CHAIRE COMPTABILITÉ ÉCOLOGIQUE

Rapport d'étude sur

La mise en œuvre de l'indicateur ESGAP en Nouvelle-Calédonie

Adrien Comte[1,2], Clément Surun[1], Harold Levrel[1,2]

1 CIRED, AgroParisTech, CIRAD, CNRS, EHESS, Ecole des Ponts ParisTech, Université de Paris-Saclay, Campus du Jardin Tropical, 45 bis, avenue de la Belle Gabrielle, 94736 Nogent-sur-Marne, France

2 Université de Brest, Ifremer, CNRS, UMR6308 AMURE, IUEM, Plouzané, France

AFD WWF CIRED AgroParisTech

Remerciements

Ce rapport est commandité par l'AFD et le WWF France. Nous remercions VertigoLab et Bio Eko pour les interactions fortes entre notre étude et l'étude sur le potentiel de diversification économique à soutenabilité forte de la Nouvelle-Calédonie. Nous remercions tous les acteurs qui ont accepté de nous recevoir et de nous fournir des données de suivis environnementaux.

Relectures : Alizée Bonnet (WWF), Hubert Géraux (WWF), Thomas Hassid (WWF), Ciprian Ionescu (WWF), Oskar Lecuyer (AFD), Amélie Le Mieux (WWF)

Table des matières

Remerciements 2

Acronymes 4

Résumé Exécutif 5

1. Introduction : ESGAP & Nouvelle-Calédonie 10

1.1. Le ESGAP 10

1.2. Les enjeux environnementaux en Nouvelle-Calédonie 12

1.3. Les acteurs institutionnels sur les thèmes ESGAP en Nouvelle-Calédonie 12

2. Adaptation du cadre ESGAP à la Nouvelle-Calédonie 15

2.1. Le processus d'adaptation du ESGAP 15

2.2. Adapter et construire les fonctions et thèmes environnementaux en Nouvelle-Calédonie 16

2.3 Adapter et construire les objectifs environnementaux en Nouvelle-Calédonie 18

3. Construction des indicateurs retenus pour le ESGAP en Nouvelle-Calédonie 20

3.1. Synthèse des objectifs et indicateurs retenus pour la création de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie 20

3.2. Description détaillée de la construction des indicateurs 22

3.3 Le calcul des indicateurs composites 27

4. Résultats : le tableau de bord ESGAP en Nouvelle-Calédonie 30

4.1. Le tableau de bord de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie 30

4.2. Liens entre les indicateurs de l'ESGAP et deux grands cadres internationaux de suivi de la soutenabilité 31

5. Utilisation de l'ESGAP pour la gestion de l'environnement en Nouvelle-Calédonie 35

5.1 Discussion des Résultats obtenus pour la Nouvelle-Calédonie 35

5.2 Implications pour les politiques publiques locales 39

5.3 Recommandations pour la pérennisation des suivis environnementaux en Nouvelle-Calédonie 41

6. Extensions économiques de l'ESGAP 47

6.1. Calcul de coûts écologiques non payés 49

6.2. Articulation avec l'étude de diversification économique 56

7. Discussion 62

7.1 Révision du ESGAP suite au pilote 62

7.1 Retours d'expériences pour de nouveaux pilotes 67

7 Références 70

Acronymes

3DT : Direction du Développement Durable des Territoires
AFD : Agence Française de Développement
BII : Biodiversity Intactness Index
BRE : Bilan de Ressources en Eau
CDB : Convention pour la Diversité Biologique
CEN : Conservatoire d'Espaces Naturels
CIRED : Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement
CNRT : Centre National de Recherche Technologique sur le Nickel et son Environnement
DAM : Direction des Affaires Maritimes
DAVAR : Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires, et Rurales
DASS : Direction des Affaires Sanitaires et Sociales
DCE : Débits Caractéristiques d'Étiage
ESGAP: Environmental Sustainability Gap
IBNC : Indicateur Biologique de Nouvelle-Calédonie
IBS : Indicateur Bio-Sédimentaire
ICPE : Installations classées pour la protection de l'environnement
IRD : Institut de Recherche pour le Développement
ISEE : Institut de la statistique et des études économiques
GCRMN : Global Coral Reefs Monitoring Network
GES: Gaz à Effet de Serre
MOS : Mode d'Occupation du Sol
ODD : Objectifs de Développement Durable
OFB : Office Français de la Biodiversité
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PEPNC : Politique de l'Eau Partagée de la Nouvelle-Calédonie
PROE : Programme régional océanien de l'environnement
RMD : Rendement Maximum Durable
RORC : Réseau d'Observation des Récifs Coralliens
SACO: Substances appauvrissant la couche d'ozone
SAP : Service de l'Aménagement et de la Planification
SCRRE : Service de Coopération Régionale et des Relations Extérieures
SES: Strong Environmental Sustainability
SESP: Strong Environmental Sustainability Progress
TES : Tableau Entrée-Sortie
UNC : Université de Nouvelle-Calédonie
WWF : World Wide Fund for Nature
ZEE : Zone Economique Exclusive

Résumé Exécutif

Les acteurs chargés de la mise en œuvre des politiques publiques de développement et de protection de l'environnement ont besoin de suivre l'état de l'environnement afin d'évaluer l'efficacité de leurs actions, prioriser des politiques et des mesures de gestion, et établir ainsi de manière objective leur contribution à la conservation de la biodiversité et du capital naturel.

- **L'ESGAP (pour *Environmental Sustainability GAP*) est un indicateur synthétique reposant sur un tableau de bord permettant de suivre l'état de l'environnement dans une perspective de durabilité forte, c'est-à-dire en adoptant des critères exigeants concernant la non-substituabilité du capital naturel par d'autres formes de capital (physique entre autre) dans un territoire ou un pays**. Il permet de renseigner les évolutions de l'état fonctionnel de différentes composantes de l'environnement, en mettant l'accent sur les écarts qui existent entre ces évolutions et les objectifs de maintien ou d'atteinte du « bon état environnemental » pour chacune de ces composantes.
- Les indicateurs utilisés pour renseigner l'ESGAP sont associés à 4 thèmes (nommés « fonctions » dans le cadre de l'ESGAP) : l'utilisation durable des ressources naturelles (1), la charge critique de pollution des écosystèmes (2), la biodiversité (3), la santé et le bien-être humain (4).

Deux indicateurs composites quantitatifs permettent de mesurer l'ESGAP :

- un indicateur composite nommé SES (*Strong Environmental Sustainability*) qui reflète le niveau de bon état environnemental à maintenir – ou à atteindre - au regard d'objectifs définis par la science, la loi ou les politiques publiques;
- un indicateur composite nommé SESP (*Strong Environmental Sustainability Progress*) qui permet de mesurer l'écart entre la trajectoire actuelle et la trajectoire soutenable d'évolution des indicateurs par rapport aux objectifs environnementaux mentionnés dans le SES.

Soutenu par l'AFD et le WWF France, **ce projet pilote de mise en œuvre du tableau de bord ESGAP en Nouvelle-Calédonie** a pour objectif d'évaluer l'opérationnalité de cet outil dans des territoires où les données sur l'état de l'environnement, et les pressions qui s'exercent sur ce dernier, sont souvent parcellaires. Cette évaluation a été portée par la Chaire Comptabilité Écologique, hébergée par le CIRED et AgroParisTech. Cette étude s'inscrit dans un ensemble d'expérimentations réalisés sur plusieurs sites, notamment en Europe, et portées principalement par une équipe de University College London[1].

Méthode de travail

Le travail de terrain en Nouvelle-Calédonie a été réalisé en plusieurs étapes. Dans un premier temps, un travail bibliographique a permis d'identifier les enjeux scientifiques ainsi que les acteurs importants à consulter sur ce territoire. Etant donné le grand nombre de thèmes ou fonctions couverts par l'ESGAP, les acteurs locaux ont été une source d'information essentielle

[1] Ekins, P., B. Milligan and A. Usubiaga-Liaño (2019), "A single indicator of strong sustainability for development: Theoretical basis and practical implementation", AFD Research Papers, No. 2019-112, Revised draft, 21st December 2019.

pour mener à bien ce projet. Une trentaine d'acteurs en charge de la gestion de l'environnement (incluant décideurs, gestionnaires, centres de recherche, associations, et secteur privé) ont été consulté de manière à : renseigner les fonctions environnementales décrites et les ajuster au contexte local ; définir les objectifs environnementaux à atteindre ou maintenir et les indicateurs qui y sont associés dans le contexte calédonien ; à collecter les données nécessaires à la construction des indicateurs. Des analyses statistiques ont enfin été réalisées pour développer les indicateurs composites SES et SESP à partir des bases de données produites.

Résultats sur la faisabilité de mise en place de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie

Constat 1 : Concernant la possibilité de compléter, on constate qu'il n'est pas possible de renseigner tous les indicateurs de l'ESGAP pour un territoire comme celui de la Nouvelle-Calédonie dans un délai raisonnable et sur la base des données disponibles. Ainsi (Figure 1) :

- 12 des 22 indicateurs ESGAP ont pu être complétés pour le SES, dont 4/5 pour la fonction utilisation durable des ressources, 2/9 pour la fonction charge critique de pollution des écosystèmes, 2/3 pour la fonction biodiversité, et 4/5 pour la fonction santé et bien-être humain. **Au moins un jeu de données par fonction a donc pu être mobilisé**.
- 7 des 22 indicateurs ESGAP ont pu être remplis pour le SESP, cinq des indicateurs remplis pour le SES ne disposant pas de séries temporelles.
- 1 indicateur a été ajouté aux SES et SESP : la surface arborée et arbustive brûlée par année, intégrée dans la fonction charge critique de pollution des écosystèmes.
- 2 des 17 bases de données internationales identifiées par l'équipe de University College London ont été mobilisées ici : le rapport sur l'état des patrimoines UNESCO pour la fonction santé et bien-être humain et le Biodiversity Intactness Index pour la fonction biodiversité. Trois autres bases de données parmi celles identifiées auraient pu être mobilisées mais des données locales de meilleure qualité ont été privilégiées (ressources en bois, érosion des sols, eau potable).

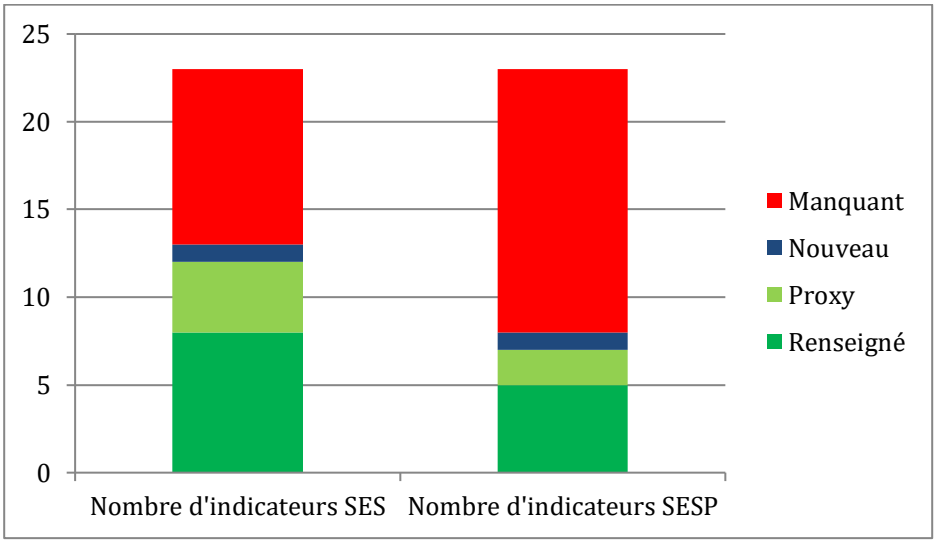


Figure 1 : Statut des indicateurs pour le SES et pour le SESP de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie

Constat 2 : Mettre en place l'ESGAP nécessite un travail important de définition des objectifs environnementaux.
En effet, si des objectifs environnementaux sont mentionnés dans de nombreux textes législatifs ou politiques en Europe, ce n'est pas le cas dans un territoire comme la Nouvelle- Calédonie. Certaines normes existent déjà pour les fonctions relatives à la santé et au bien- être humain (par exemple qualité des eaux de baignade ou le statut des biens UNESCO), mais ce n'est pas le cas pour les usages des ressources, les pollutions et la biodiversité.
Par ailleurs, certains objectifs doivent être adaptés car leurs définitions dans le projet ESGAP européen ne sont pas appropriées au contexte de la Nouvelle Calédonie, comme c'est le cas pour l'érosion des sols qui utilise un seuil adapté au climat et à la géologie européenne mais pas à la situation calédonienne. Or, l'utilisation d'objectifs définis localement ne permet pas une comparaison entre pays. Pour certains indicateurs, comme l'utilisation durable des ressources halieutiques ou la qualité de l'air extérieur, des normes internationales basées sur des recommandations scientifiques existent et ont été utilisées. Dans d'autres cas, ces normes sont en cours de création en Nouvelle-Calédonie, comme la charge en métaux des écosystèmes aquatiques. D'autres objectifs ne sont pas encore disponibles, comme la définition d'un objectif de bon état écologique des écosystèmes d'eau douce tels qu'il existe en Europe aujourd'hui. Enfin, il apparait que plusieurs objectifs concernant les niveaux de biodiversité terrestre et les gaz à effet de serre sont encore en débat à toutes les échelles de décision, et qu'un objectif consensuel est hors de portée pour l'instant.

Constat 3 : La création des indicateurs ESGAP permet de synthétiser l'état du maintien du capital naturel et peut être utilisé localement pour la gestion de l'environnement. Cela donne une vision globale du maintien du capital naturel en Nouvelle-Calédonie qui faisait défaut étant donné la fragmentation des suivis et des objectifs, liés au grand nombre d'acteurs de l'environnement en Nouvelle-Calédonie répartis sur différents espaces (trois provinces plus la zone économique exclusive) et à différents niveaux de gouvernance (six niveaux entre les mairies, les instances coutumières, les provinces, le gouvernement, l'Etat, et les instances internationales comme l'UNESCO).

Recommandations pour la mise en place de l'ESGAP dans d'autres territoires

L'expérience de l'application de l'outil ESGAP dans le cas de la Nouvelle-Calédonie permet de tirer trois recommandations concernant l'implémentation de l'ESGAP à d'autres territoires, en particulier du Sud.

- Premièrement, et de manière assez évidente, l'utilisation de ressources bibliographiques, d'entretiens, et de statistiques (dont des statistiques spatiales) sont nécessaires pour couvrir le panel très large d'enjeux environnementaux, afin de pouvoir construire des indicateurs dans les quatre dimensions de l'ESGAP.
- Deuxièmement, les objectifs environnementaux doivent être définis selon l'usage prioritaire qui est envisagé pour l'ESGAP : un outil permettant des comparaisons entre pays ou un instrument visant à appuyer une gestion stratégique de l'environnement dans un territoire spécifique. Ces choix peuvent également être orientés selon que les objectifs définis sont scientifiquement bien renseignés et défendus politiquement.
- Troisièmement, la phase de consultation est importante à plusieurs titres, pour s'assurer la pertinence de l'approche, récolter des données de qualité (qui ne sont pas nécessairement accessibles dans le domaine public), et permettre une appropriation par les acteurs locaux.

Cette appropriation peut se faire à travers le questionnement de leur besoin, de leur capacité à porter un tel outil, des stratégies et législations existantes, et des enjeux environnementaux spécifiques aux contextes nationaux et locaux.

Résultats sur la soutenabilité de la Nouvelle-Calédonie

Le score de l'index SES est de 43%. Cette valeur est principalement liée à la faible soutenabilité de la fonction de charge critique en pollution des écosystèmes (10%), du fait des fortes émissions de GES et à l'impact du feu sur les écosystèmes en Nouvelle-Calédonie. Les autres fonctions de l'ESGAP sont dans un état que l'on peut qualifier de relativement durables. C'est la fonction biodiversité qui bénéficie de l'état le plus durable (73%), suivie de la fonction ressources (68%), puis santé et bien-être (67%), et enfin charge critique en pollution.

Sur les 7 indicateurs retenus pour le SESP (Figure 2), deux montrent un maintien à l'objectif dans le temps. C'est le cas pour les ressources halieutiques, pêche thonière dans le Pacifique occidental et central étant considérée comme durable par la Communauté du Pacifique depuis plusieurs années, et de la qualité de l'air extérieur qui ne dépasse pas les seuils pour les particules fines (PM10, PM2.5) depuis plusieurs années également. Un indicateur, l'état des écosystèmes marins, n'a pas atteint l'objectif de bon état et son évolution est sur une trajectoire positive mais insuffisante pour l'atteindre en 2030. Un autre indicateur, l'état du patrimoine UNESCO, n'a pas atteint l'objectif de bon état et ne progresse pas, étant classé « Good with some concerns ». Enfin, trois indicateurs (émission de gaz à effet de serre, surfaces brûlées, qualité des eaux de baignade) ont des trajectoires qui s'éloignent de l'objectif de bon état.

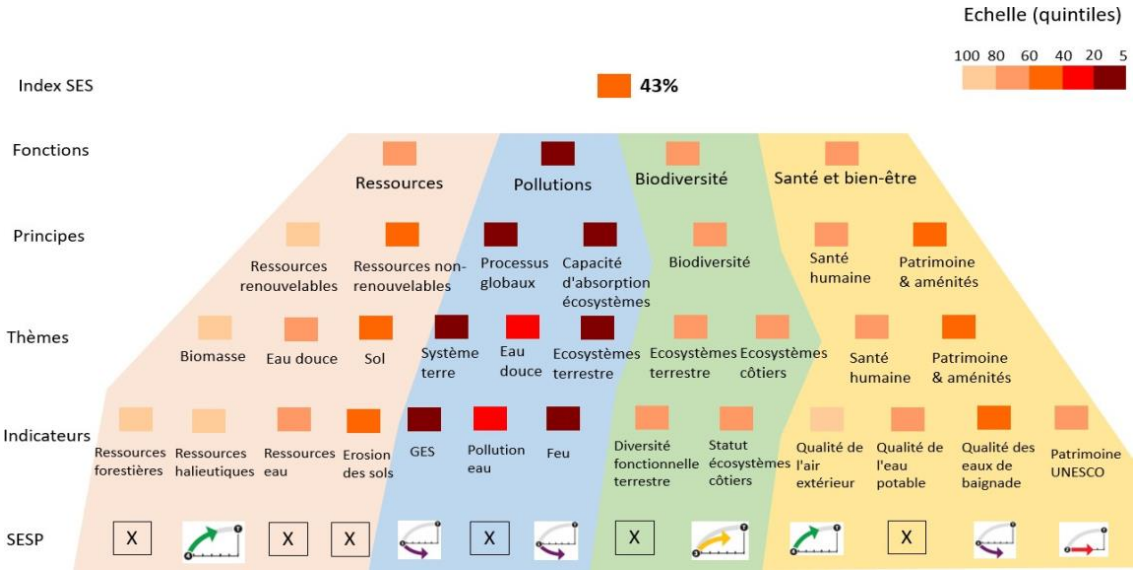


Figure 2 : Scores des indicateurs SES aux différents niveaux d'agrégation et score SESP pour chaque indicateur (X = non renseigné).

Des liens clairs existent entre l'ESGAP et d'autres cadres globaux, politiques et scientifiques, de rapportages d'indicateurs environnementaux.

- Les indicateurs ESGAP peuvent alimenter ou être alimentés par les indicateurs sur l'état de l'environnement des Objectifs de Développement Durable (ODD), en particulier pour les Objectifs 6, 9, 11, 13, 14 et 15. Parmi les indicateurs de suivis des ODD, huit peuvent être directement liés aux indicateurs ESGAP développés ici, particulièrement pour les fonctions ressources et pollutions. Cinq indicateurs de suivis peuvent être liés de manière indirecte, particulièrement aux indicateurs de biodiversité et de santé et bien- être. Seul l'indicateur de bon état de la biodiversité marine ne correspond à aucun indicateur de suivi des ODD.
- La construction de l'ESGAP repose sur l'atteinte d'objectifs scientifiques et de politiques publiques qui deviennent de plus en plus reconnus à l'échelle internationale, notamment avec les négociations en cours du cadre mondial de la biodiversité post-2020 de la Convention sur la Diversité Biologique. En effet, à la différence des ODD, les indicateurs d'état des écosystèmes y sont beaucoup plus nombreux.
- Le cadre ESGAP est une version plus opérationnelle à toutes les échelles de décisions que le cadre des limites planétaires. Il se décline déjà en tableau de bords et indicateurs communicables à des publics divers. Le développement de l'indicateur « *Years to Sustainability* » sur la trajectoire actuel du maintien du capital naturel serait parlant et simple pour comprendre les enjeux de durabilité et les niveaux d'urgences, complémentaire au jour du dépassement lié au calcul de l'empreinte écologique. Le cadre ESGAP permettra également de proposer une valeur monétaire de la soutenabilité à travers le calcul du coût pour l'atteinte de la durabilité (*Monetary ESGAP*). Cette approche est similaire aux Coûts Ecologiques Non Payés conceptualisés dans l'arène de la comptabilité nationale. Elle a pu être testée pour sur la thématique des écosystèmes terrestres en Nouvelle-Calédonie, avec une estimation de la destruction des habitats qui s'élève à 63,6 milliards de francs CFP.

1. Introduction : ESGAP & Nouvelle-Calédonie

Ce rapport est composé de huit sections. La première section revient sur la définition de l'Environmental Sustainability Gap (ESGAP) et décrit les enjeux environnementaux ainsi que les acteurs liés à la gestion de l'environnement en Nouvelle-Calédonie. Les sections deux et trois décrivent les méthodologies employées. La section deux est focalisée sur le processus d'adaptation de l'ESGAP à la Nouvelle-Calédonie, tandis que la section trois se focalise sur les données et les objectifs utilisées pour la construction des indicateurs, ainsi que la méthodologie pour les agréger en indicateurs composites. La section quatre présente les résultats de l'étude. Les sections cinq, six, et sept sont des discussions des résultats de la mise en œuvre de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie. La section cinq discute des implications pour la gestion de l'environnement en Nouvelle-Calédonie. La section six discute des extensions économiques possibles à l'utilisation des indicateurs ESGAP. La section sept discute de la révision du cadre conceptuel global de l'ESGAP. Enfin, les références se trouvent dans la section 8.

Cette première section revient sur les définitions de l'ESGAP, de son cadre conceptuel, ainsi que du tableau de bord et des indices qui y sont associés. Il fait ensuite le point sur les enjeux de soutenabilité de la Nouvelle-Calédonie, et présente les acteurs responsables des politiques publiques, des suivis, et de la protection de l'environnement en Nouvelle-Calédonie.

1.1. Le ESGAP

La définition la plus connue du développement durable[2] vient du rapport Brundtland (Brundtland et al., 1987), qui le définit comme « un développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ». Les économistes ont d'abord interprété cette définition de manière large, en proposant que la durabilité est le maintien dans le temps de la somme des capitaux, incluant le capital naturel, mais aussi le capital financier, humain, social… Cette définition de la durabilité (dite durabilité faible) a été opérationnalisée par l'indicateur d'épargne véritable, dont un rapport de l'AFD en propose sa mise en place en Nouvelle-Calédonie (Brelaud et al., 2009). Une autre vision de la durabilité postule qu'une partie du capital naturel, le capital naturel critique, n'est pas substituable à d'autres formes de capitaux car l'intégrité de ce capital naturel doit être maintenu pour des questions éthiques (éco-centrisme, principe de précaution…) et fonctionnelles (résilience, dépendance des sociétés…) (Ekins et al., 2003 ; Ekins, 2014). Des aspects pratiques liés à la définition du périmètre du capital naturel critique et aux objectifs de son maintien définis par la société ont été un frein à la mise en œuvre de cette approche de la durabilité, mais sont aujourd'hui en passe d'être levés, cette étude participant à son opérationnalisation.

[2] Ici, les termes durabilité et soutenabilité sont utilisés de façon interchangeable.

Pour la mise en place d'une société qui respecte le critère de durabilité forte, les politiques publiques, les acteurs du développement, et les acteurs de la protection de l'environnement ont donc besoin de suivre l'état de l'environnement afin d'évaluer l'efficacité de leurs actions, prioriser des politiques et des mesures de gestion, et ainsi contribuer à la conservation de la biodiversité et du capital naturel.

L'ESGAP (pour *Environmental Sustainability GAP*) est un tableau de bord permettant de suivre l'état de l'environnement pour viser la durabilité forte (Ekins et al., 2019). Cela signifie qu'il se concentre sur le maintien dans le temps de fonctions environnementales nécessaires au bon fonctionnement de la biosphère (Ekins et al., 2003). Son développement repose sur la notion de capital naturel critique à préserver, dont découlent par exemple les travaux sur les limites planétaires (Steffen et al., 2015). Deux indicateurs composites quantitatifs permettent de mesurer le ESGAP, un indicateur composite de mesure de la durabilité par rapport à des standards/référentiels/objectifs (le SES pour *Strong Environmental Sustainability*) et un indicateur composite de mesure du progrès vers l'atteinte d'objectifs environnementaux (SESP pour *Strong Environmental Sustainability Progress*). Quatre fonctions environnementales soutiennent l'ESGAP : l'utilisation durable des ressources naturelles, la charge critique de pollution des écosystèmes, la biodiversité (support à la vie), et la santé et le bien-être humain (Tableau 1).

Ce projet a pour but d'expérimenter la création des indicateurs de l'ESGAP pour la Nouvelle-Calédonie. Le projet repose sur une première étude menée à l'échelle de l'Europe qui a abouti à la réalisation d'une méthodologie et d'un tableau de bord avec les indicateurs SES et SESP. L'objectif du projet pilote est d'enrichir et de mettre en œuvre l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie, afin d'informer la décision publique et d'alimenter le plaidoyer pour l'utilisation de ce type d'outils.

