de critères pour évaluer la gestion des aires protégées, offrant ainsi une vue holistique de l'efficacité de la gestion.

2. Suivi et Évaluation : L'outil IMET permet de surveiller et d'évaluer les progrès, les forces et les faiblesses des aires protégées, offrant ainsi des informations tangibles pour l'amélioration de la gestion, la planification, le financement et la prise de décision.

3. Comparaison dans le Temps et l'Espace : L'IMET permet de comparer les performances des aires protégées à travers le temps et entre différentes régions, offrant ainsi une base pour l'apprentissage et la collaboration inter-aires.

❖ Faiblesses :

1. Complexité et Ressources : L'utilisation de l'IMET peut nécessiter des ressources significatives en termes de collecte et d'analyse de données, ainsi que de formation pour assurer une utilisation appropriée.

2. Biais Potentiels : Comme tout outil, l'IMET peut présenter des biais potentiels dans la collecte de données, l'interprétation des résultats ou la sélection des indicateurs, nécessitant une approche prudente dans son utilisation.

❖ Opportunités :

1. Amélioration Continue : L'IMET offre l'opportunité d'améliorer constamment la gestion des aires protégées grâce à des informations quantitatives et qualitatives sur la performance et les impacts des pratiques de gestion.

2. Partage des Bonnes Pratiques : L'outil permet de partager les meilleures pratiques de gestion entre les aires protégées, favorisant ainsi un échange de connaissances et une amélioration collective.

❖ Menaces :

1. Dépendance aux Données : L'efficacité de l'IMET dépend de la disponibilité et de la qualité des données soutenant son utilisation, ce qui peut représenter une menace si ces ressources ne sont pas facilement accessibles.

2. Interprétation Erronée : Il existe un risque d'interprétation erronée des résultats de l'IMET, ce qui pourrait potentiellement conduire à des actions inappropriées s'ils ne sont pas correctement contextualisés.

L'IMET représente un outil puissant pour évaluer la gestion des aires protégées, apportant une vision globale et des opportunités d'amélioration continue. Cependant, il est important de tenir compte des défis potentiels liés à son utilisation, notamment en ce qui concerne la collecte de données, l'interprétation des résultats et la prise de décision basée sur ces résultats.

III.5.1. FFOM des SE

❖ Forces :

1. Importance des Services Écosystémiques : Les services écosystémiques jouent un rôle crucial dans la vie des populations locales vivant autour des aires protégées de l'Afrique centrale, contribuant à la sécurité alimentaire, à la diversité nutritionnelle et aux revenus des communautés.

2. Adaptabilité Locale : La variance dans la dépendance aux services écosystémiques souligne l'adaptabilité des communautés locales et leur capacité à utiliser de manière variable les ressources naturelles en fonction de leurs besoins et préférences.

3. Conscience de la Valeur des Services : La résilience des services écosystémiques d'importance locale, reflétée par une dépendance stable, suggère que les populations locales reconnaissent la valeur de ces services et les utilisent de manière durable.

❖ Faiblesses :

1. Vulnérabilité aux Pressions Anthropiques : La variabilité de la dépendance aux services écosystémiques expose les risques potentiels de surexploitation et de dégradation des ressources naturelles lorsque la demande locale varie.

2. Complexité de la Gestion : L'adaptabilité variable des communautés peut compliquer la mise en place de politiques de gestion des services écosystémiques, nécessitant une approche différenciée en fonction des besoins locaux.

❖ Opportunités :

1. Gestion Adaptative : Les variations locales offrent des opportunités pour développer des stratégies de gestion adaptatives qui prennent en compte les besoins et les préférences des populations locales.

2. Valorisation et Sensibilisation : La reconnaissance de la valeur des services écosystémiques locaux ouvre des possibilités pour promouvoir des pratiques de valorisation et de sensibilisation visant à maintenir la durabilité de ces ressources.

❖ Menaces :

1. Changements Globaux : Les pressions exercées par les changements climatiques et les activités humaines présentent des menaces potentielles pour la conservation et la durabilité des services écosystémiques locaux.

2. Pressions et Surutilisation : La variabilité de la dépendance aux services écosystémiques souligne les risques de pression et de surexploitation de certaines ressources, ce qui pourrait compromettre leur durabilité.