Fonction	Principe	Thème
Ressources	Renouveler les renouvelables	Biomasse (foret et pêche)
		Eau (surface et souterraine)
	Utiliser les ressources non-renouvelables prudemment	Sol
Pollution	Processus globaux	GES et SACO
	Respecter la charge critique des écosystèmes	Ecosystèmes terrestre (ozone, métaux lourd, acidification, eutrophisation)
		Ecosystèmes d'eau douce
		Ecosystèmes marins et côtiers
Support à la vie	Maintenir la biodiversité	Ecosystèmes terrestre
		Ecosystèmes d'eau douce
		Ecosystèmes marins et côtiers
Santé et bien-être humain	Santé humaine	Santé humaine (pollution de l'air intérieur et extérieur, eau potable)
	Patrimoine naturel & aménités	Patrimoine & aménités (Eau de baignade, Sites Patrimoine Mondial UNESCO)

Tableau 1 : Descriptions des fonctions de l'ESGAP, des principes et des thèmes associés. Traduction française des auteurs.

Certains termes ont été modifiés à la traduction pour clarifier les expressions et faciliter la compréhension des acteurs rencontrés sur le terrain:

Source (*source*) -> ressource
Puit (*sink*) -> pollution
Pollution de l'air (*air pollution*) -> qualité de l'air
Aménités (amenities) -> Patrimoine & aménités

1.2. Les enjeux environnementaux en Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie est un territoire particulier en termes d'enjeux environnementaux. C'est un hotspot de biodiversité, qui renferme un fort endémisme. Une série de Biens est inscrit au patrimoine mondial naturel de l'UNESCO, et une zone humide, la Plaine des Lac, est classé par la convention RAMSAR. Elle contient une faible population humaine (environ 280 000 personnes), qui est inégalement répartie sur le territoire, la Province du Sud où se situe la capitale, Nouméa, représentant 75% de la population. L'économie locale a un impact sur l'environnement, notamment les industries du secteur de la mine et la métallurgie.

Les enjeux environnementaux terrestre sont liés aux pressions exercées par les incendies, les phénomènes d'érosion, les sites miniers, la fragmentation des forêts, les impacts érosifs des ongulés introduits (cerf rusa, cochon), ainsi que la géologie particulière des sols ultramafiques qui rend la restauration écologique compliquée. Pour les écosystèmes d'eau douce, les pressions sont les mêmes, s'y ajoutant une perte de biodiversité dulçaquicole par invasion biologique (Black-bass, tortue de Floride, Jacinthe d'eau…). Le milieu marin concentre des enjeux spécifiques, incluant la gestion de la vaste zone économique exclusive et de son Parc Marin de la Mer de Corail, la pêche côtière et récréative, le tourisme et les bateaux de croisière, l'aménagement des côtes, et les apports terrigènes liés aux activités humaines à terre. L'atmosphère est également un enjeu fort, avec les émissions de gaz à effet de serre (GES), le secteur de la mine et métallurgie, les métaux lourds, et l'amiante.

1.3. Les acteurs institutionnels sur les thèmes ESGAP en Nouvelle-Calédonie

Il existe une division particulière des responsabilités en matière de gestion de l'environnement en Nouvelle-Calédonie, ces dernières étant partagées entre l'Etat, le Gouvernement, les Provinces, les Communes, ainsi que les Instances coutumières (Figure 1, page suivante). Par ailleurs, de nombreuses organisations non-gouvernementales ont une influence sur l'environnement ou sur la collecte d'information environnementale, incluant les ONGs locales, internationales et les associations, les organisations internationales, le secteur de la recherche, ainsi que le secteur privé.

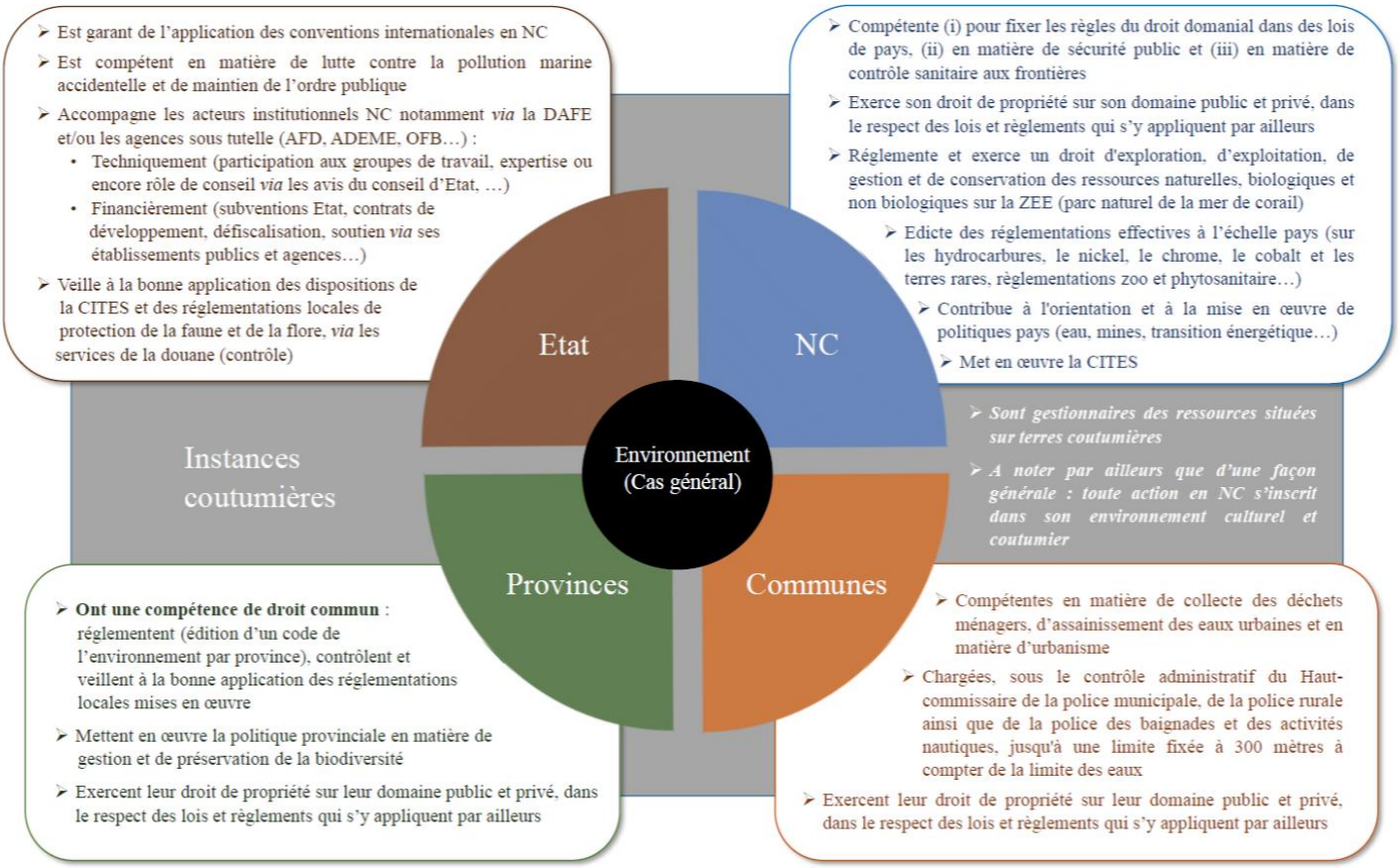


Figure 1 : Répartition des compétences environnementales en Nouvelle-Calédonie. Figure reproduite avec l'autorisation de C. Fort, DAFE.

De nombreux acteurs sont donc producteurs, commanditaires, ou utilisateurs de données environnementales susceptibles d'être utilisées comme indicateurs pour chacune des quatre fonctions de l'ESGAP (Tableau 2, page suivante).

Fonctions ESGAP	Acteurs identifiés pour la mise à disposition de données
Ressources	CPS – Communauté du Pacifique DAM – Direction des Affaires Maritimes DAVAR - Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales du Gouvernement de Nouvelle-Calédonie Exploitants de bois : Bois du Nord & SAEM Sud Forêt ŒIL - Observatoire de l'Environnement Province Nord - Direction du Développement Economique et de l'Environnement Province Sud - Direction du Développement Durable des Territoires
Pollution	CNRT Nickel et son environnement DAFE - Direction du service de l'Etat de l'Agriculture, de la Forêt et de l'Environnement DAVAR - Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales du Gouvernement de Nouvelle-Calédonie DIMENC - Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de la Nouvelle-Calédonie Fonds Nickel IFREMER - Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer IRD - Institut de Recherche pour le Développement ŒIL - Observatoire de l'Environnement Province des îles Province Nord - Direction du Développement Economique et de l'Environnement Province Sud - Direction du Développement Durable des Territoires
Support à la vie	CEN - Conservatoire d'espaces naturels DAFE - Direction du service de l'Etat de l'Agriculture, de la Forêt et de l'Environnement DAVAR - Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales du Gouvernement de NC Endemia – Liste Rouge UICN IFREMER - Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer IRD – Institut de Recherche pour le Développement ŒIL - Observatoire de l'Environnement Province Nord - Direction du Développement Economique et de l'Environnement Province Sud - Direction du Développement Durable des Territoires
Santé et bien-être	Calédonienne des Eaux CEN – Conservatoire d'espaces naturels DASS - Direction des Affaires Sanitaires et Sociales DAVAR - Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales du Gouvernement de Nouvelle-Calédonie Mairies Province Nord - Direction du Développement Economique et de l'Environnement Province Sud - Direction du Développement Durable des Territoires SCAL AIR Université de Nouvelle Calédonie

Tableau 2 : Liste des acteurs ayant fournis les données et des informations qualitatives nécessaires à la construction de l'ESGAP

En plus des acteurs listés dans le Tableau 2, nous avons discuté avec d'autres acteurs transversaux au sein du gouvernement : le Service de l'Aménagement et de la Planification, Direction des Technologies et des Services de l'Information, et le Service de la coopération régionale et des relations extérieures. A l'échelle étatique, l'OFB nous a également apporté sa vision des compétences et des enjeux environnementaux, et à l'échelle régionale, nous avons échangé sur les données et systèmes d'informations portées par le Programme régional océanien de l'environnement (PROE). Nous avons également rencontré ou obtenu des données de plusieurs ONGs (WWF, Pala Dalik), de l'AFD, de l'Institut de la statistique et des études économiques de Nouvelle-Calédonie (ISEE), ainsi qu'une constellation de bureaux d'étude sur l'environnement. Au total, c'est une trentaine d'acteurs qui ont été identifiés sur le territoire.

2. Adaptation du cadre ESGAP à la Nouvelle-Calédonie

L'ESGAP dans sa forme actuelle a été développé conceptuellement en se basant sur l'Union Européenne comme cas d'étude (Ekins et al., 2019). Un des objectifs de ce projet pilote est donc d'évaluer si le cadre est adapté pour une mise en place dans d'autres contextes, et notamment en Nouvelle-Calédonie. Dans cette section est détaillé le processus d'adaptation de l'ESGAP à ce territoire, et les méthodologies employées pour adapter le tableau de bord et les indicateurs au contexte local. Les modifications possibles des fonctions, des thèmes, et des objectifs environnementaux associés à l'ESGAP sont explicitées.

2.1. Le processus d'adaptation du ESGAP

Dans un premier temps, un travail bibliographique a permis d'identifier les enjeux scientifiques ainsi que les acteurs importants à consulter en Nouvelle-Calédonie. Etant donné le grand nombre de dimensions couvertes par l'ESGAP, les acteurs environnementaux de la Nouvelle-Calédonie ont été une source d'information essentielle pour mener à bien ce projet pilote. Par la suite, il a fallu identifier les acteurs clés pour comprendre les enjeux environnementaux, les institutions qui centralisent les données environnementales, et celles qui pilotent la décision (qui ne sont pas forcément les même). Ensuite, par "effet boule de neige" nous avons identifié les acteurs clés sur chaque indicateur/thème environnemental. La cartographie des acteurs responsables de la collecte ou de la diffusion de données environnementale a pris du temps. L'aide de l'antenne locale du WWF a été importante pour faire un premier scan des acteurs disposant de données dans les différentes dimensions de l'ESGAP.

Une trentaine d'acteurs de l'environnement (incluant décideurs, gestionnaires, centres de recherche, associations, et secteur privé) ont été rencontrés afin de discuter de l'intérêt du développement de l'ESGAP pour la Nouvelle-Calédonie, d'adapter si besoin les fonctions environnementales décrites, les objectifs environnementaux et les indicateurs associés aux spécificités calédoniennes, et d'obtenir les données nécessaires à la construction des indicateurs.

Un arbre de décision a été utilisé afin d'analyser l'adéquation des thèmes et des objectifs du ESGAP en Nouvelle-Calédonie (Figure 2). Cette première étape s'est nourri d'entretiens préliminaires avec des acteurs locaux, notamment l'antenne locale du WWF France, pour identifier les enjeux important pour la Nouvelle-Calédonie et les thèmes du ESGAP associés ou non à ces enjeux. Les différents thèmes du ESGAP ont été soit retenus soit écartés suivant les enjeux présents en Nouvelle-Calédonie, la disponibilité d'objectifs environnementaux qui définissent les standards, et de la disponibilité des données pour développer les indicateurs de chaque thème.

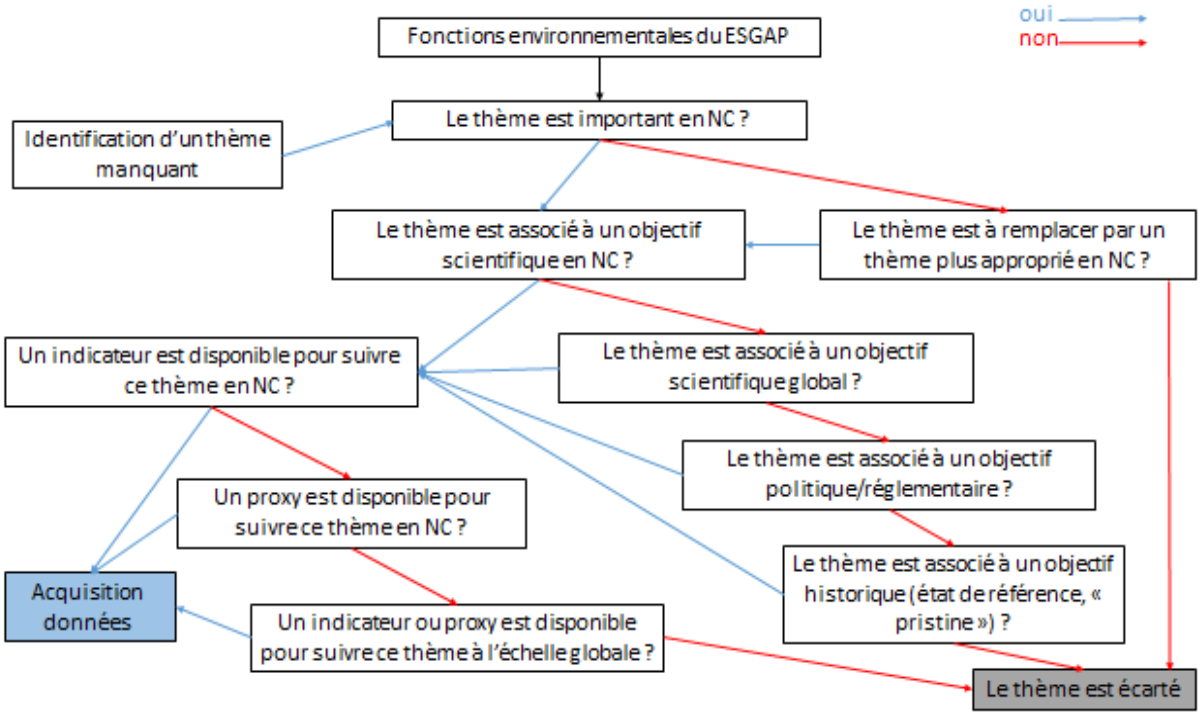


Figure 2 : Arbre de décision pour évaluer la pertinence et la faisabilité d'adapter chaque thème de l'ESGAP au territoire.

Un temps important a ensuite été dédié à la construction de la base de données. Une recherche des données existantes et disponibles publiquement a d'abord été conduite. Les acteurs identifiés ont également été sollicités pour nous fournir les données dont ils disposaient. Les informations disponibles dans les rapports publiés ont ensuite été extraites. Enfin, pour les données qui n'étaient pas disponibles publiquement sous forme de base de données ou de rapport, des échanges et des conventions d'accès aux données ont été nécessaire.

Afin de construire des indicateurs robustes, les bases de données disponibles ont été analysées qualitativement sous le prisme de l'outil RACER (*relevant, accepted, credible, easy to monitor and robust*), notamment utilisé par la Commission Européenne et Eurostats. Enfin, des analyses statistiques et des statistiques spatiales nécessitant l'utilisation de système d'information géographique ont enfin été réalisées pour développer les indicateurs SES et SESP à partir des bases de données collectées.

2.2. Adapter et construire les fonctions et thèmes environnementaux en Nouvelle-Calédonie

Les quatre fonctions du ESGAP sont les ressources, la pollution, le support à la vie, et la santé et le bien-être humain. Les enjeux environnementaux identifiés en Nouvelle-Calédonie

recouvrent ces quatre fonctions de l'ESGAP. Il ne sera donc pas nécessaire de modifier ces fonctions pour couvrir la question de la durabilité de la Nouvelle-Calédonie.

Néanmoins, plusieurs enjeux locaux ne sont pas présents en tant qu'indicateurs dans l'ESGAP développé pour l'Europe :

- **Ressource** : Le secteur mine et métallurgie est un des plus impactant sur l'environnement en Nouvelle-Calédonie et pose la question de l'exploitation durable des ressources naturelles. Dans l'ESGAP et les travaux de Paul Ekins, les ressources non-renouvelables, comme les activités minières, ne peuvent pas être durable par définition et sont donc exclu du calcul de l'ESGAP. Nous restons sur cette ligne de conduite dans ce rapport (d'autres lignes sont envisageables comme le taux de découverte de substituts). Néanmoins, ce secteur d'activité va impacter de manière indirecte d'autres indicateurs (GES, qualité de l'eau, fonctionnalité des écosystèmes).
- **Pollution** : Les incendies sont une pression majeure sur les écosystèmes terrestres, notamment les forêts (De Clerck et al., 2020). Il impacte d'abord les écosystèmes terrestres, mais est également un problème pour les ressources en eau, et peut entraîner des problèmes de bassins versants qui pollueraient ensuite le milieu marin. Nous proposons dans ce rapport un indicateur pour suivre ces impacts.
- **Biodiversité** : La richesse des écosystèmes côtiers et marins, incluant récifs coralliens, herbiers, mangroves, monts sous-marins, et espèces emblématiques (dugong) est différente de ce que l'on peut trouver en Europe, et pose la question des indicateurs de suivis de leur soutenabilité. Il existe également un endémisme terrestre important en Nouvelle-Calédonie, qui est un hotspot de biodiversité. D'autres indicateurs que le *Biodiversity Intactness Index* (BII), comme la liste rouge de l'UICN, pourraient compléter les indicateurs de biodiversité (voir de patrimoine) pour l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie.
- **Santé & bien-être** : d'autres possibilités que de prendre les sites UNESCO sont envisageables, étant donné la part de politique/arbitraire dans la désignation de ces sites. Les sites RAMSAR zones humides sont une autre possibilité.

Certains indicateurs de l'ESGAP ne sont pas applicables en Nouvelle-Calédonie. Les indicateurs liés à l'eau souterraine (ressources + pollution) ne peuvent être renseignés, parce que la plupart des ressources en eau utilisées sont des eaux de surface, et parce que la cartographie des eaux souterraines n'est pas disponible. Cependant, des enjeux de pollution sont possibles, et la situation des ressources en eau est particulière pour la Province des Îles qui ne dispose que d'une lentille d'eau douce. La pollution de l'air intérieur est un autre indicateur n'ayant pas beaucoup de sens à être appliqué ici car il s'agit principalement d'une problématique qui se pose pour les pays où les ménages sont faiblement équipés, ce qui n'est pas le cas en Nouvelle-Calédonie.

Bien qu'il y ait une continuité écologique entre Province Nord et Province Sud (la Grande Terre), les compétences sont différentes, et les suivis environnementaux également. Certains de ces indicateurs sont donc seulement disponibles à l'échelle d'une Province et pas d'une autre.

2.3 Adapter et construire les objectifs environnementaux en Nouvelle-Calédonie

La première étape de la construction des objectifs environnementaux servant de standards à la définition de la soutenabilité a été d'analyser les normes et les recommandations scientifiques locales. Pour ce faire, les documents de politiques publiques environnementales ont été analysés, et les entretiens conduit auprès des différents acteurs nous ont également permis d'identifier les normes existantes.

Très peu d'objectifs réglementaires ni scientifiques définis localement sont disponibles pour les fonctions ESGAP (Tableau 3). Seules les normes de qualité de l'air extérieur font l'objet d'un objectif chiffré à ne pas dépasser. Les objectifs sont basés sur la réglementation métropolitaine, la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) en Province Sud et les recommandations internationales formulées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (Scal'Air, 2018).

Pour la majorité des indicateurs disponibles pour renseigner l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie, il est possible de formuler des objectifs environnementaux. Ces objectifs ne sont pas formulés dans les documents de politiques publiques locaux. C'est le cas pour le bon état du milieu marin (récifs coralliens), la modélisation de l'érosion des sols, la qualité des eaux de baignade, la biomasse halieutique, la pollution de l'eau, la pollution des écosystèmes terrestres, la fonctionnalité des écosystèmes terrestres et l'état de conservation des biens UNESCO. La plupart de ces objectifs peuvent être dérivés des typologies utilisées pour créer les indicateurs, c'est-à-dire que les valeurs quantitatives sont classées comme étant des variations de « bonne », « passable », « insuffisantes »… Pour les récifs coralliens par exemple, le bon état est fixé par des paramètres biologiques et écologiques par des experts et scientifiques locaux, s'appuyant sur des travaux internationaux (Job, 2018). Autre exemple, le bon état de conservation des biens UNESCO est évalué régulièrement par l'UNESCO sur la base de rapports produits par les comités en charge de la gestion des sites localement (CEN pour la Nouvelle-Calédonie) (Osipoval et al 2014, 2017).

Pour définir les objectifs qui ne disposent pas d'une typologie préétablie, comme les émissions de GES, les référentiels sont issus des recommandations de l'ESGAP Gold standard (Ekins et al., 2019) ou de propositions des auteurs. Pour la forêt, il n'existe pas de politique structurée de la gestion des forêts en Nouvelle-Calédonie (Fort, 2020), et un proxy a été utilisé.

Fonction	Indicateur	Description	Type	Valeurs seuils	Unité	Echelle	Temps	Source	Liens ESGAP
Ressources	Ressources forestières	% de surface forestière non-exploitée	Proxy	N/A	Pourcentage de surface	Nouvelle-Calédonie	N/A	ESGAP Global Datasets	Global Datasets
Ressources	Ressources halieutiques	Evaluation de l'atteinte du rendement maximum durable pour cinq espèces pélagiques	Evaluation scientifique des stocks	Atteinte du RMD	Catégorie	Régionale	N/A	CPS	Gold Standard
Ressources	Ressources en eau de surface	Débits disponibles positifs en préservant le débit réservé	Evaluation des cours d'eau	50% DCE 2	m3/j	Province Sud	N/A	Province Sud, DAVAR	Non
Ressources	Erosion des sols	Faible sensibilité à l'érosion	Dire d'experts, modélisation	12	t/km2/an	Grande-Terre	N/A	UNC / Œil	Gold Standard, seuil adapté
Pollution	Gaz à effet de serre	Respect du budget carbone disponible par habitant compatible avec l'Accord de Paris	Règle simplifiée, traité international	2	tCO2/capita	Globale	période 2018-2100	ESGAP Gold Standard	Gold Standard
Pollution	Pollution feu	Aucune surface boisée brûlée causée par des feux d'origine humaine	Proposition des auteurs	0	Hectares	Nouvelle-Calédonie	N/A	Auteurs, Œil	Non
Pollution	Pollution des eaux de surface	Indicateurs IBS et IBNC en bon état	Index	IBS >= 5.45 et IBNC >= 5.3	Sans unité	Sites	N/A	Œil, Ethyco, 2015	Non
Biodiversité	Diversité fonctionnelle terrestre	"Biodiversity Intactness Index", score moyen de la Nouvelle-Calédonie rééchelonné avec les seuils	Dire d'experts, modélisation	Abondance >= 0.9 et Richesse spécifique >= 0.8	Echelle 0-1	Globale	N/A	ESGAP Gold Standard; Steffen et al., 2015; Usubiaga et al., 2019	Gold Standard, seuil adapté
Biodiversité	Statut écologique des écosystèmes côtiers	Récifs coralliens en état satisfaisant	Index, proposition des auteurs	"Etat satisfaisant"	Catégorie	Sites	N/A	Pala Dalik	Non
Santé & bien-être	Qualité de l'air extérieur	Exposition sans danger aux particules PM2.5	Réglementations France, ICPE Province Sud et OMS	10 et 25	µg/m3	Nouméa	N/A	ESGAP Gold Standard, Scal'Air	Gold Standard
Santé & bien-être	Qualité de l'eau potable	Unités de distribution d'eau potable disposant de traitement	Proxy	100	%	Nouvelle-Calédonie	N/A	DASS / DAVAR	Non
Santé & bien-être	Qualité des eaux de baignade	Evaluation de la qualité de l'eau incluant les paramètres "Entérocoques intestinaux" et "Escherichia Coli"	Basée sur les normes ISO 7899-1 / ISO 7899-2 pour les Entérocoques et ISO 9308-3 / ISO 9308-1 pour E. Coli	"Excellent"	Catégorie	Sites	N/A	DASS	Gold Standard, seuil adapté
Santé & bien-être	Patrimoine UNESCO	Evaluation du statut de conservation des Sites Patrimoine Mondial UNESCO	Evaluation d'experts	"Good conservation outlook"	Catégorie	Sites	N/A	Osipova et al. 2014	Gold Standard

Tableau 3 : Objectifs environnementaux retenus pour l'ESGAP Nouvelle-Calédonie

3. Construction des indicateurs retenus pour le ESGAP en Nouvelle-Calédonie

Cette section détaille les objectifs et les indicateurs qui ont été retenus pour la création de l'ESGAP, puis retranscrit les données et les méthodologies employées pour construire la base de données des différents indicateurs de l'ESGAP qui a servi à calculer le tableau de bord ainsi que le SES et le SESP.

3.1. Synthèse des objectifs et indicateurs retenus pour la création de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie

La phase d'adaptation et de construction des thèmes et des objectifs environnementaux de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie a permis d'identifier deux indicateurs pour lesquels les informations disponibles étaient suffisantes, ainsi que onze indicateurs pour lesquels il étaient possible de définir des objectifs et de collecter les données appropriées pour leur construction (Tableau 4). Il existe une cohérence entre la disponibilité d'objectifs, qui impliquent un suivi et une attention des politiques publiques, et la disponibilité de données pour évaluer ces objectifs (diagonale en haut à gauche vers en bas à droite sur le Tableau 4). Néanmoins, la majeure partie des indicateurs du thème charge critique des écosystèmes fait partie des objectifs possible à évaluer mais pour lesquels les données ne sont pas disponible en Nouvelle-Calédonie. Plusieurs indicateurs sont également suivis de manière précise en Nouvelle-Calédonie (Erosion des sols, GES, état des écosystèmes, eau de baignade), sans que des objectifs scientifiques ou politiques soient directement applicables. Les trois types d'écosystèmes disposent d'indicateurs de suivis, soit dans la fonction pollution (eau douce), soit dans la fonction biodiversité (milieu marin), soit dans les deux (milieu terrestre).

		Indicateur		
		Disponible	Possible	Pas possible/incomplet
Objectif	Disponible	Air extérieur Bien UNESCO		
	Possible	Erosion des sols GES Etat écosystème marin Eau de baignade	Ressource eau de surface Biomasse forêt Biomasse pêche Pollution eau de surface Pollution écosystème terrestre (feu) Etat écosystème Terrestre Eau potable	SACO Pollution écosystème marin Pollution écosystème terrestre (ozone, métaux lourd, acidification, eutrophisation) Air intérieur
	Pas possible			Ressource eau souterraine Etat écosystème eau

Tableau 4 : Synthèse des indicateurs et des objectifs retenus dans l'étude ESGAP Nouvelle-Calédonie. En orange, la fonction ressources naturelles. En bleu, la fonction pollution. En vert, la fonction biodiversité. En jaune, la fonction santé & bien-être

Par rapport aux indicateurs développés par l'étude ESGAP en Europe, 12 des 22 indicateurs ESGAP ont pu être remplis pour le SES (Figure 3). Au moins un jeu de données par

fonction a donc pu être mobilisé. Un indicateur a été ajouté aux SES et SESP, la surface arborée et arbustive brûlée par année, dans la fonction charge critique de pollution des écosystèmes.

Pour le SESP, 7 des 22 indicateurs ESGAP ont pu être remplis (Figure 3). Pour certains indicateurs, les données ne sont disponibles que pour une année, ou des ruptures méthodologiques existent. C'est le cas pour quatre des indicateurs remplis pour le SES, l'érosion des sols, la biodiversité terrestre, la pollution des eaux de surface et la qualité de l'eau potable.

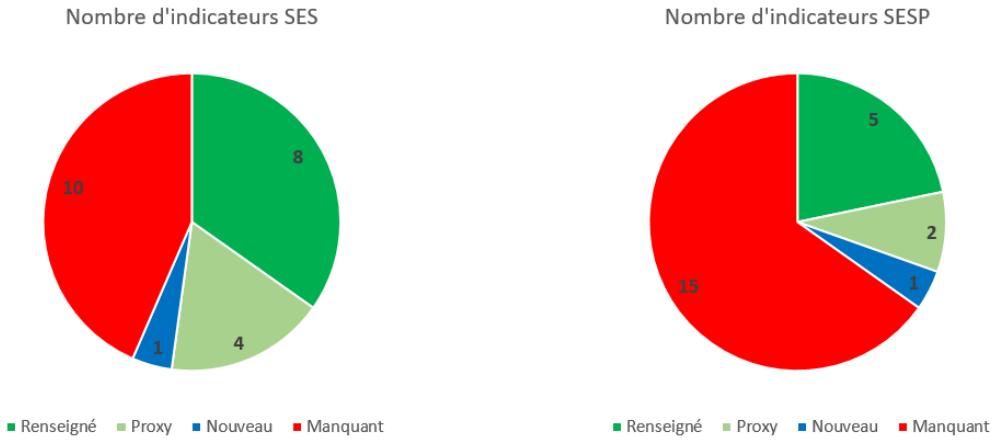


Figure 3 : Statut des indicateurs pour le SES et pour le SESP de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie

Pour les indicateurs SES, 4/5 ont été remplis pour la fonction utilisation durable des ressources, 2/9 pour la fonction charge critique de pollution des écosystèmes, 2/3 pour la fonction biodiversité, et 4/5 pour la fonction santé et bien-être humain. Les fonctions ressources et santé & bien-être sont renseignées à partir d'indicateurs qui sont facilement disponibles pour compiler l'ESGAP (Figure 4). Pour la biodiversité, en revanche, seuls ⅔ sont disponibles, dont 1 provenant de données locales et 1 provenant d'une base de données internationale. C'est pour la fonction charge critique que les problèmes de disponibilités de données pour remplir les indicateurs sont les plus importants.

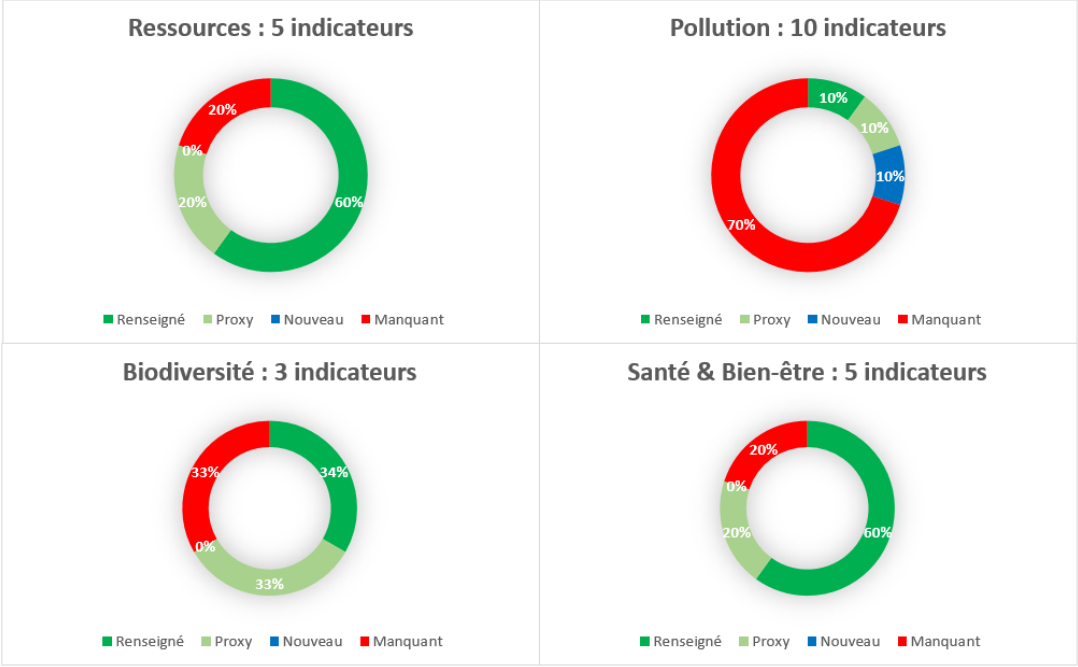


Figure 4: Statut des indicateurs SES du ESGAP en Nouvelle-Calédonie

La mise en œuvre de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie a permis de questionner trois enjeux environnementaux : les récifs coralliens, le feu, et les activités minières. L'état de santé des récifs coralliens est un enjeu de biodiversité en Nouvelle-Calédonie qui n'est pas présent en Europe, et pour lequel des données de suivis existent à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie (suivi RORC) et à l'échelle global (initiative GCRMN). Il a donc été utilisé pour l'indicateur de biodiversité marine. Le feu a été intégré comme indicateur supplémentaire à l'ESGAP car c'est une pression importante sur l'environnement en Nouvelle-Calédonie, associée à la fonction de charge critique des écosystèmes. Les activités minières et métallurgiques exercent également de fortes pressions sur les quatre fonctions de l'ESGAP. Leur contribution n'est pas prise en compte directement, mais elles influencent indirectement les scores de plusieurs indicateurs : les émissions de GES, la pollution des écosystèmes d'eau douce, et la fonctionnalité des écosystèmes terrestres.

3.2. Description détaillée de la construction des indicateurs

Dans cette section, nous détaillons les données utilisées pour la construction des indicateurs ESGAP en Nouvelle-Calédonie. Un état des lieux des données disponibles est produit pour chaque indicateur (Tableau 5), qui décrit l'existence et la représentativité des données, leur accessibilité, et deux facteurs importants pour la construction des indicateurs ESGAP qui sont leur spatialisation et la disponibilité de séries temporelles. Nous n'avons retenu pour cette étude que les indicateurs dont les données étaient représentatives ou partiellement représentatives de la Nouvelle-Calédonie.

Les données utilisées pour chaque indicateur sont ensuite décrites sommairement. Des informations détaillées sont fournies pour les données qui ont nécessité un traitement particulier pour être exploitables. C'est le cas pour les informations qui ne sont pas standardisées à une échelle internationale, et pour les proxys utilisés, afin de construire les indicateurs de ressource en eau, pollution des écosystèmes terrestres, pollution des écosystèmes aquatiques, et biodiversité terrestre.

Indicateur	Données existent	Données sont représentatives de la NC	Données sont accessible publiquement	Données sont accessibles sur demande	Données nécessitant une autorisation particulière	Données couvrent plusieurs années
Ressources forestières	(X)	X	X			(X)
Ressources halieutiques	X	(X)	X	X		X
Ressources en eau de surface	X	(X)		X		
Ressources en eau souterraine						
Erosion des sols	X	X	X			
GES	X	X	X			X
SACO						
Pollution Ozone	X		X	X		X
Pollution métaux lourds	X		X	X		X
Pollution acidification	X		X	X		X
Pollution eutrophication	X		X	X		X
Pollution feu	X	X	X	X		X
Pollution des eaux de surface	X	(X)			X	X
Pollution des eaux souterraines						
Pollution écosystèmes marins et côtiers						
Diversité fonctionnelle terrestre	X	(X)	X			
Statut écologique des écosystèmes d'eau douce						
Statut écologique des écosystèmes côtiers	X	X	X			X
Qualité de l'air intérieur						
Qualité de l'air extérieur	X	(X)	X			X
Qualité de l'eau potable	(X)	X	X			
Qualité des eaux de baignade	X	X	X			X
Patrimoine UNESCO	X	X	X			X

Tableau 5 : Analyse qualitative des données disponibles pour les différents indicateurs de l'ESGAP. Le symbole '(X)' indique que le critère n'est que partiellement rempli.

- **Ressources forestières**

Historiquement, l'exploitation forestière était une source importante de destruction d'habitats naturels et de changement d'usage des sols. Aujourd'hui, cette activité ne se pratique plus que sur un foncier restreint (quelques milliers d'hectares) et très majoritairement hors des massifs forestiers naturels (plantation ex nihilo), principalement en utilisant des espèces non-endémiques (pin caraïbes) ou natives (santal) à croissance rapide et des espèces endémiques (kaori, pin colonnaire) à croissance lente. La dernière étude agrégée sur les données de surface d'exploitation forestière date de 2020 sur des données de 2015, et a été effectuée pour le compte de la FAO (Fort, 2020). Elle fait suite à une étude de 2010 (Oddi et Dang, 2010). C'est donc un indicateur approximatif de la variable que l'on cherche à décrire (proxy) en termes de surface forestière mise en exploitation, plutôt qu'en prélèvement de biomasse, qui est utilisé dans cette étude.

- **Ressources halieutiques**

Les données utilisées pour l'indicateur d'exploitation durable de la biomasse des ressources halieutiques proviennent de l'évaluation menée régulièrement par la Communauté du Pacifique (CPS) sur l'évaluation des stocks et de la pêche thonière dans le Pacifique

occidental et central (Brouwer et al., 2019). La construction de l'indicateur se base sur l'atteinte d'une mortalité compatible avec le Rendement Maximum Durable (RMD) pour les quatre espèces évaluées : le germon du sud (thon blanc), le thon obèse, la bonite et le thon jaune.

- **Ressources en eau**

Il n'existe pas d'indicateur utilisable directement qui s'appuierait sur un objectif environnemental en Nouvelle-Calédonie à l'heure actuelle. Un des objectifs du Schéma d'orientation pour une politique de l'eau partagée (PEPNC) est de faire un état initial de la ressource en eau sur le territoire, d'ici 2023 (DAVAR, 2019). Sur la Grande Terre, c'est majoritairement les eaux de surface qui sont utilisées. Quatre-vingt-dix pourcents de l'eau potable vient des eaux de surface (DAVAR, 2019). Les eaux souterraines représentent une faible part de l'eau consommée. Les Débits Caractéristiques d'Étiage (DCE) sont disponibles pour les années 2008 et 2014 (Romieux et Wotling, 2016). Les Débits Caractéristiques d'Étiage représentent la valeur du débit journalier en-dessous duquel l'écoulement descend 10 jours consécutifs dans l'année.

La Province Sud a commandé des bilans ressources en eau (BRE) pour différents bassins versants, dans les secteurs qui ont fait l'objet d'une étude spécifique. Ces secteurs ont été ciblés au regard de la connaissance de terrain (secteurs sensibles en étiage, assecs connus, développement croissant de la demande agricole principalement) (Gwennaelle Bourret, comm. pers.). Ce sont ces données, synthétisées dans une couche cartographique, qui ont été utilisées pour produire l'indicateur de charge critique des milieux aquatiques de l'ESGAP (Province Sud, 2020). Des différents scénarios des BRE formulés, a été utilisé celui sur une période de 5 ans utilisant la formule :

$$Q\ disponible\ d'un\ tronçon = Débit_{brut\ tronçon} - Débit_{réservé\ à\ maintenir} - (Somme\ de\ tous\ les\ prélèvements\ amonts\ à\ l'exutoire))$$

avec un débit réservé de 50% DCE d'une période de 5 ans. En l'absence de données suffisantes sur les débits biologiques des cours d'eau de Nouvelle-Calédonie, la Province Sud a fait le choix de retenir cette hypothèse. L'acquisition future des connaissances sur chaque cours d'eau pourra amener à préciser ces hypothèses. Ainsi, la Province Sud a effectivement évalué pour chaque tronçon un débit mobilisable. Ce travail a été réalisé sur une période décennale (besoin agricole étant le premier consommateur) puis rapporté au mois (30 jours) pour un confort d'utilisation (Gwennaelle Bourret, comm. pers.). Les autres hypothèses présentent dans le rapport utilisent des périodes différentes (2 ans, 10 ans, 100 ans -plus la période est grande, plus le risque de stress hydrique est grand). Certains scénarios modifient également le débit réservé, qui n'est pas nécessairement adapté à tous les cours d'eau.

A ce jour, seule la Province Sud dispose de données. La Province Nord n'a pas engagé ce type d'étude. Sur les îles Loyautés, c'est la lentille d'eau douce qui est utilisée, et aucune donnée à ce sujet n'a été trouvée. En l'absence d'autres données quantifiées sur l'état des ressources en eau, c'est donc les BRE de la Province Sud qui sont utilisés ici.

- **Erosion des sols**

Nous avons utilisé ici le modèle RUSLE qui évalue le risque d'érosion en Nouvelle-Calédonie par l'UNC (Dumas, 2010). C'est le même modèle qui est utilisé pour la version européenne de l'ESGAP. Ce modèle a été développé pour une seule période de temps, la

décennie 2001-2010. La classification du risque d'érosion utilise un référentiel de 12T/ha/an, différent du seuil de 1T/ha/an utilisé dans la version européenne du modèle Europe.

- **Gaz à effet de serre**

L'observatoire de l'énergie de la DIMENC compile un inventaire des émissions directes uniquement pour la Nouvelle-Calédonie, par secteur d'activité, en tonnes de CO2 équivalent[3]. Les données sont disponibles entre 2005 et 2016. C'est le standard de l'ESGAP Gold Standard qui est utilisé ici.

- **Pollution des écosystèmes terrestres (feu)**

La source principale de pollution aujourd'hui en Nouvelle-Calédonie vient du feu. Historiquement, il existait de nombreux usages du feu, dont celle importante d'usage du feu pour la prospection et l'exploitation des gisements miniers avant l'accès à la mécanisation lourde. Une nouvelle méthodologie utilisant le satellite européen Sentinel a été mise en application pour cartographier les surfaces brûlées en 2018 et 2017 (De Clerck et al., 2020). Avant 2018, d'autres données satellites moins précises étaient utilisées. Etant donné cette rupture méthodologique, il n'est pas possible de comparer les données 2018 avec les données des années précédentes, sauf 2017. Par ailleurs, aucun objectif normatif n'existe pour constituer un standard. Un "seuil naturel" est proposé par l'Oeil pour discrétiser en trois catégories le pourcentage de surface brûlée, qui s'appuie juste sur la statistique spatiale et qui n'a pas de valeur scientifique ni juridique. Nous proposons ici d'utiliser la surface d'habitat boisé et arbustif (tels que défini dans le Mode d'Occupation des Sols 2014) comme indicateur de charge critique des écosystèmes terrestres. L'impact des feux sur le couvert forestier pourrait affecter sur le long terme l'occupation des sols et la fragmentation des habitats, ce qui pourrait également modifier l'indice BII. Utiliser cet indicateur pose donc le risque de double-comptage.

- **Pollution écosystèmes aquatiques**

L'observatoire de la ressource en eau de la DAVAR produit à l'échelle du territoire un suivi de la qualité des écosystèmes d'eau douce, compilé dans la base de données Hydrobio de l'œil. Deux indicateurs de pollution des cours d'eau sont actuellement disponibles: l'IBS (Indice Biotique Sédimentaire) pour les pollutions aux particules fines et l'IBNC (Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie). Ces données sont disponibles sur plusieurs années, collectées sur un ensemble représentatif de cours d'eau, et des seuils sont produits (ETHYCO, 2016). Une demande d'autorisation d'utilisation des données est nécessaire, car bien que l'Oeil ait mis en place une base de données pour bancariser les relevés, il n'est pas propriétaire de celles-ci. Les 13 propriétaires de ces données ont donc été contactés, et la plupart ont répondu positivement à notre sollicitation. Tous les suivis bancarisés ne sont pas de la même qualité, nous limitons donc l'analyse aux données IBS et IBNC contenant plus de 10 taxons bio-indicateurs et qui sont issues de relevés effectués en période d'étiage, entre septembre et décembre (N. Mary, pers. comm). Deux séries de données existent, la méthodologie ayant été mise à jour en 2016. Il est toujours possible d'utiliser les échantillons prélevés après 2016 pour calculer les indicateurs selon l'ancienne méthode. Nous utiliserons les échantillons avec la nouvelle méthode pour calculer le SES. Nous avons obtenu les autorisations de la majorité des propriétaires, correspondant à 292 échantillons depuis 2016. Concernant la représentativité des données à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie, elle est très discutable (même avec toutes les données en base) car des lots de

[3] Disponible ici : https://dimenc.gouv.nc/energie/lobservatoire-de-lenergie

données volumineux/importants viennent des suivis réglementaires en zone d'exploitation minière et cela ne reflète pas le contexte global (A. Bertaud comm. pers.).
En gardant seulement les échantillons prélevés pendant la période d'étiage et contenant au moins 10 taxons, nous obtenons 180 échantillons exploitables. Les données sont disponibles avec cette méthode pour 2016, 2017, 2018, et 2019, mais peu d'échantillons sont disponibles en 2018 (30) et 2019 (18). Les données de 2017 (68 échantillons disponibles) ont donc été utilisées. Pour les échantillons utilisant la méthode pré-2016, 575 sur 1214 échantillons sont conservés sur les mêmes critères de sélection.

- **Biodiversité terrestre**

L'ESGAP européen utilise l'indicateur Biodiversity Intactness Index (BII) (Usubiaga et al. 2019). C'est un indicateur qui mesure le degré d'impact humain sur les écosystèmes (anthropisation, ...). Le modèle utilise deux aspects de la biodiversité : la richesse spécifique et l'abondance. Deux études récentes modélisent cet indicateur à l'échelle globale de manière spatialement explicite. La première étude date de 2016 et les auteurs sont en contact avec l'équipe d'UCL pour avoir plusieurs points dans le temps en utilisant cette ancienne version du modèle (Newbold et al., 2016). La plus récente date de 2019 et améliore le modèle mais ne modélise le BII que pour une année (Sanchez-Ortiz et al., 2019). Il n'est donc pas possible de l'utiliser pour le SESP, mais elle [cette version] est utilisée pour le SES. Deux seuils scientifiques sont ensuite déterminés pour ces deux paramètres pour caractériser un écosystème comme "intact". Ces seuils retenus sont 90% pour l'abondance et 80% pour la richesse dans le cadre des limites planétaires, mais un écart énorme existe (certains experts suggèrent un seuil de 30%) (Steffen et al., 2015). En appliquant la méthode de calcul d'UCL à la Nouvelle-Calédonie, le BII serait de 0%, car aucune surface en Nouvelle-Calédonie ne dépasse une abondance de 90%. La méthode de calcul a été modifiée, en prenant comme indicateur la distance entre le seuil de 90% (80%) et la valeur moyenne de l'abondance (richesse) pour toute la Nouvelle-Calédonie.

- **Biodiversité marine**

Le suivi le plus complet sur l'état des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie est mené par une association, Pala Dalik, depuis de nombreuses années (d'autres suivis ponctuels existent, dont des suivis réalisés dans les aires marines protégés par l'UNC). Elle donne une idée du bon état de santé des récifs coralliens, ainsi qu'une évolution temporelle de chaque station évaluée à l'aide d'analyses statistiques. Ce sont des bénévoles qui réalisent les suivis, sur la base d'un guide méthodologique RORC. A l'échelle française, l'Ifrecor utilise cette base de données, ainsi que d'autres données ponctuelles, pour faire son état des lieux quinquennal des récifs coralliens. C'est également sur cette base que le GCRMN a établi son état des lieux du Pacifique en 2018.

- **Qualité des eaux de baignade**

C'est la DASS qui collecte les données sur la qualité des eaux de baignade des communes. Elle se base sur différentes valeurs seuils pour fixer la qualité des eaux de baignade (bon, moyen, mauvais, nécessite la fermeture). Deux réglementations sont utilisés pour fixer les seuils des différentes catégories : la réglementation néo-calédonienne dans la délibération 23/CP du 1er juin 2010 et l'arrêté n°2010-3055/GNC du 1 septembre 2010 pour les seuils « bon » et « nécessite la fermeture », et la réglementation définie par l'ANSES en France métropolitaine pour les seuils entre les catégories « moyen » à « mauvais ». Les données sont disponibles de manière agrégée pour toutes les communes pour les années 2015 et 2017. Quatre stations à Nouméa sont présentes en 2015 et pas en 2017. Par souci de

comparaison, nous avons donc enlevé ces 4 stations de la base de 2015 (Plage 1000, Plage de Kaméré, Promenade Pierre Vernier Hobby Cats, Tindu).

- **Qualité de l'eau potable**

Quatre-vingt-quinze pourcent de la population de Nouvelle-Calédonie est alimentée en eau courante (ISEE, 2016). Pour développer un indicateur comparable à l'ESGAP européen, un proxy a été utilisé, le pourcentage d'unité de distribution d'eau potable qui ne traite pas l'eau avant distribution. Cet indicateur est un proxy qui n'est pas totalement satisfaisant, car la population peut avoir de l'eau traitée qui dépasse quand même des seuils de qualité chimique ou biologique. Un autre obstacle si l'on utilise ces données est la détermination d'un objectif. Il apparaît peu réaliste de viser 100% de la population connectée à un réseau d'eau potable traitée (objectif utilisé ici par défaut).

- **Qualité de l'air**

Scal'Air dispose de données sur la qualité de l'air, notamment les PM2.5 et les PM10. Ici, nous suivons la méthodologie de l'ESGAP européen et ne prenons en compte seulement les PM2.5, pas les PM10. Le réseau opéré par Scal'Air ne concerne que la Province Sud. Les données sur d'autres polluants, responsables des pollutions provenant du trafic routier et de l'industrie (SOX, NOX) ne sont pas prises en compte pour l'instant.

- **Patrimoine UNESCO**

L'Etat de conservation des biens inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO fait l'objet d'une évaluation périodique (2014 et 2017 pour l'instant), et classe l'état de conservation de ces biens selon les rapports d'évaluation produit localement (Osipova et al., 2014 ; 2017). La même méthode que l'ESGAP européen est utilisée, en attribuant une note de 1 à 4 selon le classement du Biens. Ici, la note est de 3 sur 4 (75%) car le bien est classé « Good with some concerns ».