L'analyse FFOM souligne la nécessité de politiques et de pratiques adaptatives qui reconnaissent la complexité des interactions entre les communautés locales et les services écosystémiques. Cette compréhension sera déterminante pour garantir la conservation à long terme des aires protégées en Afrique centrale, tout en promouvant le bien-être des communautés locales.

CHAPITRE IV : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

IV.1. Conclusions

En conclusion, la dépendance aux services écosystémiques varie en fonction des catégories et de l'importance locale des services, les services écosystémiques d'importance locale présentent une dépendance plus variable, reflétant les différents besoins et préférences des populations locales. Les services écosystémiques ayant des indices IMET supérieurs à 50% sont cruciaux pour la résilience des écosystèmes et la réduction des risques environnementaux. Les services écosystémiques d'importance locale avec des indices IMET inférieurs à 50% jouent un rôle vital dans la sécurité alimentaire, la diversité nutritionnelle et les revenus des populations locales. Les aires protégées en Afrique centrale doivent trouver un équilibre entre la conservation et l'utilisation durable des services écosystémiques d'importance locale, les services écosystémiques locaux représentent à la fois une opportunité de développement et un défi pour la conservation des aires protégées. Les résultats peuvent être mis en perspective avec le rapport 2019 de l'IPBES, qui souligne l'importance des services écosystémiques pour la réalisation des Objectifs de développement durable et des Objectifs d'Aichi pour la biodiversité. Trouver un juste équilibre entre la conservation et l'utilisation des services écosystémiques locaux est essentiel pour assurer la durabilité des aires protégées en Afrique centrale.

IV.1. Recommandations

En plus de penser à utiliser un échantillon plus large des données des IMET dans les aires protégées d'Afrique centrale pour des résultats encore plus futés, nous pouvons énumérer les recommandations suivantes :

1. Promouvoir l'utilisation durable des services écosystémiques d'importance locale : Il est essentiel de développer et de promouvoir des pratiques durables qui respectent la capacité de charge des écosystèmes locaux. Cela pourrait impliquer la mise en place de réglementations adaptées, l'encouragement de techniques agricoles durables et la sensibilisation des populations locales à l'importance de la préservation de ces services.

2. Renforcer la sensibilisation et l'éducation environnementale : Insister sur l'importance des services écosystémiques locaux, tout en fournissant des informations sur les meilleures pratiques de conservation, pourrait s'avérer crucial pour promouvoir un usage responsable des ressources naturelles et une meilleure compréhension de leur valeur à long terme.

3. Encourager la recherche et l'innovation : Investir dans la recherche scientifique et l'innovation axée sur la conservation et l'utilisation durable des services écosystémiques peut

aider à développer des approches novatrices pour maximiser les avantages tout en minimisant les impacts négatifs sur les écosystèmes.

4. Renforcer la gouvernance et l'implication des communautés locales : La participation active et la gouvernance inclusives des populations locales dans la gestion des aires protégées peuvent garantir une meilleure compréhension des besoins locaux et favoriser des décisions plus adaptées et durables, tout en consolidant le respect des savoirs et des pratiques traditionnels.

5. Promouvoir la valorisation économique des services écosystémiques durables : Encourager les initiatives économiques durables basées sur les services écosystémiques peut contribuer à la conservation, tout en offrant des opportunités économiques pour les communautés locales, renforçant ainsi l'incitation à préserver ces ressources.

6. Collaboration internationale et régionale : La coopération entre les pays d'Afrique centrale et d'autres acteurs internationaux peut renforcer les capacités locales, améliorer la surveillance et la mise en œuvre de politiques transfrontalières pour une meilleure conservation des services écosystémiques.

RÉFÉRENCES

- Bialowolski, P.; Rakotobe, D.; Marelli, A.; Roggeri, P.; Paolini, C. (2023). Use of the IMET tool in the evaluation of protected area management effectiveness in Central Africa. *J. Environ. Manag.* 2023, 326, 116680.
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., ... & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59-67.
- Carpenter, S.R. et al. (2009). "Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment." *PNAS*, 106(5), 1305-1312.
- Chan, K.M.A. et al. (2012). "Where are cultural and social in ecosystem services? A framework for constructive engagement." *BioScience*, 62(8), 744-756.
- Chape, S., Harrison, J., Spalding, M., & Lysenko, I. (2005). Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1454), 443-455
- Chaplin-Kramer, R., Sim, S., Hamel, P., Bryant, B., Noe, R., Mueller, C., ... & Rigarlsford, G. (2019). Global modeling of nature's contributions to people. *Science*, 366(6462), 255-258.
- Coad, L., Leverington, F., Knights, K., Geldmann, J., Eassom, A., Kapos, V., ... & Hockings, M. (2015). Measuring impact of protected area management interventions: current and future use of the Global Database of Protected Area Management Effectiveness. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1681), 20140281.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Raskin, R. G. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260.
- Daily, G. C. (Ed.). (1997). *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press.