3.3 Le calcul des indicateurs composites

Les méthodes d'agrégation des indicateurs du tableau de bord de l'ESGAP pour calculer les deux indices composites, le SES et le SESP, sont décrites ci-dessous. Elles reprennent les méthodes décrites dans le rapport méthodologique de l'équipe UCL pour l'ESGAP européen.

Strong Environmental Sustainability

Le SES est calculé comme la différence entre la valeur actuel et l'objectif environnemental, sur une échelle de 5 à 100, 5 étant le plus mauvais score et 100 l'atteinte de l'objectif. La normalisation des éléments entre 5 et 100 a été effectuée en utilisant la formule :

(1) $$value_{new} = \frac{max_{new} - min_{new}}{max_{old} - min_{old}} \times (value_{old} - max_{old}) + max_{new}$$

Dans certains cas, par exemple pour les GES qui ont une valeur minimale inférieure à la borne inférieure recommandée par le ESGAP (5%), ainsi que pour le BII qui doit être re-normalisé car les seuils sont de 90 et de 80 pour la richesse et l'abondance respectivement, nous utilisons la formule de normalisation suivante, où les valeurs minimums et maximums (gpmin et gpmax) sont les bornes de l'indicateur ESGAP (5 et 100) :

$$norm = norm_{min} + (gp_{max} - norm_{min}) \frac{value - gp_{min}}{gp_{max} - gp_{min}} \quad (2)$$

Une moyenne géométrique est utilisée pour agréger les résultats aux différents niveaux des thèmes, principes, fonctions, puis au niveau de l'index final. A la différence de la moyenne arithmétique, la moyenne géométrique est moins sensible aux valeurs les plus élevées. Les indicateurs ne sont pas pondérés, mais le poids étant le même pour chaque entité à chaque niveau d'agrégation.

Normalement, les données sources utilisées pour calculer le SES (et le SESP) sont des valeurs absolues dans l'unité de mesure appropriée à la dimension du ESGAP étudiée (par exemple émissions de CO2 équivalent pour l'aspect gaz à effet de serre). Cependant, dans certains cas, nous n'avons eu accès seulement à des indicateurs "secondaires", c'est-à-dire qui sont déjà classifiés selon une échelle de bon état, sans la valeur absolue correspondante. C'est le cas pour la qualité des eaux de baignade, l'érosion des sols, le bon état du milieu marin, l'état de conservation des biens UNESCO, et la pollution des écosystèmes aquatiques. Cette utilisation d'indicateurs à la place de données absolues ne pose pas de problème dans la définition du SES, puisque l'on peut définir une valeur de 0 à 100 à partir de ces données. En revanche, il n'est pas possible d'estimer une valeur pour la sévérité du SES à partir de ces données.

Strong Environmental Sustainability Progress

Le SESP est calculé sur la base de la trajectoire actuelle de la dimension étudiée par rapport à la trajectoire linéaire pour atteindre l'objectif environnemental. Dans la mesure du possible, elle est calculée sur une période de cinq ans. Les formules suivantes sont utilisées pour le calcul du SESP. La formule (3) est utilisée pour le calcul de la trajectoire actuelle de chaque indicateur, et la formule (4) est utilisée pour le calcul de la trajectoire qui permettrait d'atteindre l'objectif à une année donnée. Cette année d'atteinte de l'objectif a été fixée à 2030 de manière arbitraire, mais fait également référence à la temporalité pour atteindre les ODD et est la valeur utilisée dans la version européenne de l'ESGAP. La formule (5) permet de calculer le ratio entre la trajectoire actuelle et la trajectoire permettant d'atteindre l'objectif en 2030 pour chaque indicateur.

$$CAGR_a = \left(\frac{y_{t_1}}{y_{t_0}}\right)^{\frac{1}{t_1 - t_0}} - 1 \quad (3)$$

$$CAGR_r = \left(\frac{x_{t_r}}{y_{t_0}}\right)^{\frac{1}{t_r - t_0}} - 1 \quad (4)$$

$$R_{a/c} = \frac{CAGR_a}{CAGR_r} \quad (5)$$

Note sur la sévérité

Les deux premiers indicateurs ne nous donnent pas d'indication sur la sévérité du dépassement de l'objectif environnemental. Par exemple, pour la qualité des eaux de baignade, n'est prise en compte que le pourcentage des stations avec une excellente qualité, la valeur du SES et SESP étant donc la même quel que soit la valeur pour les autres stations ("bonne qualité", "qualité insuffisante", "mauvaise qualité"...). Un développement futur du ESGAP serait de mettre en place un indice de sévérité pour chaque indicateur, afin d'obtenir une information plus riche sur l'état de la durabilité.

4. Résultats : le tableau de bord ESGAP en Nouvelle-Calédonie

Cette section détaille les résultats du tableau de bord et des indices SES et SESP pour la Nouvelle-Calédonie. Elle fait ensuite un point sur les liens entre les indicateurs ESGAP développés et deux autres initiatives internationales de suivi de l'environnement, les Objectifs de Développement Durable (ODD) et le suivi des objectifs du cadre mondial pour la biodiversité post-2020.

4.1. Le tableau de bord de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie

Le score de l'index SES est de 43% (Figure 5). Cette valeur est principalement due à la faible soutenabilité de la fonction de charge critique en pollution des écosystèmes (10%), liée aux fortes émissions de GES et à l'impact du feu sur les écosystèmes en Nouvelle-Calédonie. Les autres fonctions de l'ESGAP sont relativement durables. C'est la fonction biodiversité qui est la plus durable (73%), suivie de la fonction ressources (68%), puis santé et bien-être (67%), et enfin charge critique en pollution.

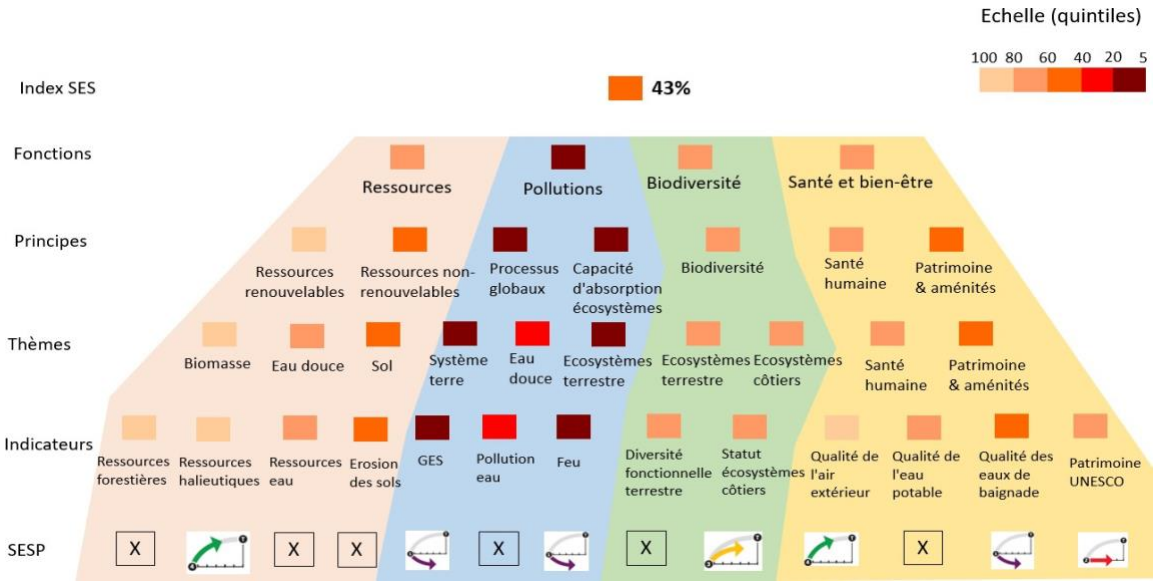


Figure 5: Scores des indicateurs SES aux différents niveaux d'agrégation et score SESP des indicateurs.

Le progrès vers la soutenabilité est négatif pour trois indicateurs, les GES, le feu, et la qualité des eaux de baignade, c'est-à-dire que ces indicateurs s'éloignent de leur objectif. La valeur de soutenabilité est stable pour le patrimoine UNESCO. Le progrès vers la soutenabilité est positif mais plus faible que la trajectoire nécessaire pour atteindre l'objectif pour le statut de bon état des écosystèmes côtiers. Enfin, la qualité de l'air extérieur et les ressources halieutiques suivent une trajectoire conforme à leurs l'objectifs de soutenabilité.

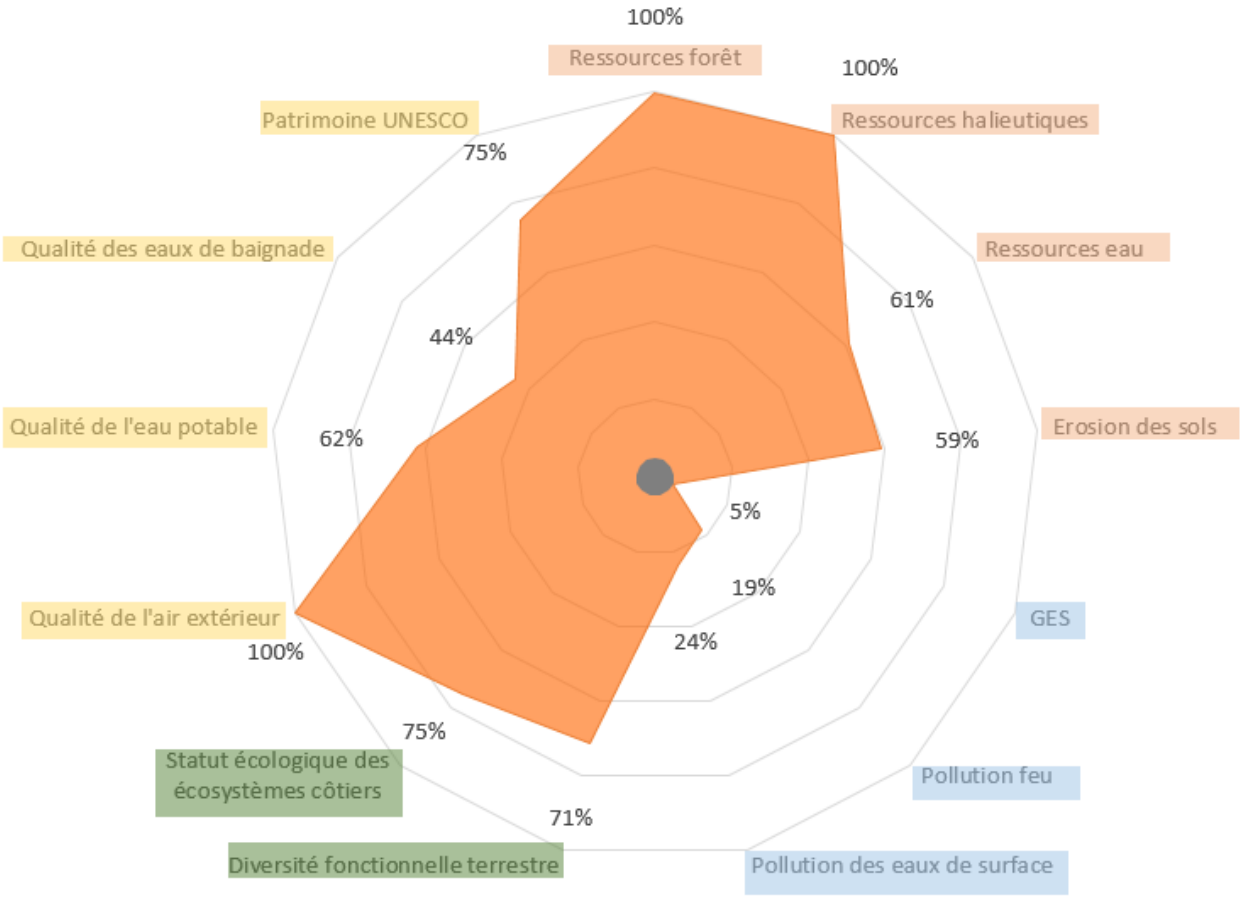


Figure 6 : Valeurs (en pourcentage d'atteinte de l'objectif) pour les indicateurs retenus dans le SES en Nouvelle-Calédonie. Le fond orange représente le score SES global

Les plus faibles valeurs de durabilité SES sont associées à la fonction de charge critique des écosystèmes. C'est aussi celle pour laquelle le moins d'indicateurs de l'ESGAP ont pu être construite. Cette fonction tire l'index SES vers le bas.

4.2. Liens entre les indicateurs de l'ESGAP et deux grands cadres internationaux de suivi de la soutenabilité

Les différents indicateurs de l'ESGAP pourraient être utilisés pour le rapportage des Objectifs du Développement Durable (ODD). Une partie des ODDs réfèrent en effet à la durabilité, bien que la plupart des indicateurs de suivis des ODDs soient des indicateurs de suivi des moyens (ressources, documents de politiques publiques, proportions d'aires protégées), plutôt que des suivis d'état de l'environnement.

Les indicateurs SES du ESGAP abordent en effet des thèmes présents dans plusieurs des 17 ODDs, dont l'objectif 6, 9, 11, 13, 14, et 15[4] (Figure 7). On peut directement relier les

[4] « Objectif 6. Garantir l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissement gérés de façon durable », « Objectif 9. Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation », « Objectif 11. Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à

indicateurs ESGAP mis en place en Nouvelle-Calédonie à 8 indicateurs de suivis des ODDs. Les données ESGAP pourraient donc servir pour le rapportage des ODDs.

Les autres indicateurs ESGAP sont également liés à 8 indicateurs de suivis des ODDs de manière indirect. Par exemple, l'ESGAP utilise l'état de conservation des biens UNESCO comme un indicateur de la fonction santé & bien-être, tandis que l'indicateur retenu pour le suivi des ODDs sont les dépenses totales par habitant consacrées à la préservation, à la protection et à la conservation de l'ensemble du patrimoine culturel et naturel (11.4.1).

Seul un indicateur de l'ESGAP, le bon état du milieu marin, ne correspond pas directement à un des indicateurs de suivi des ODD, même pour l'ODD14 sur l'océan. Une version plus complète de l'ESGAP avec les indicateurs manquant pourrait également aider à suivre les ODDs, notamment le 14.1.1 sur l'eutrophication côtière. La plupart des indicateurs ESGAP correspondent à un indicateur ODD différent, mais pas dans le cas de l'eau (ODD 6.3.1 & 6.3.2) pour lesquels plusieurs indicateurs ESGAP correspondent.

Par contre, les indicateurs de suivis des ODDs ne sont pas associés à des objectifs environnementaux, et ne sont donc pas suffisant pour être utilisés dans le cadre de l'ESGAP.

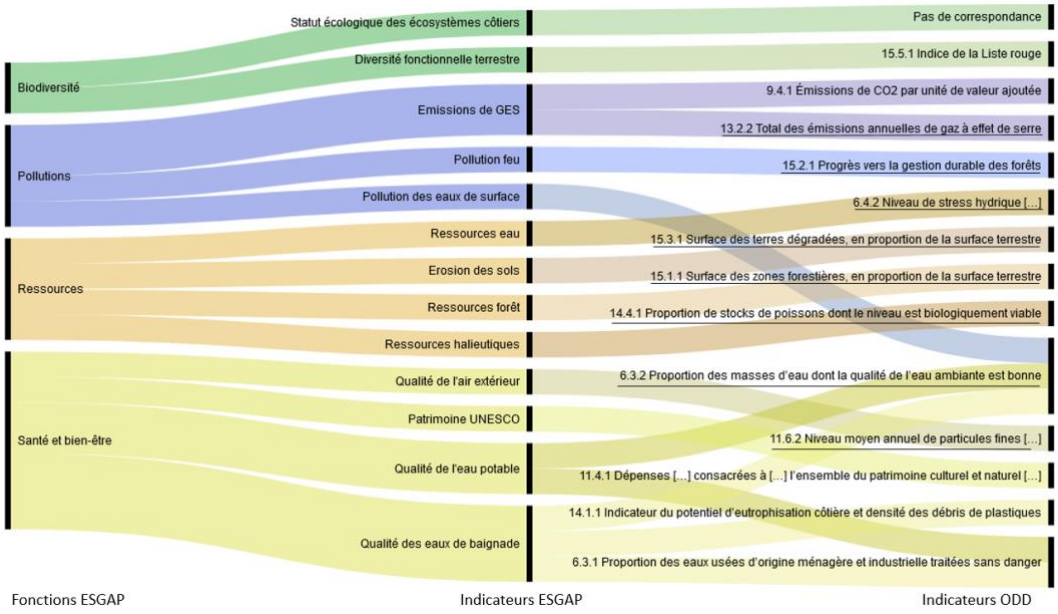


Figure 7 : Correspondances entre fonctions de l'ESGAP, indicateurs du ESGAP développés pour la Nouvelle-Calédonie, et les indicateurs de suivi des Objectifs de Développement Durable. Les indicateurs de suivis ODDs soulignés ont un lien direct avec les indicateurs ESGAP, ceux qui ne sont pas soulignés n'ont qu'un lien indirect.

ESGAP et Indicateurs de suivi du Draft 0 de l'accord cadre post-2020 de la Convention pour la Diversité Biologique

tous, sûrs, résilients et durables », « Objectif 13. Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions », « Objectif 14. Conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins du développement durable », 15 « Objectif 15. Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des terres et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité ».

La version préliminaire du cadre de suivi des objectifs du cadre mondial pour la biodiversité post-2020 identifie un certain nombre d'indicateurs possibles afin de mesurer et suivre les progrès pour l'atteinte des objectifs qui seront négociés lors de la COP15 de la Convention pour la Diversité Biologique (CDB) (SBSTTA 2020). Les documents préparatoires réalisés par le SBSTTA de la CDB offrent une base pour comparer l'adéquation entre les indicateurs développés par l'ESGAP et les indicateurs de suivi de la biodiversité. La version en cours de l'accord de la CDB contient quatre objectifs[5] pour lesquels 67 indicateurs ont été pré-identifiés. Il contient également 20 cibles, pour lesquelles 161 indicateurs ont été pré-identifiés.

Ces documents se réfèrent également aux autres politiques environnementales internationales comme les ODD. Le but de ces indicateurs est de suivre l'évolution dans le temps de la biodiversité, à une échéance 2050 et à une échéance intermédiaire 2030. L'ESGAP semble donc intéressant car une dimension temporelle est présente avec soit le « Years to Sustainability » soit le SESP.

De manière générale, de nombreux indicateurs sur l'état des écosystèmes et les pressions qui les affectent sont listés comme indicateurs potentiels. Cette variété rend l'ensemble beaucoup plus complet que l'ESGAP, mais pose également de nombreuses questions. Notamment, la robustesse de tous les indicateurs proposés n'est pas explicitée, l'Ocean Health Index étant présent par exemple, alors que cet index a été écarté de l'ESGAP car son calcul ne reposait pas sur des données de qualité satisfaisantes. Les indicateurs Liste Rouge et Empreinte écologique sont également présent malgré leurs biais méthodologiques. Comme pour les ODD, certains indicateurs concernent l'état des écosystèmes, les pressions, ou les moyens d'implémentation. A la différence des ODD, les indicateurs d'état des écosystèmes sont beaucoup plus nombreux.

L'objectif A concerne l'étendue, la connectivité et l'intégrité des écosystèmes. De nombreux indicateurs sont répertoriés, mais un seul est inclue dans l'ESGAP. Le premier indicateur de l'ESGAP est concerné, la proportion d'étendue forestière et son évolution dans le temps est un indicateur de suivi identifié. Un autre indicateur de suivi des forêts intéressant pour l'ESGAP est l'évolution de la fragmentation des forêts. Aucune source de données n'est pour l'instant identifiée par le SBSTTA de la CDB, il serait donc pertinent de développer cette thématique dans le ESGAP. Le deuxième indicateur ESGAP présent dans le panel d'indicateurs de suivi de l'objectif A est le Biodiversity Intactness Index. Par contre, ils se réfèrent au WCS comme gardien de la base de données, qui n'est pas celle que l'on utilise. Le troisième indicateur est l'état de santé des récifs coralliens. Nous utilisons des données locales pour remplir cet indicateur, mais le GCRMN dispose d'une base de données mondiale avec les mêmes types de données. Le nouvel indicateur proposé dans la version de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie, l'impact des incendies sur les écosystèmes forestiers, n'est pas directement présent dans la liste des indicateurs de l'objectif A, mais il se rapproche de l'indicateur perte de surface boisée développé par le World Ressource Institute (Global Forest Watch).

[5] Non-traduits: Goal A: Address the underlying causes of biodiversity loss by mainstreaming biodiversity across government and society. Goal B: Reduce the direct pressures on biodiversity and promote sustainable use. Goal C: Improve the status of biodiversity by safeguarding ecosystems, species and genetic diversity. Goal D: Enhance the benefits to all from biodiversity and ecosystem services. Goal E: Enhance implementation through participatory planning, knowledge management and capacity-building (SBSTTA 2020)

L'objectif B concerne les contributions de la nature aux sociétés. Ici, on retrouve les indicateurs ESGAP liés à la bonne qualité des masses d'eau. Le maintien des Biens classés au patrimoine mondial de l'UNESCO ne sont pas identifiés dans l'objectif B mais pourraient être un des indicateurs pour le suivi des contributions de la nature aux valeurs culturelles (B.3).

L'objectif C sur les ressources génétiques et l'objectif D sur les moyens de mise en œuvre ne correspondent à aucun indicateur du ESGAP.

En plus des synergies liées au développement d'un rapportage pour plusieurs conventions internationales, le développement de l'ESGAP peut également alimenter la conversation sur le besoin et le choix d'indicateurs chapeau (headline indicators) (SBSTTA 2020). Les indicateurs ESGAP, liés à un cadre conceptuel clair, le capital naturel critique, en font une liste intéressante pour la priorisation des efforts à fournir par la communauté internationale pour mettre en place des suivis de l'environnement. Il pourrait être intéressant de se rapprocher du *Biodiveristy Indicators Partnership*, initiative internationale sur la promotion des indicateurs de biodiversité, qui travaille sur la mise en place des suivis pour le cadre mondial sur la biodiversité post-2020[6].

[6] https://www.bipindicators.net/

5. Utilisation de l'ESGAP pour la gestion de l'environnement en Nouvelle-Calédonie

La construction du tableau de bord et des indicateurs ESGAP peut être un outil pour la gestion de l'environnement en Nouvelle-Calédonie. Dans cette section, nous aborderons trois aspects essentiels à son utilisation locale. Les résultats obtenus pour la Nouvelle-Calédonie seront d'abord discutés, en se focalisant sur l'utilisation de données alternatives et les difficultés méthodologiques liées aux séries temporelles. Ensuite, nous discuterons de l'utilisation des indicateurs ESGAP pour le suivi des politiques publiques en Nouvelle-Calédonie. Des recommandations sur l'acquisition de données et la pérennisation des suivis seront enfin proposées.

5.1 Discussion des Résultats obtenus pour la Nouvelle-Calédonie

La construction des indicateurs ESGAP s'est reposée sur les méthodologies employées pour le projet ESGAP Gold standard en Europe, en les adaptant au contexte et aux données disponibles en Nouvelle-Calédonie. Dans cette section, l'utilisation de données alternatives et les problèmes méthodologiques de construction des indicateurs liés aux données disponibles seront discutés.

A noter que les résultats des études de la mise en place de l'ESGAP dans d'autres pays ne sont pas encore disponible, il ne sera donc pas possible de comparer les résultats obtenus dans ce rapport.

Données alternatives et pistes d'amélioration pour chaque indicateur

- **Ressources forestières**

Les données disponibles concernent les surfaces exploitées et la biomasse extraite, et elles concernent en quasi-totalité de l'extraction hors massifs forestiers naturels (seulement plantations). L'accroissement de biomasse est très hétérogène sur le territoire, ce qui rend problématique la définition d'un seuil d'accroissement de la biomasse qui permettrait de calculer une extraction de ressources en bois durable, surtout que la croissance de la biomasse sur sols volcano-sédimentaire peut être majoritairement réalisée par des espèces envahissantes qui ne sont que pour partie valorisables en termes de bois (pinus, Cedrella odorata, faux mimosa, Tecoma stans, etc). C'est donc un proxy en termes de surface forestière mise en exploitation, plutôt qu'en prélèvement de biomasse, qui est utilisé dans cette étude. Depuis 2012, deux instances de gestion de l'exploitation forestière ont vu le jour : SAEM Sud Forêt pour la Province Sud, et Bois du Nord pour la Province Nord, qui pourraient structurer les données disponibles pour rendre compte des aspects de durabilité de la filière.

- **Ressources halieutiques**

La pêche côtière peut entrainer une surexploitation de certaines ressources halieutiques dans les eaux lagonaires (par exemple les prélèvements de crabes des palétuviers avec des nasses en grand nombre dans les mangroves). Les données issues des carnets de pêches collectés

par la Province Nord et la Province Sud nous ont été fournies, et contiennent les captures par espèces et par années. En l'absence de données sur l'état des stocks, nous ne pouvons pas utiliser ces données dans ce rapport qui vise à employer des données comparables entre pays, basées sur l'atteinte du rendement maximum durable.

- **Ressources en eau**

Il n'existe pas d'indicateur utilisable directement qui s'appuierait sur un objectif environnemental en Nouvelle-Calédonie à l'heure actuelle. Le WWF a produit un diagnostic du service d'approvisionnement en eau par la couverture forestière des périmètres de protection de captage, mais qui n'est pas adossé à un objectif réglementaire ni scientifique et dont le cadre n'est pas représentatif de toutes les ressources en eau de la Nouvelle-Calédonie (Do Khac et al., 2019 ; Andreoli et al., 2016). Il ne sera donc pas utilisé ici.