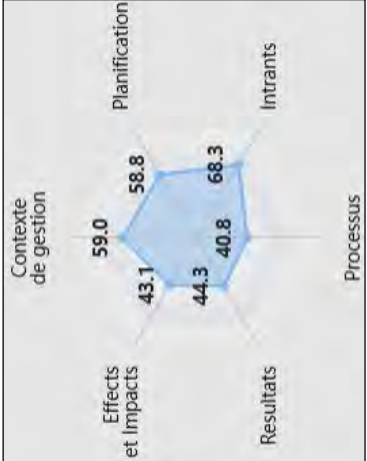
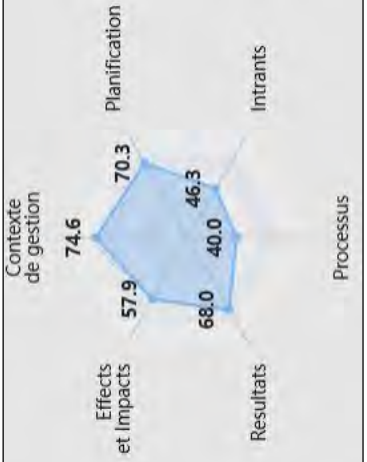
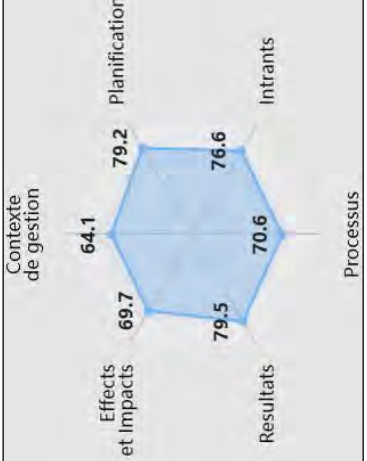
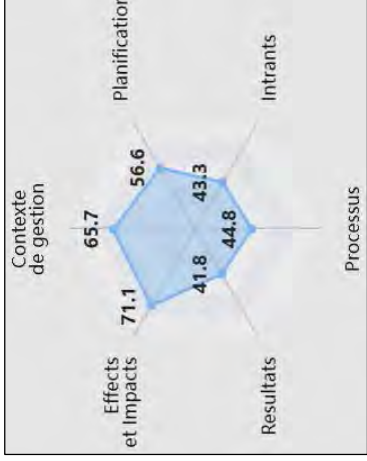
- Daily, G.C., Matson, P.A. (2008). "Ecosystem services: From theory to implementation." *PNAS*, 105(28), 9455-9456.
- de Wasseige, C., de Marcken, P., Bayol, N., Hiol Hiol, F., Mayaux, P., Desclée, B., ... & Billand, A. (2012). *Les forêts du bassin du Congo–Etat des forêts 2010*. Office des publications de l’Union européenne.
- Di Marco, M., Watson, J. E., Currie, D. J., Possingham, H. P., & Venter, O. (2018). The extent and predictability of the biodiversity–carbon correlation. *Ecology letters*, 21(3), 365-375.
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., ... & Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272.
- Doumenge C., Palla F., Itsoua Madzous G-L. (Eds.), 2021. *Aires protégées d’Afrique centrale – État 2020*. OFAC-COMIFAC, Yaoundé, Cameroun & UICN, Gland, Suisse: 400 p.
- Dudley, N. (Ed.). (2008). *Guidelines for applying protected area management categories*. IUCN.
- Dudley, N., Stolton, S., Belokurov, A., Krueger, L., Lopoukhine, N., MacKinnon, K., ... & Sekhran, N. (2010). *Natural solutions: protected areas helping people cope with climate change*. IUCN-WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF, Gland, Switzerland, Washington, DC and New York, USA.
- Ehrlich, P. R., & Mooney, H. A. (1983). Extinction, substitution, and ecosystem services. *BioScience*, 33(4), 248-254.
- Fedele, G., Locatelli, B., Djoudi, H., & Colloff, M. J. (2021). Incremental and transformational adaptation to climate change among indigenous peoples and local communities: a systematic review. *Climatic Change*, 164(1-2), 1-23.
- Grantham, H. S., Duncan, A., Evans, T. D., Jones, K. R., Beyer, H. L., Schuster, R., ... & Di Marco, M. (2020). Anthropogenic modification of forests means only 40% of remaining forests have high ecosystem integrity. *Nature communications*, 11(1), 1-10.