Pour améliorer la robustesse et la représentativité de l'indicateur, des travaux pourraient être menés dans les autres Provinces sur la mise en place de bilans et sur la définition des seuils utilisés. L'enjeu d'évaluer et de respecter les débits réservés des cours d'eau calédoniens est crucial, particulièrement pour le compartiment biodiversité dulçaquicole (inscrit dans la PEPNC), dans un contexte d'ambition politique d'augmenter l'autosuffisance alimentaire et donc d'accroître les productions agricoles.

- **Erosion des sols**

L'Oeil est en train de développer une cartographie des figures d'érosions en Province Sud, sur la base d'images satellites en 1976 et 2018, qui ne sera donc pas un exercice de modélisation mais bien d'analyse cartographique (com. pers. A. Bertaud). Une fois ces données disponibles pour l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie, elles feront un meilleur indicateur que les données produites par la modélisation, et permettront également de calculer le SESP en plus du SES grâce à l'analyse sur l'image datant de 1976.

- **Gaz à effet de serre**

La capacité du territoire à être comptable de ces GES liées aux incendies est un enjeu identifié. En effet, le relargage carbone dépend non seulement de la formation végétale qui brûle mais aussi de son niveau de dessiccation (un même feu en surface sur un même lieu ne relarguera pas la même quantité de GES en tout début qu'en fin de saison sèche).

- **Les substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO)**

Les SACO ne font pas l'objet de suivi en Nouvelle-Calédonie. Elles ne sont pas suivies par Scal'Air, et ne sont pas suivis dans l'Inventaire des "Émissions de Polluants Atmosphériques" du CITEPA. Le site internet UNEP Ozone qui répertorie toutes les émissions par pays ne produit qu'un chiffre agrégé pour la France, et pas pour la Nouvelle-Calédonie.

- **Pollution des écosystèmes terrestres**

Dans l'ESGAP européen (Gold standard), les indicateurs de pollution des écosystèmes terrestres sont dérivés des concentrations atmosphériques de NOx, SO2, métaux lourds, et ozone (troposphérique). Des données sur ces polluants sont collectées par Scal'Air, mais ne sont disponibles que pour Nouméa et une partie de la Province Sud. Ce périmètre n'est donc pas représentatif de la Nouvelle-Calédonie. Scal'Air a également fait un travail sur les seuils réglementaires, en se basant sur les préconisations de l'OMS et sur les normes françaises. Pour le nickel (métaux lourd), ces normes sont dépassées, dû à la forte teneur en Nickel de l'environnement néo- calédonien.

Par ailleurs, la DIMENC a produit une analyse des émissions de polluants pour la Nouvelle-Calédonie, pour les années 2008, 2010, et une projection pour 2030 (CITEPA, 2014). Ces données ne sont pas spatialisées, mais sont détaillées par secteur d'activité. Aucun seuil de dépassement n'est associé à ces émissions. Il n'est pas possible d'utiliser la méthode de l'ESGAP Gold Standard, qui calcule le pourcentage surfacique de chaque pays où les seuils critiques en métaux lourds, acidification, et eutrophisation sont dépassées.

- **Pollution des écosystèmes marins**

Il existe peu d'information quantitative pour mesurer la pollution des écosystèmes marins, et nous ne sommes pas en mesure de calculer un indicateur dans le cadre de ce rapport. Ceci est dû d'abord à des enjeux faibles des pressions anthropiques physiques ou chimiques. Du côté des pressions physiques, la pêche hauturière est pratiquée par des palangriers qui n'utilise pas de techniques destructrices de l'environnement, et qui entraine de rares captures accidentelles d'espèces emblématiques. Quarante-huit requins ont ainsi été relâchés mort et 737 ont été relâchés vivant en 2018 (DAM, 2018).

Il n'existe pas de donnée sur les mouillages, bien que des mentions anecdotiques de destruction des fonds due aux ancres des bateaux de croisière nous aient été rapportées.

Du côté des pollutions chimiques, deux sources d'informations existent : les mesures faites dans les usines de traitement de l'eau, ainsi que certaines mesures ponctuelles de l'impact en mer des activités minières. L'Œil réalise des suivis des masses d'eau dans le Grand Sud depuis 2003 (Desoutter et Bertaud, 2019). Deux obstacles empêchent la création d'un indicateur de bon état écologique des masses d'eau à partir de ces suivis. D'abord, les prescriptions réglementaires sont spécifiques à chaque site et le calcul d'état de référence est calibré sur certains cours d'eaux non-impactés par l'homme, ce qui rend compliqué la création d'un indice homogène et systématique à l'échelle du Pays. Ensuite, les données de suivis ne sont pas publiques et leur accès n'est pas facilité.

A priori, il n'existe pas d'indicateurs sur l'influence des affluents terrestres, pouvant provenir d'anciens sites miniers, d'activités agricoles, de zones érodées, ou d'infrastructures. Des études ponctuelles sur des indicateurs biologiques ont été menées autour de sites miniers (van Wynsberge et al., 2013; 2017) sans que des indicateurs représentatifs de la Nouvelle-Calédonie ne soient disponibles actuellement. Un guide pour le suivi du milieu marin a été édité par le CNRT (Beliaeff et al., 2011), et fait l'objet d'une révision actuellement. Des valeurs de référence y sont proposées pour de nombreux indicateurs physico-chimiques, biologiques et écologiques.

Pour la gestion du parc marin de la Mer de corail, de nombreux enjeux et indicateurs sont mobilisés pour l'identification des enjeux de gestion, notamment sur l'état de l'environnement (profond, pélagique, récifal) mais aucun objectif scientifique de bon état, ni aucun objectif réglementaire n'est actuellement disponible (Gardes et al., 2014).

- **Biodiversité terrestre**

Etant donné les multiples facettes pour caractériser la biodiversité terrestre, d'autres indicateurs sont développés dans le monde et seraient mobilisables dans de futures versions de l'ESGAP. Il est d'ailleurs recommandé d'utiliser plusieurs de ces indicateurs pour avoir une vision globale de la problématique biodiversité (WWF, 2018). A l'échelle locale, la cartographie très fine des forêts réalisés par l'IRD, pour le compte de la Province Nord,

permettrait de développer des indicateurs sur la fonctionnalité des forêts, notamment sur leurs fragmentations (Birnbaum et al., 2015). Cet indicateur de fragmentation serait plus fiable, accessible et structurant pour apprécier l'état de santé des écosystèmes terrestres, et principalement des écosystèmes forestiers. L'appréciation reste parcellaire mais elle se focalise sur un des aspects les plus critiques pour la résilience des forêts calédoniennes, leur connectivité. Un projet de recherche de l'IAC/CIRAD en collaboration avec l'IRD et l'Œil, DYNAMIC, vise à expérimenter l'évaluation de la fragmentation en Province Sud. Cependant, la définition d'objectifs en termes de fragmentation sera à mener.

Au niveau global, la Liste Rouge UICN (publiée par Endemia pour les plantes en Nouvelle-Calédonie), est un indicateur classique de la biodiversité, qui est inclue dans la liste des indicateurs de suivi des ODD. Cependant, il comporte de nombreux biais, étant dépendant du nombre d'espèces qui sont inclues dans son évaluation, et de la méthodologie à dire d'expert qui sert à caractériser la vulnérabilité des espèces étudiées. Cette liste ne dit rien non plus des aspects fonctionnels liés aux écosystèmes. Le Species Habitat Index et le Living Planet Index développés par le WWF sont également deux indicateurs potentiels à l'échelle globale (WWF, 2018). Ces indicateurs mesurent d'autres aspects de la biodiversité, et utilisent d'autres seuils.

Le Living Planet Index mesure l'abondance d'espèces suivies dans le temps, avec comme référence l'année 1970 (Loh et al., 2005). C'est un indicateur macro qui ne prend en compte que l'évolution des populations des espèces de vertébrés des années 1970 à nos jours. Il ne donne pas d'information sur des échelles géographiques de petite taille pour lesquelles il n'y aurait pas un jeu de données naturalistes suffisant. Il n'est en outre pas adapté pour mesurer toute la biodiversité puisqu'il ne prend pas en compte les invertébrés et les plantes. La seule sous-région où un IRV (Indice Région vivante) a été réalisé est la région PACA, grâce à la pression d'observation naturaliste dans cette région depuis très longtemps (Galewski et Dragone, 2017). De plus cet indicateur n'est pas très sensible car basé sur des inventaires d'espèces n'ayant pas toujours lieu tous les ans et avec des remontées de données agrégées qui mettent 12 à 24 mois. La photographie donnée n'est pas donc instantanée. Une déclinaison régionale d'un IPV en Nouvelle-Calédonie ne répondrait donc pas, à nos besoins et son calcul n'est pas possible (C. Sourd, comm. Pers.)." Dans cette famille d'indicateurs de biodiversité, un suivi annuel des oiseaux existe depuis 10 ans grâce à l'initiative de la SCO, le STOT[7], mais il resterait à l'étendre davantage et à en assurer la pérennité.

- **Biodiversité aquatique**

Un nouvel indice diatomique est en cours de construction pour évaluer le bon état écologique des écosystèmes aquatiques de Nouvelle-Calédonie (Marquié et al., 2017). Les données provenant de ce suivi ne sont pas encore disponibles pour construire un indicateur.

- **Qualité de l'eau potable**

Les mairies et les opérateurs de distribution d'eau (comme la Calédonienne des Eaux), disposent de données de suivis sur le réseau de distribution, mais les données sont parcellaires et ne sont pas agrégées par un acteur unique. Malgré de nombreux retours et rapports fournis sur la distribution d'eau potable et l'assainissement, il ne nous a pas été possible d'obtenir une vision représentative de la Nouvelle-Calédonie. Le suivi de la qualité de l'eau potable est un des éléments de la PEPNC, qui sera peut-être mieux renseigné dans le futur.

[7] https://www.sco.nc/mobiliser/suivi-temporel-des-oiseaux-terrestres-stot-nc-page-5111

De nombreuses pistes sont donc à explorer pour le renforcement du tableau de bord et des indicateurs composites ESGAP en Nouvelle-Calédonie, qui pourront être mis à jour selon la disponibilité de nouvelles données.

Problématiques liées à l'utilisation de séries temporelles

Le calcul du SESP a posé des problèmes méthodologiques. Pour le calcul du BII utilisé comme indicateur de biodiversité terrestre, les résultats du modèle en accès libre ne disposent que d'une année. Il serait possible d'obtenir une série temporelle en en faisant la demande auprès des concepteurs du modèle (A. Usubiaga, comm. Pers.), mais nous n'avons pas exploré cette possibilité, notamment car les résultats des séries temporelles proviendraient d'une version antérieure du modèle, qui ne seraient pas comparable avec les résultats utilisés pour calculer l'indicateur SES dans ce rapport.

Dans le cas de l'indicateur sur la pollution de l'eau douce, une série temporelle est disponible pour les indicateurs IBS et IBNC en utilisant les méthodologies antérieures à celles mises à jour en 2016. Aucune tendance claire ne se dégage graphiquement de ces données, la direction étant différente selon la période de référence utilisée (Figure 8). Par exemple, la tendance est positive (en vert) si l'on prend la période 2010-2014, mais négative si l'on prend la période 2014-2018. Dans certains cas, il est recommandé d'utiliser des moyennes sur plusieurs années plutôt que des données annuelles pour faire apparaître des tendances. Dans ce cas, la variabilité est trop importante pour que cette méthode nous permette d'analyser les résultats.

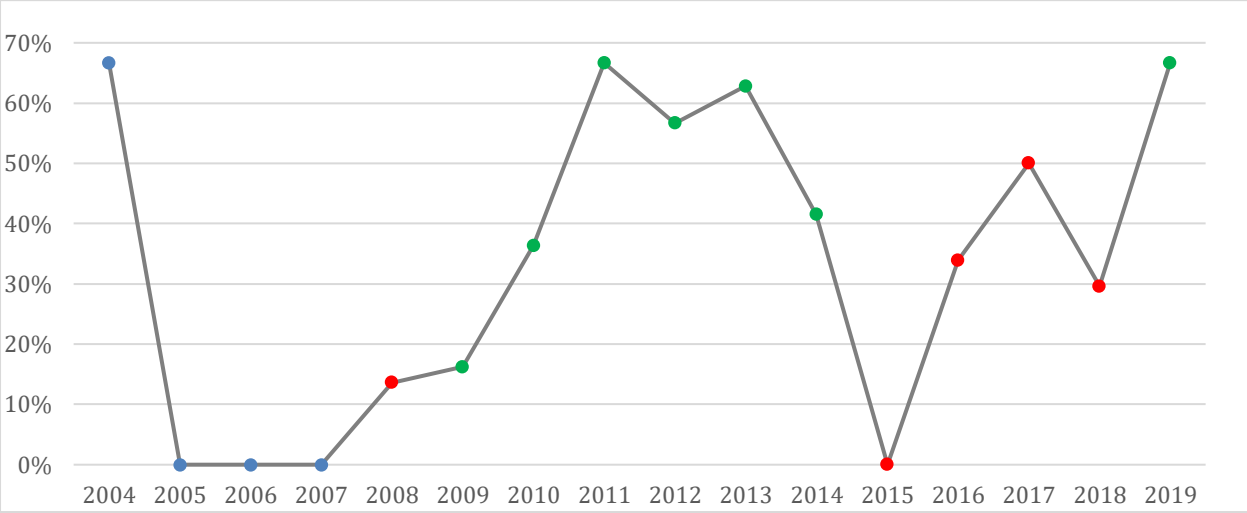


Figure 8 : Pourcentage de stations mesurant un indice IBS et un indice IBNC « bon » ou « excellent ». En vert (rouge), tendance positive (négative) sur une période de cinq ans. En bleue, une période de cinq ans n'a pas pu être calculée.

5.2 Implications pour les politiques publiques locales

Le tableau de bord ESGAP s'inscrit dans un contexte de durabilité forte, il peut donc servir d'élément de discussion pour les politiques publiques locales qui ont vocation à atteindre des cibles biophysiques. De plus en plus de politiques publiques dans le monde visent à

atteindre des objectifs de protection de la nature qui correspondent à cette problématique de durabilité forte. On peut citer l'atteinte d'une neutralité carbone, l'absence de perte nette de biodiversité, ou la mise en place de la séquence Eviter Réduire Compenser pour les projets de développement. D'autres politiques environnementales s'intéressent à des aspects qui ne sont pas couverts par l'ESGAP, en particulier les politiques qui fixent des objectifs de moyens (la surface couverte par un statut de protection par exemple), et celles qui fixent des objectifs non-biophysiques (celles qui régissent le mix énergétique par exemple).

En Nouvelle-Calédonie, deux politiques publiques environnementales rentrent dans le périmètre de l'ESGAP, le Schéma pour la Transition Energétique de la Nouvelle-Calédonie et le schéma d'orientation pour une politique de l'eau partagée de la Nouvelle-Calédonie (PEPNC). En dehors de ces politiques publiques, des réglementations existent sur les différents indicateurs de la fonction santé & bien-être humains, incluant la qualité de l'air, la qualité des eaux de baignades, et l'état du patrimoine UNESCO. Ces réglementations font l'objet de suivis pérennes qui ne nécessite pas de discussion spécifiques ici.

Le Schéma pour la Transition Energétique de la Nouvelle-Calédonie chiffre des objectifs en termes de mix énergétique et d'émissions de GES, seuls les émissions de GES rentrant dans le périmètre de l'ESGAP. Pour les émissions, les objectifs incluent de réduire de 35 % les émissions dans les secteurs résidentiel et tertiaire, réduire de 10 % les émissions dans le secteur de la mine et la métallurgie, réduire de 15 % les émissions dans le secteur du transport, par rapport à des projections d'émissions liées aux évolutions de consommation à horizon 2030 (DIMENC, 2016). Cependant, ces objectifs ne sont pas alignés avec l'Accord de Paris, dons la France est signataire. Par ailleurs, les émissions de GES sont à la hausse entre 2005 et 2016 (dernière année pour laquelle les données sont disponibles), ce qui n'est pas non plus aligné avec les objectifs actuels de la Nouvelle-Calédonie (Figure 9). Ces données, produites par la DIMENC, sont déclinées par secteur d'activité mais ne sont pas désagrégées par province.

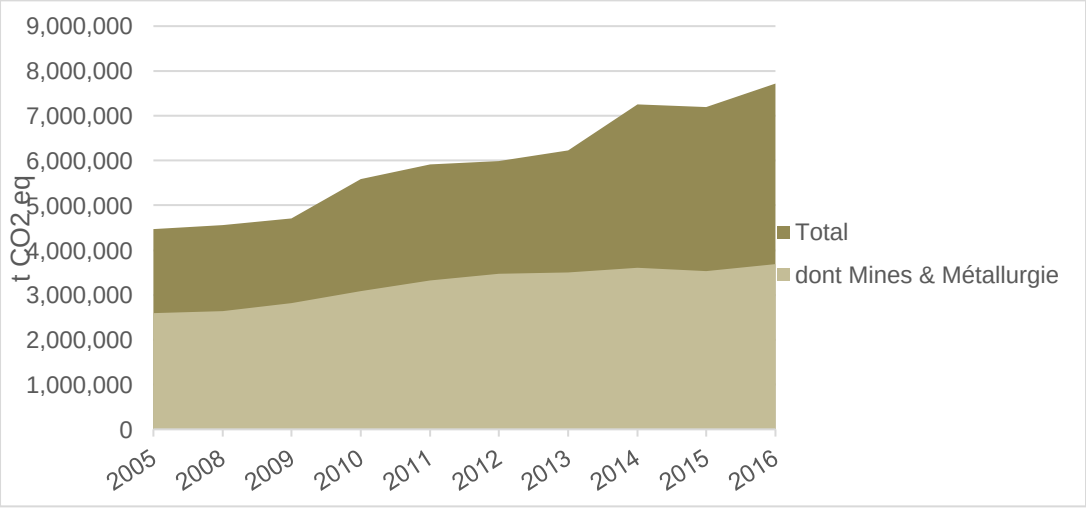


Figure 9 : Emissions de GES en Nouvelle-Calédonie. Source : DIMENC, Emissions directes de GES au format "Plan Climat" pour la Nouvelle-Calédonie

La deuxième grande politique publique de la Nouvelle-Calédonie qui rentre dans le périmètre de l'ESGAP est le schéma d'orientation pour une politique de l'eau partagée de la Nouvelle-Calédonie (PEPNC). Plusieurs indicateurs concernent l'eau, dans les quatre fonctions de l'ESGAP. Pour le bon état des milieux aquatiques, des travaux sont en cours

pour définir des normes mais une approche de type Directive Cadre sur l'Eau de l'Union Européenne serait difficile à mettre en place en Nouvelle-Calédonie à cause des difficultés à qualifier les états de référence de chaque masse d'eau et à cause de l'accès aux données (A. Bertaud, comm. pers.). Un des besoins identifiés par le PEPNC est de mettre en place et de consolider des suivis de qualité de l'eau, mais ces suivis ne sont pas encore mis en place à l'heure actuelle (DAVAR, 2019). Nos travaux confirment ce besoin, la collecte de données ayant été freinée par la diversité des acteurs qui collectent des données sur l'eau, l'absence de centralisation de la bancarisation des données, la nécessité d'obtenir des autorisations pour l'accès et l'utilisation des données existantes, et l'échantillonnage parcellaire des données sur l'eau.

Les indicateurs ESGAP couvrent tous les aspects du capital naturel à maintenir pour une durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie. II apparait donc que de nombreux aspects ne sont pas encore couverts par des politiques publiques qui ciblent l'atteinte d'objectifs environnementaux en Nouvelle-Calédonie, en particulier sur la préservation de la biodiversité, l'exploitation durable des ressources naturelles (en dehors de l'eau), et la pollution des écosystèmes.

5.3 Recommandations pour la pérennisation des suivis environnementaux en Nouvelle-Calédonie

L'objet de ce rapport est une étude de faisabilité sur la mise en place du tableau de bord et des indicateurs composites de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie. Au-delà de cette étude, la question de la pérennisation de cet outil pour ce territoire est posée. Dans cette section, nous aborderons deux aspects importants qui influenceront une possible pérennisation : (i) la pérennisation et l'extension des collectes de données utilisées dans le développement des indicateurs, (ii) le développement d'objectifs et de normes, et (iii) l'utilisation de cet outil pour la gestion de l'environnement.

Pérennisation des suivis de l'environnement et la collecte de données

Le progrès dans la collecte de données sur l'environnement en Nouvelle-Calédonie est notable par rapport à d'autres travaux sur la mise en place d'indicateurs de la durabilité de la Nouvelle-Calédonie conduits par le passé. Par exemple, plus d'indicateurs ont pu être mobilisés sur l'état de l'environnement dans cette étude que pour la Stratégie Nationale Biodiversité de 2006, pour laqquelle un rapport sur les indicateurs environnementaux a été publié par l'Oeil et la DAFE (Imirizaldu, 2010).

Les trois indicateurs mobilisés en 2006 sont "Evolution du nombre d'espèces inscrites sur la liste rouge mondiale de l'UICN", "Qualité de l'eau", et "Pression de pêche". Seul celui lié à la liste rouge UICN dispose de données quantitatives en 2010, mais n'a pas été retenu comme indicateur de l'ESGAP. En effet, la hausse du nombre d'espèces sur la liste rouge peut tout simplement signifier qu'un effort supplémentaire est réalisé en termes d'évaluation du statut des espèces calédoniennes, et non pas que de nouvelles espèces sont menacées alors qu'elles ne l'étaient pas avant.

Pour la qualité de l'eau, trois sources de données étaient identifiées : la DAVAR, la Calédonienne des Eaux, et la DIMENC (responsable des ICPE), mais seules des données

parcellaires ont pu être obtenues, et ce seulement pour les communes qui ont donné leur accord. Encore aujourd'hui, nous avons été confrontés aux mêmes difficultés, ce qui souligne la faiblesse du progrès sur cette thématique, malgré la PEPNC.
Pour la pression de pêche, seule l'évaluation des stocks de la CPS était disponible, les données calédoniennes sur les pêches maritimes incluant seulement le nombre de pêcheurs professionnels, et aucune donnée n'étant disponible auprès des provinces. De nouvelles données sont disponibles sur la pêche, à l'échelle du gouvernement et à l'échelle des provinces, avec des informations collectées régulièrement sur les captures. Sous leurs formes actuelles, ces données ne peuvent pas être mobilisées dans l'ESGAP car elles ne sont associées à aucun objectif défini. (comme l'atteinte du rendement maximum durable par exemple).

Le présent rapport a également mis en lumière les objectifs environnementaux et les enjeux qui ne sont pas suivi en Nouvelle-Calédonie (Tableau 5). Les indicateurs pour lesquels aucune information structurée n'est disponible pourraient être des priorités d'actions. Sont concernés les ressources et pollutions des eaux souterraines, la pollution du milieu marin, et l'état des écosystèmes d'eau douce.

La particularité de la Nouvelle-Calédonie est la gestion fragmentée des différents enjeux associés à l'ESGAP. Une spatialisation des données sur le territoire permettrait de reconfigurer les indicateurs pour répondre aux enjeux de gestion de l'environnement aux échelles administratives appropriées. Cette spatialisation ne remet pas en cause le cadre et la méthodologie employée par l'ESGAP, mais plutôt les sources de données actuellement disponibles en Nouvelle-Calédonie. Selon l'utilisation potentielle de l'ESGAP, plusieurs échelles sont donc pertinentes. Une spatialisation complète des indicateurs permettrait une agrégation aux échelles administratives appropriées selon les besoins. L'état actuel de la spatialisation des données montre que la plupart des indicateurs ne sont pour l'instant pas disponibles à toutes les échelles administratives (Tableau 6). Dans ces cas, des travaux pourraient être engagés pour (i) harmoniser les bases de données et les protocoles de collectes de données existantes (par exemple pour les données de pêche ou d'utilisation des ressources forestières), (ii) spatialiser les données collectées (par exemple pour les gaz à effet de serre), ou (iii) étendre les suivis existants à d'autres échelles (par exemple étendre les suivis de la qualité de l'air à la Province Nord).

Compte-tenu de l'aspect important de la spatialisation des données ESGAP, pour le calcul des indicateurs ainsi que pour une possible déclinaison de l'ESGAP à différents niveaux administratifs, la DTSI pourrait également être un acteur important de stockage et de mise à disposition des données utiles à la construction des indicateurs ESGAP sur son Géoportail. Un enjeu sur la construction d'une base de données intégrée réside dans la collecte et le stockage des données hétérogènes selon les acteurs en charge de leur suivi.

Indicateur	Données sont représentatives de la NC	Disponibles en Province Sud	Disponibles en Province Nord	Disponibles en Province des Iles	Données sont spatialement explicites	Sources
Ressources forestières	X				Non	FAO, DAFE
Ressources halieutiques	(X)	(X)	(X)		Uniquement pour les données DAM	CPS, DAM, Provinces
Ressources en eau de surface	(X)	X			Bassins versants	Province Sud
Ressources en eau souterraine						
Erosion des sols	X	X	X		Oui, résolution 100m	UNC, Œil, Géoportail
GES	X				Non	DIMENC
SACO						
Pollution Ozone		X			Modélisation fine Nouméa	Scal'Air
Pollution métaux lourds		X			Modélisation fine Nouméa	Scal'Air
Pollution acidification		X			Modélisation fine Nouméa	Scal'Air
Pollution eutrophication		X			Modélisation fine Nouméa	Scal'Air
Pollution feu	X	X	X		Données satellitaires, résolutions variables	Œil
Pollution des eaux de surface	(X)	(X)	(X)		Stations, segments de cours d'eau	DAVAR, multiples
Pollution des eaux souterraines						
Pollution écosystèmes marins et côtiers						
Diversité fonctionnelle terrestre	(X)				Modèle global à faible résolution	Sanchez-Ortiz et al., 2019
Statut écologique des écosystèmes d'eau douce						
Statut écologique des écosystèmes côtiers	X	X	X	X	Stations	Pala Dalik
Qualité de l'air intérieur						
Qualité de l'air extérieur	(X)	X			Stations	Scal'Air
Qualité de l'eau potable	(X)				Non	DAVAR
Qualité des eaux de baignade	X	X	X	X	Stations	DASS
Patrimoine UNESCO	X				Non	UNESCO

Tableau 6 : Spatialisation des données disponibles. Les cases vides représentent un manque d'information, les (X) une information parcellaire et les X une information complète.

Création de normes et objectifs environnementaux

De nombreux chantiers sont en cours qui pourront alimenter le tableau de bord ESGAP en Nouvelle-Calédonie dans le futur, notamment les travaux sur les référentiels de qualité de l'eau, et le suivi de l'érosion (voir section 5.1)

Sur l'état et les pollutions du milieu marin, un guide du CNRT a élaboré des seuils locaux à dire d'expert sur une gamme très complète d'indicateurs (Beliaeff et al., 2011). Cependant, ce guide est d'abord à destination de l'évaluation de l'impact de l'industrie minière, et n'est donc pas représentatif de toutes les situations en Nouvelle-Calédonie. Ce guide est actuellement en cours de révision. Par ailleurs, le Parc Marin de la Mer de Corail s'est doté d'un Plan de Gestion[8], mais les indicateurs de suivis de la mise en œuvre de ce plan sont encore en construction. Des indicateurs biophysiques inspirés de l'ESGAP pourraient donc avoir une place dans ce cadre.

[8] https://mer-de-corail.gouv.nc/fr/plan-de-gestion/le-plan-de-gestion-du-parc

Plusieurs projets sont en cours pour élaborer des normes environnementales qui pourront à terme remplacer (ou confirmer) les objectifs utilisés ici, notamment sur la qualité de l'eau avec le projet QAVAR (UNC, CNRT).

L'utilisation de l'outil pour la gestion de l'environnement en Nouvelle-Calédonie

La pérennisation de cet outil passera également par le portage de l'outil par une ou plusieurs structures, qui doit permettre de maintenir la base de données nécessaire à la construction des indicateurs ESGAP dans le temps et la diffusion des résultats à différentes parties prenantes, notamment dans le cadre de suivi des politiques publiques environnementales. Néanmoins, peut d'indicateurs utilisés ici sont directement adossés à des politiques publiques de la Nouvelle-Calédonie, ce qui peut freiner sa pérennisation et son portage politique.

La définition des périmètres des compétences sur la gestion de l'environnement et des fonctions ESGAP en Nouvelle-Calédonie est complexe (Section 1). Nous avons identifié plusieurs types de structures ainsi que plusieurs niveaux administratifs qui seraient les plus pertinents pour porter l'outil ESGAP en Nouvelle-Calédonie. Le portage "pays" de l'outil ESGAP doit se faire par une structure qui aurait la compétence et la légitimité aux yeux des collectivités de porter et faire vivre l'outil.

Parmi les acteurs institutionnels, le Service de l'Aménagement et de la Planification (SAP), rattaché au secrétariat général du gouvernement de Nouvelle-Calédonie, la Direction du Développement Durable et des Territoire de la Province Sud et la la Direction du développement économique et de l'environnement de la Province Nord sont tous trois légitimes pour porter la mise en place de l'ESGAP. Nous n'avons pu rencontrer la Province des Îles, mais elle pourrait participer au même titre que les deux autres provinces.

Le SAP a une pour mission principale la création et l'animation du plan d'aménagement de la Nouvelle-Calédonie, approuvé au Congrès en 2016 (entretien avec Frédéric Guillard, chef de service, le 20/02/2020). Trois grands axes de travail accompagnent ce plan et sont portés par le SAP : la planification stratégique, la mise en place de contrats d'aménagement, et l'animation d'observatoires. Par ailleurs, la SAP travaille actuellement sur le rapportage des ODD, lien qui a été fait avec les indicateurs ESGAP (Section 4.3).

D'ailleurs, au même titre que les indicateurs ESGAP pourraient alimenter l'analyse et rapport de l'atteinte des cibles ODD pour le gouvernement calédonien, ces indicateurs pourraient aussi nourrir le suivi de la future déclinaison calédonienne de l'accord cadre post-2020 de la Convention pour la Diversité Biologique portée par la Convention pour la Diversité Biologique. La déclinaison de son rapportage au niveau de la Nouvelle-Calédonie pourrait être porté par la Direction du service d'Etat de l'Agriculture, de la Forêt et de l'Environnement (DAFE).

Les Provinces, qui ont la compétence sur de nombreux enjeux environnementaux, sont également identifiées pour une pérennisation de l'outil. Elles disposent déjà de suivis environnementaux, appliquent les codes de l'environnement et ont donc un rôle majeur dans la préservation de l'état de l'environnement et peuvent être intéressées de suivre son état et de voir les effets des politiques publiques en sa faveur.

L'adaptation de l'outil doit aussi être pensée à la lumière des capacités des acteurs à le porter de façon pérenne et efficace, et à bonne échelle. C'est le cas de deux opérateurs, l'Oeil et le Conservatoire d'Espaces Naturels (CEN). Le CEN de Nouvelle-Calédonie est un Groupement d'Intérêt Public qui n'a pas la délégation des provinces pour gérer directement des espaces naturels. Le CEN coordonne des plans des gestion (forêt sèche, dugong, espèces envahissantes) et de suivi (coraux, patrimoine mondial de l'UNESCO), et il renforce les capacités d'autres acteurs. Il a une légitimité institutionnelle forte au niveau pays, ce qui en fait un acteur potentiel pour porter l'ESGAP. Cependant, ses bases de données ont actuellement un prisme restreint sur les thématiques qu'il traite. Toutefois, le chantier collégial de réflexion mené actuellement par tous ses administrateurs sur l'avenir du CEN pourrait intégrer le traitement de cette fonction ESGAP.

Le dernier acteur pressenti est l'Œil, l'observateur de l'environnement de la Province Sud. Cet acteur agrège de nombreuses données environnementales dans des bases de données et en produit de façon très ponctuelle. L'Œil a initialement été créé pour suivre les impacts de Vale NC mais a vu ses missions de suivi s'étendre. Ainsi, aujourd'hui il opère sur des périmètres variables selon les thématiques environnementales. L'OEIL est en capacité d'opérer des suivis environnementaux de qualité et de les traduire sous une forme adaptée à différents publics, mais n'a pas encore toute légitimité d'opérer à l'échelle de la Nouvelle Calédonie, et n'est pas encore soutenu par un mécanisme de financement stable. Des discussions sont en cours entre l'ŒIL et le CEN pour identifier les collaborations futures.

Un aspect stratégique sur le portage de l'ESGAP, qui n'a pas été abordé dans ce rapport, est lié à la présupposition que l'utilisation de larges bases de données quantitatives est nécessaire –(ou au moins utile) pour l'aide à la décision. Il est possible que pour un certain nombre de sujets, la gestion de l'environnement passe par d'autres moyens de suivis et de discussion, notamment pour les instances coutumières, et que la pérennisation de l'ESGAP représente un coût et un frein culturel pour certains acteurs.

A l'échelle régionale, le projet INFORM[9] du PROE pourrait être une des structures de portage et des indicateurs ESGAP développés pour la Nouvelle-Calédonie. Le rôle de ce projet est destructurer les données environnementales disponibles à l'échelle du Pacifique, et de les diffuser à travers un portail internet, dans le but d'améliorer la décision environnementale nationale et internationale. Le projet INFORM pourrait par exemple recevoir les données des indicateurs ESGAP pour les mettre à disposition à travers son portail.

La Figure 10 tente de synthétiser les enjeux de pérennisation de l'outil ESGAP en Nouvelle-Calédonie, en reliant les fonctions et les indicateurs ESGAP aux politiques publiques existantes d'une part (à gauche de la figure), aux organismes chargé de collecter de la donnée environnementale et aux besoins lié au renforcement de l'outil (définition d'objectifs environnementaux, création ou extension de collecte de données dans l'espace et le temps) d'autre part (à droite de la figure).

[9] https://www.sprep.org/inform

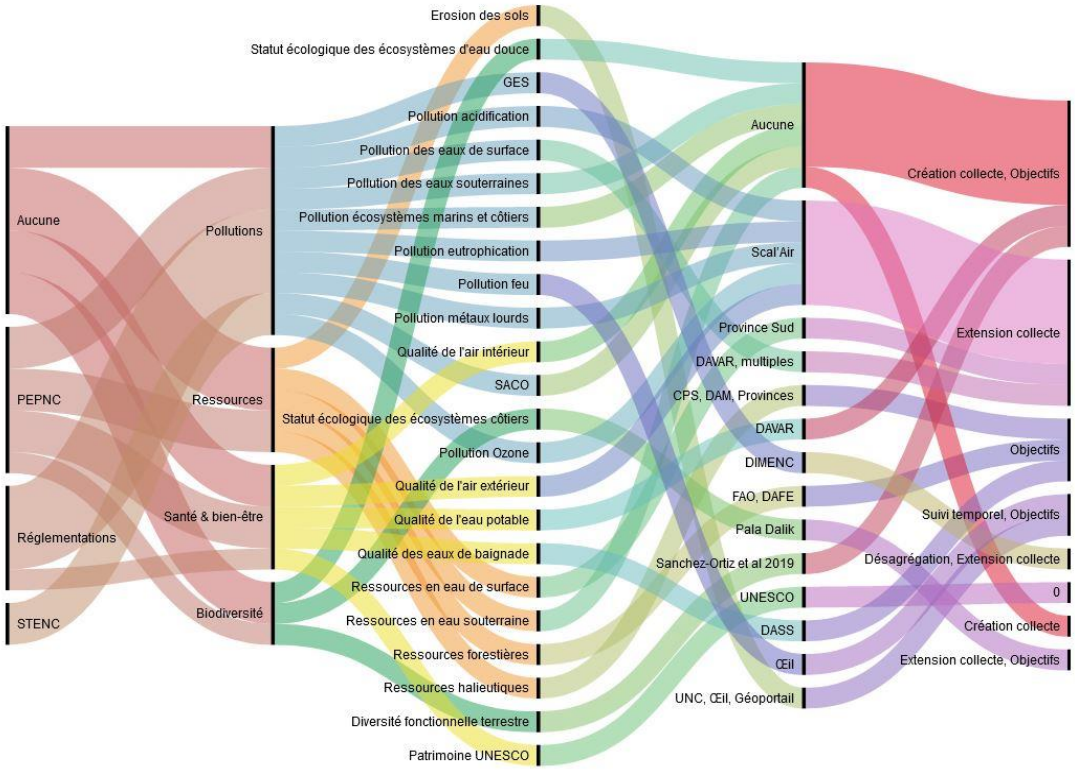


Figure 10 : Liens entre les politiques publiques, les fonctions de l'ESGAP, les indicateurs qui le composent, les organismes responsables de la collecte des données utilisées, et les améliorations recommandées pour la pérennisation de l'outil.

6. Extensions économiques de l'ESGAP

L'ESGAP, en tant que tableau de bord regroupant des indicateurs sur l'état l'environnement et les pressions qui pèsent sur lui, peut être couplé à des données économiques. Ainsi, Ekins et al. (2003) et Ekins, Milligan, et Usubiaga-Liaño (2019) prévoient une extension de l'ESGAP appelée Monetary ESGAP (M-ESGAP). Il s'agit d'un indicateur qui représente le coût pour atteindre un objectif de durabilité, en termes de coûts d'abattement des pressions et de coûts de restauration de l'environnement. Cet indicateur est très proche de travaux réalisés en comptabilité environnementale nationale au cours des années 1990 (United Nations 1993; Vanoli 1995; Statistics Netherlands, Bosch, and Brouwer 1997) et au début des années 2000 (United Nations et al. 2003; Vanoli 2012). Une seconde extension de l'ESGAP liée à l'analyse économique consiste à faire le lien avec les secteurs économiques à l'origine des pressions sur l'environnement.

Ces deux extensions ont été testées à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie. La première correspond au calcul de coûts écologiques non payés (selon la dénomination d'André Vanoli 2012, mais avec une intégration comptable différente). La seconde a consisté à faire un lien avec l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie portée par Vertigo Lab et Bio eko Consultant (Vertigo Lab and Bio eKo Consultants 2020). La Figure 1 détaille l'articulation de l'ESGAP avec les deux extensions présentées.

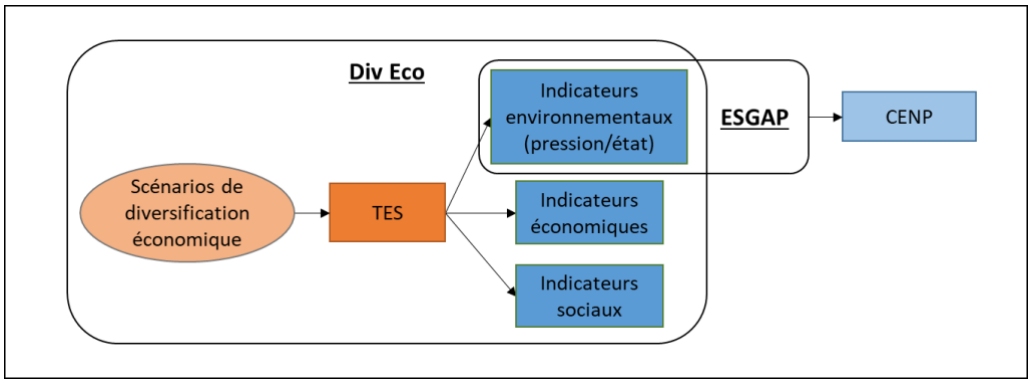


Figure 11 : Articulation de l'ESGAP avec ses extensions économiques. Div Eco : l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie. TES : tableau-entrée sortie. ESGAP : Environmental Sustainability Gap. CENP : coûts écologiques non payés. Le TES et les indicateurs peuvent être calculés pour une année. On peut ensuite modéliser l'impact de scénarios de transition sur la structure de l'économie (TES), l'état de l'environnement (indicateurs environnementaux), certaines caractéristiques synthétiques de l'économie (indicateurs économiques) et des caractéristiques sociales (indicateurs sociaux). Une synthèse physique sur l'environnement est l'ESGAP, une synthèse économique sur l'environnement sont les CENP.

Concrétisation de la durabilité forte dans des scénarios de transition écologique

La définition de la durabilité forte donnée en introduction, et issue des sciences économiques, nécessite d'être opérationnalisée pour que les acteurs puissent s'en saisir. Cet encadré propose plusieurs idées en ce sens.

L'activité économique détruisant des objets naturels (ressources, écosystèmes, etc.) dans le but de créer des biens et services, conduit inévitablement à ne pouvoir atteindre une durabilité forte. Il est donc nécessaire d'assouplir cette définition. Une proposition est de considérer seulement le capital naturel critique, une partie restreinte des objets naturels nécessaires au bon fonctionnement des écosystèmes et qui permettent ainsi de maintenir des flux de valeurs (Ekins et al. 2003).

Même en retenant une définition légèrement assouplie de la durabilité forte, celle-ci reste très difficile à atteindre. En effet, en l'état actuel des connaissances, des technologies et de l'organisation de l'économie, parvenir à ne pas substituer de capital naturel par du capital économique demande des transformations très importantes. En revanche, il est possible de diminuer les impacts de l'économie sur ce capital en suivant certains principes et en tendant vers des objectifs normatifs bien définis.

Ainsi, une diversification économique en durabilité forte doit reposer sur des scénarii visant à atteindre des objectifs environnementaux qui stipulent l'absence de dégradation de différentes composantes de l'environnement (biodiversité, climat, qualité de l'eau terrestre et marine, de l'air, érosion des sols, etc.) au-delà de seuils critiques.

Plusieurs directions peuvent alors être explorées : la substitution de certaines activités économiques par d'autres (qui permet de maintenir un niveau d'emploi et de PIB donné), le remplacement de certaines technologies ou pratiques (aménagement, agriculture, industrie etc.) afin de diminuer les impacts environnementaux de l'activité si l'on souhaite conserver une activité donnée ou en développer une nouvelle, et enfin la restauration de l'environnement (biodiversité, compensation carbone, filtration de l'eau, etc.) dans certains cas. Le cas des dommages irréversibles est à part : une trajectoire de durabilité forte ne permet pas de telles destructions. Si les dommages sont incertains, un principe de précaution devrait être suivi.

Ainsi, trois types de coûts (au sens large) et d'actions se dessinent : des dépenses de restauration que certains acteurs, publics ou privés, devront porter ; des investissements dans de nouveaux actifs et apprentissages ; et des coûts d'opportunités et/ou de transition lors du développement de nouvelles activités « vertes » au détriment des activités "brunes".

Les activités passées ont déjà pu engendrer un certain nombre de dégradations de l'environnement, et il peut être nécessaire de solder une « dette écologique » passée en réalisant des restaurations de l'environnement. Avant cela, il semble logique de diminuer les pressions en cours. Ce n'est que dans un deuxième temps qu'on tentera de retrouver un niveau environnemental équivalent à celui d'objectifs fixés selon une référence scientifique, un état passé, etc.

Etant donné l'état du climat et de la biodiversité, les pressions qui pèsent sur ceux-ci, et les trajectoires économiques actuelles, des mesures radicales doivent être mises en œuvre (substitutions d'activités d'abord, puis réduction marginale des impacts) pour espérer se positionner sur une trajectoire de durabilité forte.

6.1. Calcul de coûts écologiques non payés

De façon schématique, la construction des coûts écologiques non payés (CENP) peut suivre trois grandes approches. Chacune d'elle est fondée sur des sources différentes. Plus celles-ci sont fines, plus le niveau d'exigence et de réalisme des mesures est grand.

La première approche part de l'état de l'environnement. Il s'agit d'utiliser les observations des dégradations de l'environnement, et d'utiliser un coût de réduction ou de restauration moyen. On choisira l'une ou l'autre des actions en fonction de la facilité à avoir des données, celle-ci étant liée à la plausibilité générale de la mesure (réduction pour les émissions atmosphériques, restauration pour l'eau et les écosystèmes, etc.). On notera qu'il ne s'agit pas d'une approche spécifiquement « macro » mais d'une approche qui part de l'observation de l'environnement et non de l'économie.

Une deuxième méthode, plus exigeante, est fondée sur un inventaire des pressions exercées par chacune des branches d'activités et des ménages. A partir de cela, on détermine les dépenses sectorielles à réaliser pour réduire puis, si ce n'est pas possible, compenser les atteintes à l'environnement. Il s'agit ici d'une approche statistique, fondée sur l'extrapolation de pressions et de coûts observés ponctuellement à des branches ou types de ménages que l'on considère homogènes.

Une troisième façon de faire, plus fine, consiste à se pencher sur le niveau des organisations et ménages individuels et non plus des branches. Ici, on utilise des comptabilités environnementales d'entreprises (ou des enquêtes pour les ménages) que l'on agrège et corrige afin d'en tirer des conclusions à un niveau supérieur. Comme le montre la construction des comptes économiques nationaux, l'agrégation de ce type de données nécessite l'utilisation d'informations supplémentaires à des fins d'exhaustivité (certains secteurs ou types d'entreprises ne sont pas pris en compte), de consolidation (des corrections sont à apporter), de complément (certaines données ne sont pas mesurées dans les comptabilités). Ici, le choix des mesures de réduction et de restauration est fait au niveau de l'entité agissante, et les coûts sont des dépenses budgétées. Il est alors possible de suivre avec un maximum de vraisemblance la séquence ERC.

Selon les thématiques environnementales, un mélange plus ou moins proche de l'une de ces trois approches a été suivi ici.

Choix des indicateurs retenus

Le Tableau 7 est un bilan de faisabilité se basant sur les éléments suivants : les informations acquises pendant les entretiens, les données récoltées sur le terrain et dans la littérature scientifique. Les thèmes cités dans ce tableau sont ceux à enjeux ou faisant l'objet de réglementations en Nouvelle-Calédonie. De ce fait, ce sont les sujets pour lesquels les données sont les plus facilement accessibles.

Tableau 7 : Diagnostic de faisabilité du calcul de CENP pour différentes thématiques. NA : non applicable. GES : gaz à effet de serre. ERC : éviter, réduire, compenser. MOS : Mode d'occupation des sols. Les lignes en gras sont détaillées dans les sous-sections qui suivent.

Fonction	Indicateur	Données biophysiques existantes	Objectif de maintien	Lien avec les branches d'activités	Moyens et coûts de réduction	Moyens et coûts de restauration	Calcul de CENP
Ressources	Ressources forestières	(Surfaces, volumes de bois et fertilité)	Maintien de la productivité	Oui	NA	Coûts inconnus	Impossible
Pollutions	**GES**	**Emissions de GES**	**Neutralité carbone/objectifs votés**	**Oui**	**Incomplets**	**Inconnus**	**Impossible**
Pollutions	Pollution des eaux de surface	Bilan annuels des miniers (IBS et IBNC)	Seuils réglementaires	Partiel	Inconnus	Inconnus	Impossible
Pollutions	Incendies	(Surfaces brûlées)	Inconnu	Modélisation	Connus	Connus	Impossible
Santé & bient-être	**Pollution atmosphérique**	**Emissions de polluants**	**Seuils réglementaires**	**Oui**	**Inconnus**	**Inconnus**	**Impossible**
Biodiversité	**Destructions de milieux**	**Historique et séquence ERC (MOS)**	**No net loss**	**Dire d'expert**	**Inconnus**	**Connus**	**Fait**

Les données entre parenthèses n'ont finalement pas été utilisées. En rouge, les aspects les plus bloquants pour le calcul des CENP.

Trois thèmes ont finalement été retenus pour explorer la construction des CENP : la destruction des écosystèmes, les émissions de gaz à effet de serre, et les émissions de polluants. Ils sont détaillés dans les parties suivantes. Seule la destruction de milieux naturels a pu donner lieu à un calcul. Il faut noter ici que ce thème est recadré par rapport aux indicateurs de biodiversité retenus dans l'ESGAP. En effet, des coûts n'ont pu être trouvés que pour la restauration d'écosystèmes terrestres. Le lien avec le *Biodiversity Intactness Index* utilisé comme indicateur ESGAP n'est pas fait directement et aucun coût de restauration des récifs coralliens n'a été trouvé. Les autres thèmes n'ont pu être explorés en profondeur en raison de manques de données trop importants. Ils sont décrits sommairement ci-dessous.

Les CENP peuvent être calculés pour des ressources renouvelables. Par exemple, conformément à la définition du SEEA (United Nations et al. 2014) et à la méthode détaillée par la Banque Mondiale, Bartelmus (2009) fait ce calcul en utilisant la rente des exploitations forestières non durables. Cette approche a son intérêt mais elle ne correspond pas exactement à des coûts écologiques non payés tels que définis ci-dessus. Des CENP se calculeraient plutôt en sommant les coûts de replantation et éventuellement les coûts d'apports de nutriment afin de maintenir un rendement au moins constant[10]. Dans notre étude, des données importantes ont manqué (volumes de bois extraits par type de production, respect de la fertilité des sols, etc.). Aucun coût de restauration ou de réduction des impacts n'a pu non plus être utilisé.

La pollution des eaux de surface fait l'objet d'un suivi réglementaire par les grands miniers. Des données détaillées existent donc au niveau micro. Cependant il n'a pas été possible d'obtenir de coûts de réduction de ces pressions ou de restauration de ce milieu.

Les incendies sont une thématique centrale en Nouvelle-Calédonie (entretiens avec l'Œil, le 24/02/2020 et avec Hubert Géraux, responsable du WWF NC, le 03/03/2020). Des données de surfaces brûlées existent pour plusieurs années. Des coûts de réduction de la pression existent car les dépenses de prévention et de lutte contre les incendies sont connues. Les dépenses de restauration des milieux terrestres impactés le sont aussi. Cependant, l'effort de lutte contre les incendies est déterminé par un budget annuel à dépenser et le choix d'intervenir ou non est déterminé selon le niveau d'enjeu de chaque incendie (risque humain, pour les infrastructures ou pour le milieu naturel). Il n'existe pas véritablement

[10] Bartelmus a fait l'hypothèse que le surplus de rente était égal à ces coûts, ce qui n'est pas forcément vrai, d'autant plus que rien ne dit que le prix de marché n'augmenterait pas significativement si les CENP étaient pris en compte et rendus publics.

d'objectif institutionnel de maintien. On pourrait éventuellement viser un objectif de nombre de départs de feu ou de surfaces brûlées par an mais il n'a pas été possible de trouver un tel objectif ici. Enfin, calculer les coûts pour atteindre un objectif donné est un exercice compliqué qui aurait nécessité des entretiens spécifiques avec les experts du sujet.

- **Emissions de gaz à effet de serre**

Les données biophysiques utilisées sont les émissions sectorielles de GES. Elles ont été estimées par la DIMENC et le CITEPA en 2012. Deux tableaux sont utilisés, l'un classant les émissions selon la typologie d'activité CRF et l'autre selon une typologie propre à la Nouvelle-Calédonie. Les gaz étudiés sont propres aux activités et sont notamment les suivants : CO2, CH4, N2O et des composés fluorés. Le Tableau 8 donne à titre d'exemple les émissions de 2005 et 2016.