- Hockings, M., Stolton, S., Leverington, F., Dudley, N., & Courrau, J. (2006). Evaluating effectiveness: a framework for assessing management effectiveness of protected areas. IUCN.
- IPBES (2018): Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Africa of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Chidumayo, E. N., Somé, L. A., Poulsen, J. R., Ajonina, L. G. N., Bele, P., Davis, J. S., ... & Traoré, A. S. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 49 pages.
- IPBES (2018): The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Africa. Ojwang, L. K. O., Abira, M. T. K., Ajonina, L. G. N., Bele, P., Davis, J. S., Dondeyne, M. E., ... & van den Berg, M. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 492 pages.
- IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., ... & Zayas, C. N. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
- Maxwell, S. L., Fuller, R. A., Brooks, T. M., & Watson, J. E. (2016). Biodiversity: the ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature News*, 536(7615), 143.
- Méral, P. (2012). Ecosystem services economic valuation, decision-support system or advocacy?. *Ecosystem Services*, 1(1), 57-62.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Paolini, C. and Rakotobe, D. (2023). *Coaching manual for the Integrated Management Effectiveness Tool. Manual to assess and improve protected area management effectiveness*. Gland, Switzerland: IUCN
- Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M., ... & Maris, V. (2017). Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26, 7-16.

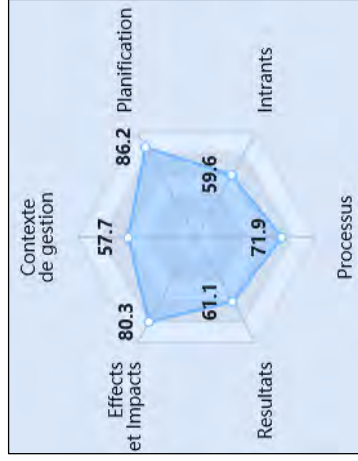
- R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available: <http://www.R-project.org>
- Serpantié, G., Koffi, K. C., & Coulibaly, H. (2012). Le karité, un produit forestier non ligneux aux multiples usages. *Bois et forêts des tropiques*, (314), 7-20.
- Simmonds, J. S., Watson, J. E., & Salazar, A. (2019). A composite measure of habitat loss for entire assemblages of species. *Conservation Biology*, 33(4), 909-920.
- Stolton, S., & Dudley, N. (2010). *Arguments for protected areas: multiple benefits for conservation and use*. Routledge.
- Teillac-Deschamps, P., & Clavel, J. (2013). Les services écosystémiques : un nouveau paradigme pour la biodiversité?. *Natures Sciences Sociétés*, 21(4), 423-428.