Code Plan climat détaillé	***2005***	***2016***
1-1 Production d'électricité pour les sites métallurgiques	941 933	2 463 328
1-2 Combustion - métallurgie dont EMNR	512 141	701 069
1-3 Procédés, traitement minerai et production de nickel	307 796	741 736
TOTAL PC1 - Métallurgie	**1 761 870**	**3 906 132**
2-1 Production d'électricité pour l'industrie minière	13 788	8 230
2-2 Extraction et combustion dans l'industrie minière dont EMNR	75 035	70 139
2-3 Transport routier - Utilitaires lourds	16 537	21 914
2-4 Transport des minéraliers	18 756	23 975
TOTAL PC2 - Mines	**124 116**	**124 259**
3-1 Industries de l'énergie - Production d'électricité dédiée à la distribution publique	378 393	781 026
3-2 Industries manufacturières - Combustion dont EMNR	72 717	239 537
3-3 Industries manufacturières - Procédés industriels	3 464	13 827
TOTAL PC3 - Autres industries	**454 573**	**1 034 390**
4-1 Aérien - National	13 608	17 717
4-2 Routier	613 997	570 485
4-3 Maritime national - Trafic commercial (hors mines) et plaisance	36 460	43 392
4-4 Gaz fluorés dans les transports	8 873	10 777
TOTAL PC4 -Transports	**672 938**	**642 371**
5-1 Tertiaire	8 107	14 629
5-2 Résidentiel	41 392	32 827
5-3 Autres émissions du rester	8 890	17 077
TOTAL PC5 - RESTER	**58 389**	**64 533**
6-1 Consommation d'énergie	516 941	840 708
6-2 Fermentation entérique	38 222	29 782
6-3 Déjections animales	14 661	13 270
6-4 Sols agricoles	25 187	21 272
6-5 Brûlage de résidus de récolte	-	-
TOTAL PC6 - Agri / sylvi / pêche	**595 011**	**905 032**
7-1 Mise en décharge	124 978	293 595
7-2 Compostage	-	2 953
7-3 Eaux usées	22 597	20 845
TOTAL PC7 - Traitement déchets	**147 575**	**317 393**
8-1 Stockage et distribution des combustibles solides	-	-
8-2 Stockage et distribution des combustibles liquides	-	-
TOTAL PC8 - Fugitif combustibles	**-**	**-**
9 - Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Forêt	661 172	722 072
TOTAL PC9 - UTCATF	**661 172**	**722 072**
10 - Autres utilisations de produits	27	1 799
TOTAL PC10 - Autres émissions	**27**	**1 799**

Tableau 8 : Emissions sectorielles de GES au format FNC

Les objectifs de maintien à disposition sont les suivants :

- trajectoire compatible avec une hausse de température globale de 2°C
- neutralité carbone de la Nouvelle-Calédonie
- objectifs du Schéma pour la Transition Energétique de la Nouvelle-Calédonie (STENC) :
    - *Réduire de 35 % les émissions de CO2 dans les secteurs résidentiel et tertiaire par rapport à la projection tendancielle des émissions en 2030*
    - *Réduire de 10 % les émissions dans le secteur de la mine et la métallurgie par rapport à la projection tendancielle des émissions en 2030*
    - *Réduire de 15 % les émissions dans le secteur du transport par rapport à la projection tendancielle des émissions en 2030*

La difficulté d'utiliser le premier objectif repose sur l'attribution d'un budget carbone au territoire. En effet, ce point fait l'objet de nombreux débats en raison des émissions historiques et des coûts inégaux de la réduction.

L'objectif de neutralité carbone séduit par sa simplicité mais se révèle très loin des processus politiques et économiques actuels de la Nouvelle-Calédonie. En effet le STENC définit des objectifs de réduction des gaz à effet de serre peu contraignants car ils sont construits en référence à la trajectoire d'émissions à horizon 2030 (l'objectif accepte donc que les émissions continuent de croitre par rapport à aujourd'hui) et ne portent que sur certains secteurs. Il est tout de même utile de retenir cet objectif de neutralité car il permet des comparaisons internationales aisées.

L'attribution des émissions aux branches d'activité du TES a été possible moyennant un nombre restreint d'hypothèses. Les résultats sont présentés dans le Tableau 9.

Source	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Administrations publiques	782	721	1 241	1 264	1 222	1 185	1 275	1 468	1 533	1 466
Agriculture, chasse, sylviculture, pêche, élevage	595 011	693 209	768 858	821 198	906 797	981 827	834 479	902 243	843 939	905 032
Banques et assurances	237	238	420	431	414	393	420	482	516	506
Bâtiment et travaux publics	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Commerce	2 782	2 407	3 948	3 971	3 777	3 659	3 886	4 502	4 669	4 479
Energie	309 139	265 096	257 645	180 412	201 747	184 324	186 000	247 888	207 948	255 824
Industries diverses	249 173	408 987	437 899	695 164	755 226	787 623	963 626	933 455	948 248	1 016 721
Industries du nickel	1 853 442	1 889 136	1 844 062	2 451 878	2 561 388	2 487 572	2 700 091	3 595 184	3 626 980	3 998 185
Services aux entreprises	1 884	1 770	3 108	3 174	3 086	3 055	3 386	3 906	4 002	3 885
Services aux ménages	54 668	57 819	67 715	76 589	84 793	93 294	99 074	103 297	107 770	110 920
Transports et télécommunications	678 114	527 685	591 785	598 474	615 942	618 614	613 296	623 488	649 961	649 492
Ménages	57 808	58 451	52 320	53 820	53 007	54 560	52 013	50 085	52 428	51 638
Total	3 803 040	3 905 519	4 029 000	4 886 374	5 187 398	5 216 104	5 457 545	6 465 998	6 447 994	6 998 147

Tableau 9 : Emissions de GES par branche d'activité. Les émissions du BTP n'ont pas été estimées dans les données sources.

Des recherches ont été menées afin de déterminer des **coûts de réduction ou de restauration** (stockage de carbone). Malheureusement, ni les entretiens sur place ni une recherche dans la littérature n'ont permis de trouver des coûts d'abattement techniques pour les secteurs d'activités concernés. Il existe bien des coûts d'abattement macro, issus de modélisation (Quinet et al. 2019; 2009), mais ils ne sont pas transposables à la Nouvelle-

Calédonie dont l'économie est très différente de celle de la métropole française (mix énergétique, poids du secteur mines-métallurgie, niveau d'importations radicalement différents).

- **Emissions des autres polluants atmosphériques**

Les données biophysiques utilisées sont les émissions sectorielles de polluants atmosphériques. Deux sources sont utilisées. La première est un réseau de suivi des émissions atmosphériques (Scal'Air 2019). La deuxième source est l'inventaire des émissions réalisé pour la DIMENC (CITEPA 2014).

Le réseau de suivi de Scal'Air permet de suivre la qualité de l'air grâce à 4 stations dans la grand Nouméa et 5 stations dans le Grand Sud, autour des installations de Vale Nouvelle-Calédonie. Les polluants faisant l'objet d'un rapport annuel sont le SO2, le NO2, l'ozone, les particules fines (PM10 et PM2,5), les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les métaux lourds et les pollens. Les données sont présentées en concentrations moyennes annuelles entre 2014 et 2018.

Les objectifs de maintien utilisés sont les seuils réglementaires applicables pour la santé. Les valeurs cibles sont toutes respectées sauf pour le nickel. Ce dernier polluant est donc le seul pour lequel des coûts écologiques non payés peuvent être calculés (pour les autres, les dépenses environnementales actuelles suffisent). La concentration moyenne de nickel dans l'air dépasse la valeur cible de 20 ng/m3 tous les ans sauf en 2015 pour le Grand Nouméa. Afin de rester sous ce niveau, il faudrait diminuer d'environ 35 à 40% les émissions. Au niveau du Grand Sud, la valeur cible n'a été dépassée qu'en 2015.

Afin de faire le **lien avec les branches d'activité**, c'est l'inventaire de la DIMENC qui a été utilisé. Celui-ci comptabilise pour les secteurs d'activités de la typologie NFR les polluants relatifs aux phénomènes d'acidification, d'eutrophisation et de pollution photochimique, les métaux lourds, les poussières, les polluants organiques persistants (8 catégories d'hydrocarbures aromatiques polycycliques) et le benzène. Les résultats sont donnés en tonne par an pour les années suivantes : 2008, 2010 et une estimation pour 2030.

Les émissions de nickel pour l'année 2010 sont données dans le Tableau 10.

Secteur	Emissions de Ni (kg/an) en 2010	Proportion
FSN 1-Métallurgie	9534	85%
FSN 2-Mines	176	2%
FSN 3-Industries (hors métallurgie et mines)	1561	14%
FSN 4-Transports	5,42	0%
FSN 5-Résidentiel Tertiaire Institutionnel et Commercial	0,02	0%
Total émissions en 2010	11275	100%
FSN 10 (ici : maritime international principalement)	4505	

Tableau 10 : Émissions de nickel au format FSN en 2010

Aucun **coût de réduction** n'a pu être trouvé pour calculer des CENP pour le nickel. Un travail de synthèse comprenant le coût de nombreuses mesures de réduction de pollutions de l'air a été réalisé en métropole dans le cadre du Plan National de Réduction des émissions de polluants atmosphériques (CITEPA et al. 2016). Cependant, il ne comprend pas de coûts

portant sur le nickel ou sur l'activité minière et métallurgique, principale cible des mesures dans notre exemple. Il n'a donc pas été possible de calculer de CENP pour cette thématique.

- **Destruction des milieux**

La destruction des écosystèmes est mesurée à partir de deux données sources : d'un part, les surfaces historiquement détruites pour les mines (avant 2009 et la modification du code minier) et aujourd'hui gérées par le Fonds Nickel, et d'autre part celles qui sont soumises à la séquence Eviter-Réduire-Compenser (ERC) depuis 2009 pour les mines ou depuis 2015 pour les projets d'aménagement . La séquence ERC est instruite par les Provinces.

Les destructions minières historiques concernent des zones forestières dans le massif montagneux de la Grande Terre. Ces zones font l'objet d'un programme de restauration gérée par le Fonds Nickel (les chiffres donnés ci-après proviennent d'un entretien avec Thomas Leborgne, chargé de mission Fonds Nickel et Jean-Sébastien Baille, directeur-adjoint de la Direction de l'Industrie, de la Mine et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie (DIMENC), le 21/02/2020). Celui-ci a été doté de 1,7 milliard de francs CFP (environ 14 millions d'euros) à sa création en 2009 et reçoit chaque année une redevance superficiaire des détenteurs de concession minière. La redevance était de 245 millions de francs CFP en 2009 et, en 2020, de 230 millions francs CFP (environ 1,9 millions d'euros).

Les destructions liées au développement des mines en Nouvelle-Calédonie sont estimées à un total d'environ 20 000 ha, depuis leur apparition, principalement au moment du boom minier de 1976. Si l'on considère l'objectif de maintien du capital naturel à l'aune de l'état écologique des milieux naturels avant l'apparition des mines, alors il est nécessaire de calculer la dette écologique (les CENP) à partir du coût total de la compensation écologique de ces 20 000 ha. Cette valeur constitue un objectif « historique » que l'on peut qualifier de « pristine » (cf. Figure 2).

Un second référentiel qu'il est possible d'utiliser est celui des compensations réalisables au regard des contraintes techniques sur le terrain. Le Fonds Nickel estime ainsi, sur la base de travaux d'expertise, qu'il est « techniquement » possible de restaurer autour de 6500 ha, le reste étant « des talus vertigineux ou des zones inaccessibles ». Ces milieux reculés pourraient hypothétiquement être restaurées, mais en mobilisant des moyens beaucoup plus lourds et des techniques qui n'existent pas encore.

La figure 2 fait mention d'un autre type d'objectif, les objectifs politiques. Ce qui s'y apparente le plus dans cette étude sont les objectifs du programme de réhabilitation pluriannuel du Fonds Nickel, qui sont validés par le Congrès de Nouvelle-Calédonie. Le plan en cours vise ainsi 1135 ha. Cependant, il est vraisemblable que l'objectif de 6500 ha soit validé « par morceau » dans les prochains plans pluriannuels, et qu'il soit atteint dans les 20 prochaines années. Selon toute vraisemblance, les objectifs dits « politiques » et « techniques » vont donc coïncider. On ne fera donc pas la distinction entre les deux ici.

Concrètement, depuis 2009, 1500 ha ont fait l'objet de travaux par le Fonds Nickel. Ces travaux sont de deux types : réhabilitation de cours d'eau (avec pour objectif essentiel de rétablir les écoulements, réduire les risques pour les populations et les ouvrages d'art) et des travaux de revégétalisation. Il est nécessaire de faire les travaux sur les cours d'eau pour pouvoir ensuite revégétaliser certaines surfaces. Le coût de la réhabilitation de cours d'eau est en moyenne de 660 000 francs CFP/ha. Le coût moyen des travaux de revégétalisation est de 8 millions de francs CFP par hectare (environ 67 000 €/ha). Le Fonds Nickel investit

autant dans chaque type de travaux. Ainsi, parmi les 1500 ha qui ont bénéficié de la réhabilitation de cours d'eau, 140 ha ont en plus pu être revégétalisés. La dette écologique est considérée comme entièrement soldée lorsque les deux types de travaux ont été réalisés.

La séquence ERC, quant à elle, s'applique à tout projet d'aménagement minier, d'aménagement urbain, d'ICPE, de défrichement, ou s'il touche des écosystèmes d'intérêt patrimonial (Biotope et al., 2016, p. 30). Les habitats impliquant le respect de la séquence ERC (étude d'impact et compensation écologique) correspondent à tout type de milieux : forestiers, ouverts, mangroves, récifs, etc. Les impacts sont répartis entre différents secteurs d'activité (Tableau 11 ; source : entretien avec Nicolas Rinck, chargé de mission séquence ERC à la Province Sud, le 24/02/2020). On observe que la mine est de loin le premier secteur impactant. Contrairement au cas du passif historique, concernant la séquence ERC, les objectifs dits historique, politique ou technique (cf. Figure 2) coïncident en la valeur de 100% de restauration. Un seul objectif est donc retenu pour le calcul des CENP.

Secteur d'activité	Compensation prescrite	Compensation réalisée	Taux de réalisation
Mines	1 328 ha	82,1 ha	6%
Vale	438 ha		
SLN	106 ha		
NMC	62 ha		
SMGM	35 ha		
Exploitation agricole ou forestière	137 ha	0,0 ha	0%
Aménagement urbain	26 ha	1,1 ha	4%
Carrières	24 ha	0,8 ha	3%
Ouvrages/bâtiments liés à l'équipement public	10 ha	0,5 ha	5%
Parc éolien	5 ha	0,0 ha	0%
Infrastructures routières	3 ha	0,2 ha	8%
Total	**1 533 ha**	**84,6 ha**	**6%**

Tableau 11 : Surfaces détruites et compensées au titre de la séquence ERC entre 2009 et 2018 (source : Nicolas Rinck)

On note que 94% des surfaces détruites doivent encore être compensées. Ce chiffre est vraisemblablement supérieur à la réalité car tous les dossiers en instruction ne sont pas comptabilisés. Le coût des travaux de restauration des écosystèmes forestiers est le même que celui du Fond Nickel (mêmes techniques), soit 8 millions de francs CFP. N'ayant pu obtenir de coûts de restauration pour les autres types d'habitats, nous utilisons cette valeur pour l'ensemble des surfaces impactées.

Le calcul des CENP se trouve Tableau 12.

				Retour à un état historique			Réalisable et validé politiquement		
Type d'impact	**Surface détruite**	**Surface restaurée**	**Coût unitaire**	**Objectif**	**CENP (francs)**	**CENP (€)**	**Objectif**	**CENP (francs)**	**CENP (€)**
Historique minier	20 000 ha	140 ha	8 M FCFP	19 860 ha	NA	NA	6 500 ha	52 000 M FCFP	437 M €
Séquence ERC	1 533 ha	85 ha	8 M FCFP	1 448 ha	11 587 M FCFP	97 M €	1 448 ha	11 587 M FCFP	97 M €
Total	**21 533 ha**	**225 ha**	-	**21 308 ha**	**NA**	**NA**	**7 948 ha**	**63 587 M FCFP**	**534 M €**

Tableau 12 : Calcul des CENP liés à la destruction des habitats (source : entretiens)

Les coûts écologiques non payés qui concernent la destruction des habitats s'élèvent donc à un minimum de 63,6 milliards de francs CFP, soit environ 543 millions d'euros. Pour retourner à un état véritablement antérieur au début de l'activité minière, les coûts écologiques non payés seraient nettement plus élevés. Nous n'avons pu les estimer car les techniques pour faire ces travaux très complexes et a priori très onéreux. Ils n'ont pas été identifiés par les acteurs locaux.

6.2. Articulation avec l'étude de diversification économique

Cette partie est la synthèse d'un travail annexe à la création de l'ESGAP. Elle a pour objectif de faire le lien avec l'étude sur le potentiel de diversification économique à durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie (Vertigo Lab and Bio eKo Consultants 2020). Il est le fruit d'une collaboration avec les cabinets Vertigo Lab et Bio eKo Consultants.

Articulation théorique

L'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie (Vertigo Lab and Bio eKo Consultants 2020) est un travail de prospective fondé sur des ateliers et entretiens avec les parties prenantes des secteurs clés pour la transition écologique. Ces échanges ainsi qu'un important travail bibliographique ont permis la création d'un modèle de l'économie de la Nouvelle-Calédonie basé sur un tableau entrée-sortie qui décrit les liens entre les différents secteurs économiques. Après avoir décrit le développement des scénarios et du modèle utilisé par l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie, nous décrirons les liens entre les indicateurs produits par cette étude et les indicateurs de l'ESGAP.

Des scénarios de développement de certaines filières pour tendre vers une économie soutenable ont ainsi été proposés et sont ensuite utilisés dans leur modélisation. On cherche ainsi à connaître les effets de ces scénarios sur des indicateurs de sortie du modèle (économiques, environnementaux, sociaux). Afin de créer des scénarios de durabilité forte, l'étude peut proposer plusieurs types de changements :

- Le développement de filières respectueuses de l'environnement (dites filières "vertes"), issues de changements de pratiques par rapport aux filières actuelles : écotourisme, agroécologie, énergies renouvelables par exemple. La durabilité ne sera assurée que si ces secteurs se substituent aux activités non respectueuses de l'environnement (dites "brunes" parce qu'elles surexploitent les ressources, polluent ou détruisent l'environnement) équivalentes. Cela suppose de définir des scénarios de contraction des autres activités, sans quoi, une simple addition des activités sera probable.
- La mise en œuvre de réduction de pressions pour certaines branches d'activité particulièrement impactantes (mines, bâtiments, agriculture conventionnelle, …)
- Le développement d'une filière de restauration de l'environnement (génie écologique, dépollution de l'eau, compensation carbone, etc.) pour les impacts résiduels et éventuellement accumulés dans le passé. Cela pourrait aussi permettre le développement de solutions fondées sur la nature.

L'articulation entre les différentes actions possibles (substitution d'activité, réduction ou restauration), nécessite un travail en soi car plusieurs chemins peuvent potentiellement mener à la durabilité.

Le cœur du modèle utilisé est un tableau entrée-sortie. Les données de l'ISEE étant très agrégées, il a été nécessaire de désagréger ce tableau afin de faire apparaître des branches d'activités plus fines. Cela permet notamment de faire apparaitre les branches qu'il faudrait potentiellement faire décroitre ou croitre en fonction de leur impact sur l'environnement. Les scénarios, qui représentent des changements dans l'économie, peuvent être modélisés de deux manières :

- Par l'apparition de branches d'activités "vertes", qui peut être soit faite par la modification des coefficients techniques d'une branche "brune" (cette option équivaut à des changements de pratiques incrémentaux), soit par des changements de volume de produits entre une branche "brune" vers son équivalent "verte" (cette option correspondant à l'apparition d'une branche d'activité "verte" suffisamment différente pour être identifiée comme telle ; elle a elle-même des coefficients techniques différents de son équivalent "brune" ; le transfert de volume équivaut à un gain de part de marché).
- Par des chocs de demande finale pour des branches d'activité données (par exemple les branches "vertes") qui reflètent le choix des consommateurs finaux.

Trois types d'indicateurs de sortie sont suivis pour évaluer les scénarii : économiques, environnementaux et sociaux. Les indicateurs sociaux n'ayant pas de lien avec l'ESGAP, nous ne développerons pas leur fonctionnement.

Les indicateurs économiques peuvent être relativement simples et très intégrés dans le module économique (taux de croissance, coefficients multiplicateurs, taux d'importation, etc.). Ils constituent des indicateurs de plaidoyer (coefficients multiplicateurs) ou d'aide à la décision (taux d'importation).

Concernant les indicateurs environnementaux, une première approche est d'ajouter des indicateurs de pression sur l'environnement pour chaque branche d'activité. C'est ce qui est fait actuellement (Vertigo Lab and Bio eKo Consultants 2020). Une évolution de leur niveau d'activité se traduit directement par des impacts sur l'état de l'environnement que l'on peut lire et analyser en regard des indicateurs sociaux et économiques. Il serait aussi possible d'aller plus loin que la simple mesure des pressions en utilisant l'ESGAP. Ainsi, il serait possible d'ajouter un objectif environnemental pour chaque pression et de calculer la différence entre la trajectoire pour atteindre cet objectif et la trajectoire actuelle de la pression, puis de les agréger, pour obtenir l'indicateur composite « Strong Environmental Sustainability » (SES). Une utilisation des indicateurs ESGAP comme indicateurs environnementaux pour l'étude diversification économique demanderait un volume de données assez important. Ainsi, il faudrait pouvoir faire le lien entre branche d'activité-pression-état de l'environnement (contrairement à une approche simplifiée branche-pressions, comme le fait l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie). La couverture de l'indicateur est aussi très large (enjeux climat, biodiversité, eau, sol, etc.).

Un niveau d'analyse supplémentaire peut être apporté de la façon suivante : l'étude précise du lien branches d'activités-pressions permettrait de déduire d'autres indicateurs économiques comme les coûts écologiques non payés, semblable au Monetary ESGAP. De manière schématique, ils correspondent à la somme des dépenses de restauration, de réduction et d'évitement des impacts pour atteindre des objectifs environnementaux. Cet indicateur serait particulièrement éclairant pour la décision en matière de gestion de l'environnement et de réduction des pressions. Il permettrait de connaitre et de piloter les

dépenses privées et publiques, éléments essentiels pour comprendre les effets distributionnels (perdants et gagnants) de toute politique publique mais aussi de budgéter les actions. Le choix des outils de changements (taxes ou subventions, réglementations, etc.) pourrait aussi être éclairé par le calcul de cet indicateur.

Articulation réelle

Finalement, trois points de couplage potentiels sont apparus et sont développés dans les sous-sections suivantes :

- Les thèmes environnementaux identifiés comme prioritaires et mesurables ;
- Les objectifs environnementaux ;
- Les liens entre les branches d'activité et les pressions sur certaines fonctions environnementales.

• Thèmes environnementaux retenus

Il existe un certain nombre de recoupements entre les thèmes étudiés dans les deux projets (Tableau 13).

Dans de nombreux cas, les indicateurs ESGAP sont plus détaillés que l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie. Ainsi, les ressources renouvelables sont ventilées par type. De même, les pollutions chimiques et biologiques de l'eau sont ventilées par type d'écosystème (marin ou eau douce) mais aussi par rapport à leur impact sur l'homme. Les pollutions atmosphériques et des écosystèmes terrestres sont détaillées par type de polluant. Enfin, le maintien de la biodiversité est décliné par type d'écosystème.

Enfin, l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie a un périmètre plus large que l'ESGAP dans le choix de ses thèmes concernant les pressions sur l'environnement : elle inclut ainsi explicitement les déchets, les pollutions sonores, et l'artificialisation des sols.

Principe ESGAP	Enjeu ESGAP	Catégorie DivEco	Enjeu DivEco
Renouvellement des ressources renouvelables	Ressources forestières	Ressources naturelles	Ressources renouvelables
	Ressources halieutiques		
	Ressources en eau de surface		
	Ressources en eau souterraine		
Usage raisonable des ressources non renouvelables	Erosion des sols	Ressources naturelles	Ressources non renouvelables
Respecter les seuils critiques de pollution	Pollution écosystèmes d'eau douce (IBNC+IBS)	Eau	Pollutions chimiques
	Pollution écosystèmes marins et côtiers		
Respecter les standart pour la santé humaine	Qualité de l'eau potable		
	Qualité des eaux de baignade		
Respecter les seuils critiques de pollution	Pollution écosystèmes d'eau douce (IBNC+IBS)	Eau	Pollutions biologiques
	Pollution écosystèmes marins et côtiers		
Respecter les standart pour la santé humaine	Qualité de l'eau potable		
	Qualité des eaux de baignade		
Empêcher le changement climatique	GES	**Air**	**Emissions de GES**
	SACO	**Air**	**Emissions atmosphériques**
Respecter les standart pour la santé humaine	Qualité de l'air intérieur		
	Qualité de l'air extérieur		
Respecter les seuils critiques de pollution	Pollution Ozone	Sols/milieux naturels	Pollutions chimiques
	Pollution métaux lourds		
	Pollution acidification		
	Pollution eutrophication		
	Pollution Feu		
Conserver les paysages et les aménités	Patrimoine UNESCO	Sols/milieux naturels	Insertion paysagère
Maintien de la biodiversité	Diversité fonctionnelle terrestre	Sols/milieux naturels	Biodiversité
	Statut écologique des écosystèmes d'eau douce		
	Statut écologique des écosystèmes côtiers		
	Répartie dans les catégories "Maintien de la biodiversité"	Sols/milieux naturels	Pollutions biologiques
NA	NA	**Eau**	**Déchets**
NA	NA	Air	Pollution sonore
NA	NA	Sols/milieux naturels	Artificialisation des
NA	NA	Sols/milieux naturels	**Déchets**

Tableau 13 : Recoupement des thèmes environnementaux entre l'ESGAP et l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie. Les valeurs de l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie en gras sont étudiées de manière quantitative tandis que les autres ne font que l'objet d'une analyse qualitative.