LISTES DES ANNEXES

Cameroun		Congo	
<p>RF du Dja, Année 2018</p> <p>Contexte de gestion: 59.3 Effects et Impacts: 64.3 Resultats: 49.9 Intrants: 48.8 Planification: 75.9</p> <p>Processus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 58,08 - Superficie : 526.004 ha - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui 	<p>PN de Bouba Ndjida, 2021</p> <p>Contexte de gestion: 73.0 Effects et Impacts: 63.1 Resultats: 82.5 Intrants: 59.6 Planification: 79.9</p> <p>Processus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 71,21% - Superficie : 415.853ha - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui 	<p>PN de Nouabalé Ndoki, 2019</p> <p>Contexte de gestion: 81.8 Effects et Impacts: 77.7 Resultats: 93.6 Intrants: 70.5 Planification: 85.4</p> <p>Processus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 81,62% - Superficie : 415.853ha - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui 	<p>PN Odzala Kokoua, 2020</p> <p>Contexte de gestion: 72.7 Effects et Impacts: 64.7 Resultats: 81.4 Intrants: 78.7 Planification: 82.7</p> <p>Processus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 76,38% - Superficie : 1.367.210ha - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui
Tchad		Congo	
<p>PN des Monts de Cristal, 2015</p> <p>Contexte de gestion: 68.6 Effects et Impacts: 51.6 Resultats: 42.9 Intrants: 33.1 Planification: 28.2</p> <p>Processus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 47,53 - Superficie : 120.000ha 	<p>RF de Ouadi Rimé-Ouadi Achim, 2019</p> <p>Contexte de gestion: 52.5 Effects et Impacts: 46.0 Resultats: 31.4 Intrants: 49.2 Planification: 61.3</p> <p>Processus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 45,54 - Superficie : 7 795 000ha 	<p>RF de Binder-Léré</p> <p>Contexte de gestion: 46.5 Effects et Impacts: 42.3 Resultats: 15.6 Intrants: 34.0 Planification: 42.2</p> <p>Processus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 34,44 - Superficie : 135.000ha 	<p>PN de Manda, 2020</p> <p>Contexte de gestion: 43.4 Effects et Impacts: 44.7 Resultats: 21.9 Intrants: 28.0 Planification: 52.5</p> <p>Processus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 36,12

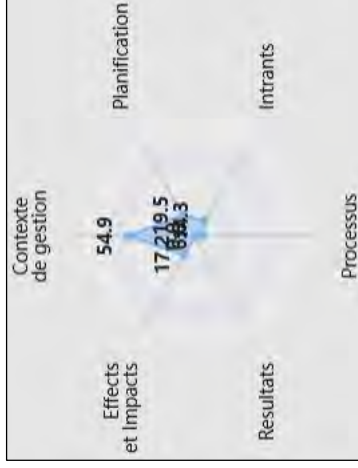
<ul style="list-style-type: none"> - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui 	<ul style="list-style-type: none"> - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui 	<ul style="list-style-type: none"> - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Non 	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie : 117.700ha - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui
Tchad			
<p>RNC Ennedi, 2020</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 52,38% - Superficie : 5.017.668ha - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui 	<p>PN de Sena Oura, 2017</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 59,52% - Superficie : 73.520ha - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui 	<p>PN Zakouma, 2020</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 73,29% - Superficie : 305000ha - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui 	<p>RB de Luki, 2020</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Score IMET : 53,88% - Superficie : 33.811ha - Gouvernance : Etat/Agence - Existence PA : Oui
RCA		Guinée Equatoriale	
RCA		Gabon	

Aires Protégées de Dzanga-Sangha, 2019



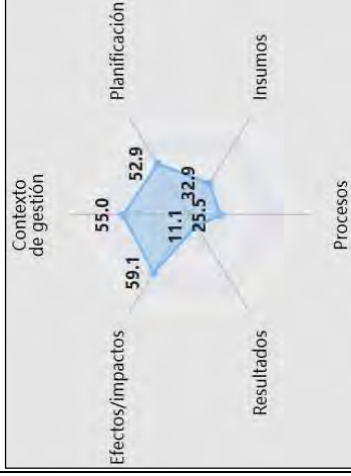
- Score IMET : 69,07%
- Superficie : 457.900ha
- Gouvernance : Etat/Agence
- Existence PA : Non

PN Mbaéré-Bodingué, 2021



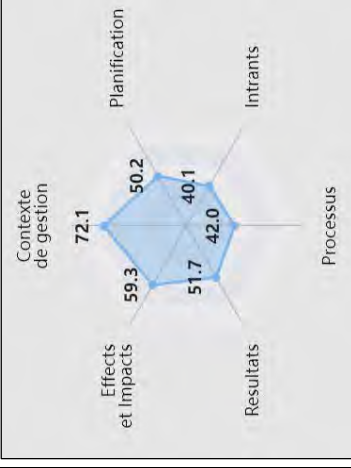
- Score IMET : 18,65%
- Superficie : 86700ha
- Gouvernance : Etat/Agence
- Existence PA : Oui

PN de Monte Alen, 2020



- Score IMET : 39,42%
- Superficie : 193.126 ha
- Gouvernance : Etat/Agence
- Existence PA : Oui

PN de Mayumba, 2020



- Score IMET : 52,56 %
- Superficie : 97 163 ha
- Gouvernance : Etat/Agence
- Existence PA : Oui