- **Objectifs**

A ce stade, les auteurs de l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie expliquent que les objectifs politiques actuels doivent être suivis, sans ajouter d'objectifs de maintien plus contraignants et/ou cohérents avec des limites écologiques scientifiques, tels que développés dans l'ESGAP. Des objectifs par filière issus des ateliers ont été identifiés mais ne sont pas à ce stade intégré dans les scénarios de transition.

- **Lien branches d'activité-pression**

Les données récoltées ont permis de faire une articulation quantitative minimale sur une seule thématique, les émissions de gaz à effet de serre. Pour cela, nous avons attribué les émissions de gaz à effet de serre aux branches d'activité et aux ménages du tableau entrée-sortie (TES) de Nouvelle-Calédonie. Cette attribution a été faite avec le TES à 12 branches mais pas avec le TES à 64 branches créé par Vertigo Lab, faute d'informations détaillées sur les émissions de GES (informations confidentielles).

L'attribution est basée sur la définition des catégories utilisées dans les inventaires en Nouvelle-Calédonie et sur celle de l'ISEE. Trois cas se sont présentés : les catégories correspondaient parfaitement ; certaines branches d'activité englobaient plusieurs catégories des inventaires ; certaines catégories des inventaires ont été éclatées dans plusieurs branches d'activité. Une table de passage entre les formats CRF (émissions de GES) et NAF (branches d'activité) (European Commission and Eurostat, 2015) a été utilisée comme base de travail. Des compléments d'information sur la définition des catégories "déchets" et "transport maritime" ont été transmis par la DIMENC. Enfin, les données d'emplois ont servi à répartir les émissions de la catégorie « Commerce/Institutionnel » vers les administrations publiques, les banques et assurances, le commerce, les services aux entreprises et aux ménages et les transports et télécommunications. Le Tableau 14 donne les émissions pour les années disponibles.

Source	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Administrations publiques	782	721	1 241	1 264	1 222	1 185	1 275	1 468	1 533	1 466
Agriculture, chasse, sylviculture, pêche, élevage	595 011	693 209	768 858	821 198	906 797	981 827	834 479	902 243	843 939	905 032
Banques et assurances	237	238	420	431	414	393	420	482	516	506
Bâtiment et travaux publics	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Commerce	2 782	2 407	3 948	3 971	3 777	3 659	3 886	4 502	4 669	4 479
Energie	309 139	265 096	257 645	180 412	201 747	184 324	186 000	247 888	207 948	255 824
Industries diverses	249 173	408 987	437 899	695 164	755 226	787 623	963 626	933 455	948 248	1 016 721
Industries du nickel	1 853 442	1 889 136	1 844 062	2 451 878	2 561 388	2 487 572	2 700 091	3 595 184	3 626 980	3 998 185
Services aux entreprises	1 884	1 770	3 108	3 174	3 086	3 055	3 386	3 906	4 002	3 885
Services aux ménages	54 668	57 819	67 715	76 589	84 793	93 294	99 074	103 297	107 770	110 920
Transports et télécommunications	678 114	527 685	591 785	598 474	615 942	618 614	613 296	623 488	649 961	649 492
Ménages	57 808	58 451	52 320	53 820	53 007	54 560	52 013	50 085	52 428	51 638
Total	3 803 040	3 905 519	4 029 000	4 886 374	5 187 398	5 216 104	5 457 545	6 465 998	6 447 994	6 998 147

Tableau 14 : Émissions de GES par branche d'activité du TES de Nouvelle-Calédonie. Les émissions du BTP sont absentes des données sources. Données : DIMENC, traitement : auteurs

N'ayant pas eu accès au le modèle de Vertigo Lab, il n'a pas été possible d'aller plus loin sur la modélisation de scénarios de transition énergétique en phase avec les objectifs de réduction tel que nous l'avons décrit dans la partie précédente.

L'attribution complète des polluants atmosphériques aux branches d'activité n'a pas été faite car la seule pollution dépassant les seuils réglementaires est le nickel. Concernant ce polluant, l'industrie métallurgique est responsable à 84%, tandis que 14% sont liées au reste de l'industrie.

Limites de l'exercice d'articulation

La principale limite rencontrée est liée aux objectifs de l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie, qui ont été définis avant d'avoir connaissance de l'étude ESGAP. Ainsi, le temps de travail consacré à faire le pont avec l'ESGAP était (légitimement) limité. De plus les objectifs environnementaux choisis pour l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie proviennent soit de politiques publiques existantes soit d'ateliers organisés pour l'étude (afin d'être au plus proche des possibilités d'action des acteurs) et non d'objectifs scientifiques. En effet, cette étude avait pour objet de créer des scénarios de diversification à court et moyen terme et non de comparer la situation en Nouvelle-Calédonie avec des seuils scientifiques. Nous préconisons donc d'actualiser les scénarios et les résultats de l'étude de diversification économique en durabilité forte de la Nouvelle-Calédonie avec les objectifs de soutenabilité forte développé par l'ESGAP. Ces objectifs sont opérationnels en termes de politique publique puisqu'ils peuvent être suivis dans le temps à l'aide des indicateurs développés (voir section 3 et 4 de ce rapport).

Une autre limite de ce travail a été le manque de données. Réaliser une attribution exhaustive et robuste des usages des ressources naturelles et de la dégradation de l'environnement nécessite une étude ad hoc pour chaque thème environnemental. Dans le cas de la Nouvelle-Calédonie, une telle étude n'existait que pour les GES et les polluants atmosphériques.

7. Discussion

L'étude de faisabilité de la mise en place des indicateurs SES et SESP en Nouvelle-Calédonie nous a permis de tester plusieurs aspects de l'ESGAP :

- les concepts,
- les indicateurs et les objectifs associés,
- la disponibilité de données nationales et locales pour le mettre en œuvre
- et la relation entre les décideurs et gestionnaires de l'environnement avec cet outil d'aide à la décision.

Dans cette section, nous discuterons de deux grands thèmes liés à ces objectifs: la révision possible de l'ESGAP (ses indicateurs, ses objectifs, et son cadre conceptuel) et des recommandations pour la mise en place d'autres projets pilote dans différents pays.

7.1 Révision du ESGAP suite au pilote

Le cadre conceptuel

Deux enjeux conceptuels importants sur la définition du capital naturel critique concernent i) le degré de substituabilité entre le capital naturel et les autres formes de capitaux, et ii) la substituabilité des différentes formes de capital naturel entre eux. L'expérimentation de la mise en place de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie se confronte à ces deux enjeux.

La définition des contours du capital naturel critique doit reposer sur sa non-substituabilité avec les autres formes de capitaux. Certains auteurs proposent que le capital naturel dans son ensemble ne soit pas substituable (Cohen et al., 2019). D'autres découpages du capital naturel critique que celui proposé par les fonctions ESGAP sont possibles. Par exemple, pour Dietz et Neumayer (2007), seule la fonction Support à la vie est un capital naturel non-substituable, les trois autres étant plus ou moins substituables à d'autres formes de capital (humain, productif, ou social). Selon plusieurs acteurs interrogés en Nouvelle-Calédonie, la 4ème fonction de l'ESGAP, « santé et bien-être », apparait en décalage par rapport aux trois premières. Pour ces acteurs, les 3 premières fonctions sont bien des fonctions critiques pour l'environnement, tandis que la quatrième semble un plus axée sur des indicateurs qui mesurent la fourniture de services écosystémiques non-essentiels à l'intégrité de la biosphère. Il apparaît donc un besoin de justification sur cette fonction, qui devrait s'appuyer sur la criticité de l'état de l'environnement sur la santé et le bien-être humain.

Un autre point pouvant être discuté est le choix de mettre au même niveau conceptuel, d'utiliser des unités communes et d'agréger des indicateurs dit « intérieurs-extérieurs » et « extérieurs-intérieurs » (Richard, 2012). Les premiers sont des indicateurs qui portent sur les impacts, positifs ou négatifs de l'économie, ou des humains, sur l'environnement (les fonctions ressources, et pollutions) alors que les seconds mesurent des impacts de l'environnement sur l'économie (la fonction santé et bien-être humain, et notamment l'évaluation de la qualité de l'eau et du statut de conservation des sites UNESCO). Une clarification du cadre conceptuel pourrait donc être faite afin de savoir si on s'intéresse à la durabilité strictement environnementale, ou si d'autres aspects sont aussi inclus.

Ces deux enjeux (frontière du capital naturel critique et poids relatif des différentes formes de capital naturel) se retrouvent dans la mise en place de l'indicateur composite SES. Si la quatrième fonction de l'ESGAP est écartée, le score du SES tombe de 43% à 37%. Le périmètre des indicateurs et leur poids est donc extrêmement important pour pouvoir répondre à la question « est-ce que la Nouvelle-Calédonie est durable ? ». Ce rapport n'a pas l'ambition de répondre à cette question, mais des travaux futurs sur ces problématiques devront prendre en considération que l'ESGAP a pour objectif d'être applicable à tous les pays pour permettre leur comparaison, et donc que les périmètres du capital naturel critique et de la pondération des dimensions qui la compose doivent être les même partout.

Les indicateurs et objectifs qui composent l'ESGAP

Les indicateurs développés dans l'ESGAP sont censés représenter dans son exhaustivité le capital naturel critique, qui correspond à un état de l'environnement et peut être approximé par des indicateurs de pressions si nécessaire. Il nous apparaît que trois enjeux important pour le suivi de l'intégrité de la biosphère ne sont pas pris en compte directement par les indicateurs de l'ESGAP proposés actuellement.

Le premier indicateur qui pourrait être ajouté est celui de la pression exercée par les incendies sur les écosystèmes, en particulier sur les écosystèmes forestiers. Dans la mesure où ces incendies sont d'origine humaine et non naturels, nous avons pu utiliser une base de données sur la surface des incendies afin de développer un indicateur de charge critique des écosystèmes. C'est un enjeu important dans de nombreux pays (Etats-Unis, Australie, Brésil, Afrique sub-saharienne, ...), comme nous le rappelle souvent l'actualité. Des systèmes d'informations globaux existent, qui permettraient de calculer cet indicateur pour tous les pays[11]. Néanmoins, c'est un indicateur de pression, qui affectera la fonctionnalité des écosystèmes sur le temps long et qui pourrait donc devenir un double-compte s'il est inclut dans l'ESGAP. Par ailleurs, l'utilisation du feu pour aménager les espaces est une pratique qui peut également être vertueuse (Whitehead et al., 2003).

Un deuxième indicateur lié à l'utilisation de l'espace est l'urbanisation ou l'imperméabilisation. Cet indicateur serait facilement calculable à partir du mode d'occupation des sols. En France, c'est un des dix nouveaux indicateurs de richesse. Comme pour le feu, cet indicateur ne fait pas référence à un état de l'environnement mais à une pression qui menace l'intégrité des écosystèmes, et qui pourrait devenir un double-compte étant donné que la fonctionnalité des écosystèmes est déjà représentée par le BII.

Un troisième indicateur pourrait être ajouté à la partie santé et bien-être humain, sur le thème des maladies émergentes, qui pourrait participer à la justification d'intégrer cette fonction à l'ESGAP (voir discussion 7.1.1). Les dommages à la biodiversité et au capital naturel sont un des facteurs de l'émergence du coronavirus, mais également de nombreuses maladies infectieuses comme Ebola, le SRAS, etc. (WWF, 2020). Plusieurs animaux sont des vecteurs de ces maladies, c'est notamment le cas du moustique (dengue, malaria, ...). Des travaux indiquent que les vecteurs de transmissions sont influencés par l'état de l'environnement, avec notamment une dégradation des habitats et de la richesse spécifique, une exploitation des animaux, et une augmentation de la zone de répartition d'espèce à risque à cause du changement climatique. Le lien entre dégradation de l'environnement et émergence de maladies infectieuses étant établi, les travaux futurs doivent se concentrer sur

[11] https://gfmc.online/

le développement d'un indicateur unique et universel qui pourrait être intégré à l'ESGAP et aux autres cadres globaux comme les ODD (Di Marco et al., 2020). Le développement d'un index du risque de maladie émergentes infectieuses zoonotiques et sa cartographie à l'échelle globale étant une piste intéressante à explorer (Allen et al., 2017). Il faudra également explorer les synergies et les risques de double-compte avec d'autres indicateurs ESGAP comme la fonctionnalité des écosystèmes terrestres.

La méthodologie de construction des indicateurs

Plusieurs choix méthodologiques affectent le résultat final de l'indicateur composite SES. Ces choix concernent le nombre et le type d'indicateurs (pression, état de l'environnement) utilisé, et la construction des indicateurs composites (normalisation des indicateurs).

La version initiale de l'ESGAP agrège des indicateurs de pression et d'état de l'environnement, ce qui pose un problème conceptuel. En effet, la variation d'une pression peut entrainer une variation de l'état de l'environnement. Ainsi, plusieurs indicateurs peuvent être corrélés, ce qui influencerait la pondération des différents thèmes couverts par l'ESGAP. La nature de l'indicateur, qui renseigne une pression ou un état, va donc influencer la sensibilité temporelle de l'indicateur. Par exemple, le défrichement des forêts continu d'avoir un impact en créant de la lisière pendant plusieurs décennies (voir siècles), ce qui participe à leur fragmentation. Potentiellement, cela signifie que les indicateurs de pressions (fonction charge critique des écosystèmes) réagiraient plus vite que les indicateurs d'état utilisé pour la fonction biodiversité. Cela pose la question de la fréquence de mise à jour de l'ESGAP. L'ESGAP peut donc théoriquement être "vert" alors que les dynamiques vont dans le mauvais sens, ces dynamiques devant donc être interprétées dans la communication des résultats.

Trois enjeux ont été identifiés quant à la construction des indicateurs. Sur la normalisation des indicateurs, le choix arbitraire d'une valeur minimum de 5 pour la normalisation des indicateurs pourraient être revue. Nous proposons en effet de prendre 1 comme valeur minimal. Cette valeur serait plus facilement communicable pour les décideurs et gestionnaires et assumerai le fait que toutes les dimensions du capital naturel critique doit être préservée. Le choix d'avoir pris 5 réside dans la méthode d'agrégation de l'indicateur composite SES qui repose sur une moyenne géométrique, le résultat étant tiré par la valeur la plus basse. Dans notre cas, utiliser 1 plutôt que 5 aurait des conséquences sur la valeur du SES. L'indicateur GES a en effet la note la plus basse, 5 dans le cas normal et 1 dans le cas que l'on propose. Ce changement ferait baisser la note globale du SES de 43% de durabilité à 35% de durabilité. En l'état, ce score ne peut pas être comparé aux pays européens pour lesquelles il faudrait recalculer le SES avec une note minimum de 1.

La normalisation de l'index SESP pose aussi question. Comme pour le SES, les valeurs sont rééchelonnées de 5 à 100. Ce procédé permet de standardiser les indicateurs mais entraîne une perte d'information. En effet, la valeur brute du SESP renseigne 4 cas de figure : si l'évolution est négative, l'indicateur va dans le mauvais sens, si elle est nulle, l'indicateur n'est pas durable et ne varie pas dans le temps, si elle est positive mais en dessous de 1, l'indicateur augmente mais pas assez vite pour être sur une trajectoire durable, si elle est égale à 1, l'indicateur est sur une trajectoire durable. Ces différents cas de figure sont aussi présents dans le rapportage des objectifs d'Aichi, sous forme de pictogrammes (Figure 12) (*Secretariat of the Convention on Biological Diversity*, 2014). A noté qu'un cinquième cas de figure présent dans le rapportage des objectifs d'Aichi, le dépassement des objectifs,

n'est pas applicable ici. Nous réutilisons ces pictogrammes ici dans la Figue 5 pour décrire les valeurs SESP de chaque indicateur, plutôt que de les rééchelonner de 5 à 100.

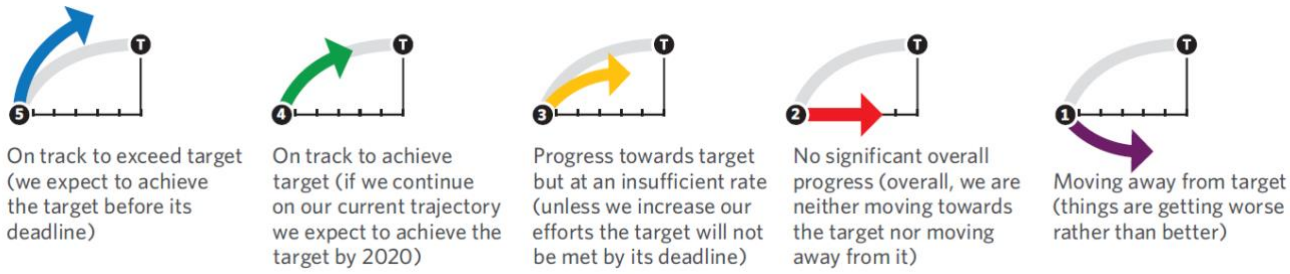


Figure 12 : Pictogrammes utilisés pour suivre les objectifs d'Aichi (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2014)

Avant de pérenniser l'outil, il faudrait réaliser des tests de robustesse statistiques afin de s'assurer de la qualité des indicateurs. Pour cela, un guide produit par l'OCDE et le JRC existe (OECD & JRC, 2008), des formations étant également proposés.

Les liens avec le rapport ESGAP Global Dataset

UCL a produit un rapport sur l'utilisation de bases de données globales pour renseigner les différents indicateurs de l'ESGAP (Fairbrass 2020). En analysant les bases de données répertoriées, seul deux sont utilisés pour la Nouvelle-Calédonie : le BII pour la fonctionnalité des écosystèmes terrestre et l'état de conservation des Biens UNESCO.

Deux sources d'informations internationales ne sont pas identifiées dans le rapport de Fairbrass. L'indicateur et le standard pour les ressources en bois, non-perte nette de couverture forestière des massifs naturels, n'est peut-être pas approprié. Pour l'exploitation durable des ressources forestières, nous avons utilisé un rapport produit localement mais qui est destiné à la FAO, et qui doit donc alimenter une base de données internationale. La publication des rapports pour la FAO de la Nouvelle-Calédonie est plus précise car elle décrit les surfaces plantées et leur évolution. C'est sur ce chiffre que nous nous basons pour construire l'indicateur d'utilisation durable des ressources forêt. Cet indicateur limite les interprétations possibles de la variation de sa valeur et de son évolution dans le temps à une cause anthropique déterminée. Le standard serait une stabilisation des surfaces plantées.

Par contre, il ne dit rien de la qualité de l'exploitation forestière (type de prélèvement, coupe rase, utilisation d'intrants chimiques…). Il peut également y avoir perte de couvert forestier sans que la cause soit la surexploitation de la ressource. Cela peut-être dû à l'urbanisation, à des catastrophes types feu de forêt, etc.

Une autre source de données internationales a été identifiée. L'ESGAP européen utilise le bon état des masses d'eau comme indicateur de biodiversité marine. Ces données proviennent du suivie de la Directive Cadre sur l'Eau et de la Directive Cadre Stratégique sur le Milieu Marin. Ces directives ne s'appliquent qu'en Europe. Ici, nous utilisons le bon état des récifs coralliens comme indicateur. Une base de données internationale, piloté par le Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN) peut donc être une source de données pour le thème biodiversité marine, dans la zone intertropicale (où se situent les récifs coralliens).

Une autre source de données internationales utilisée est l'état des stocks halieutiques réalisé par la CPS (Brouwer et al., 2019). Il existe de nombreux comités régionaux des pêches, ainsi qu'une instance internationale, le CIEM, qui disposent de données pour mesurer l'exploitation durable des ressources halieutiques.

Au niveau régional, un projet de mise à disposition de données environnementales pourrait offrir une plateforme intéressante pour le développement futur de l'ESGAP. Ce projet, nommé INFORM, et mis en place par le Programme régional océanien de l'environnement, se veut un portail pour diffuser les données et améliorer la décision environnementale de la région. Ce portail serait une porte d'entrée importante pour de nouveaux pilotes dans la région Pacifique, à l'échelle régionale ou nationale. D'après les développeurs de ce portail de données, la Nouvelle-Calédonie est le territoire qui a le meilleur système d'information et le plus de données disponibles sur les dimensions de l'ESGAP de la région Pacifique (en dehors de l'Australie, la Nouvelle-Zélande et les Etats-Unis).

L'ESGAP dans le panorama des indicateurs biophysiques

L'abandon de l'indicateur "Years to Sustainability" nous semble dommage car il représentait une information intéressante sur les trajectoires. Le nouveau SESP qui le remplace est un bon indicateur car il suit la méthodologie d'Eurostat et correspond à des formes déjà connues de rapportage et de comptabilité, il est d'ailleurs également transposable dans les évaluations d'atteintes de la CDB. Par contre, on perd une dimension facilement communicable du nombre d'années nécessaires pour atteindre les objectifs environnementaux.

D'autres indicateurs de durabilité proposent une vision temporelle facilement communicable. C'est le cas du « jour du dépassement », basé sur les travaux de calcul de l'empreinte écologique du Global Footprint Network et repris par le WWF[12]. Cette méthodologie calcule la capacité de la terre à produire les ressources renouvelables et absorber les pollutions liées aux activités humaines et les agrègent en hectares bio-productifs nécessaires pour atteindre la durabilité. Il apparait que l'indicateur ESGAP « Years to Sustainability » possède le potentiel d'être aussi facilement communicable et aussi impactant que le « jour du dépassement », avec un aspecte plus opérationnel pour la décision puisqu'il ne se contente pas de décrire l'atteinte ou non de la durabilité mais l'atteinte d'objectifs de durabilité forte au regard des efforts en cours.

Plusieurs conditions doivent être réunies pour réintroduire le « Years to Sustainability » dans le panel d'indicateurs composites ESGAP. Son calcul doit être réalisable pour un grand nombre de dimensions de l'ESGAP, ce qui est pour l'instant hors de portée dû à l'absence de séries temporelles ou à la trajectoire déclinante de celles existantes. En effet, le « Years to Sustainability » n'est pas calculable si la trajectoire d'une dimension s'éloigne de la durabilité forte[13]. Une méthode d'agrégation doit ensuite être choisie pour créer l'indicateur composite : doit-on choisir la moyenne du nombre d'années, ou le nombre d'années le plus élevé ?

[12] https://www.wwf.fr/jour-du-depassement
[13] Dans ce cas, et si un seuil d'effondrement de cette dimension existe, un « Years to Collapse » pourrait être envisagé

Compte-tenu de l'évolution du ESGAP, la version actuelle avec les indicateurs SES et SESP nous semble devenir très proche de ce que propose les "limites planétaires". L'originalité de l'ESGAP tenait en partie dans son approche en termes de distance temporelle à des objectifs de soutenabilité. Dans sa forme actuelle, l'aspect temporelle devient plus technique et le SES ressort comme une variation des limites planétaires, comme proposées par Rockstrom (2009) et Steffen (2015). On peut donc s'interroger sur la plus-value de l'ESGAP par rapports aux indicateurs de limites planétaires. Les différences notables étant la complétude des dimensions ESGAP par rapport aux limites planétaires et son opérationnalisation à plusieurs échelles de décision (du local au global), quand les limites planétaires sont difficilement déclinables à d'autres échelles que l'échelle globale.

7.1 Retours d'expériences pour de nouveaux pilotes

Dans cette section, nous formulons des recommandations sur la mise en œuvre de l'ESGAP dans d'autres pays, en se basant sur les retours d'expériences de sa mise en œuvre en Nouvelle-Calédonie.

Le choix des sources de données

Afin d'adapter la structure, les objectifs environnementaux et les indicateurs au contexte de la Nouvelle-Calédonie, un arbre de décision a été utilisé (Figure 2). Cet arbre de décision a permis de systématiser la recherche d'information aux échelles locales et internationales. L'utilisation de cet arbre de décision pose la question du choix d'utilisation des sources de données globales ou locales (quand les deux existent), étant donné l'objectif d'utilisation et de pérennisation de l'outil ESGAP pour la gestion de l'environnement en Nouvelle-Calédonie. Ici, la plupart des bases de données internationales n'étaient pas utilisable car la Nouvelle-Calédonie est un territoire et non un pays à proprement parler. Dans le cas où ce problème surviendrait pour la mise en œuvre d'autres projets ESGAP, un choix clair devra être formulé, selon que l'objectif soit la comparaison internationale ou la gestion de l'environnement localement.

Ce problème peut également survenir dans le choix des objectifs environnementaux. Ici, il a été choisi d'utiliser une norme internationale quand elle était disponible, mais de l'adapter aux spécificités de la Nouvelle-Calédonie (c'est le cas de l'érosion du sol par exemple). Le seul indicateur pour lequel un objectif international a été utilisé alors qu'un objectif local existe est sur les émissions de GES, car l'objectif local est très éloigné de l'objectif ESGAP gold standard et ne permet pas la comparaison[14].

Rencontre avec les acteurs locaux et collecte de données environnementales

Il y a de nombreux acteurs en NC sur la collecte de donnée et la gestion de l'environnement. Leur localisation géographique nous a permis de les rencontrer de manière efficace. En effet, la plupart de ces acteurs sont localisés à Nouméa. Seule la Province Nord et le CEN sont localisés à Koné, en Province Nord. Si les autres sites pilotes sont plus grands et plus décentralisés, le temps nécessaire à rencontrer les acteurs locaux peut être plus important.

[14] Dans les faits, l'utilisation de l'objectif local de réduction des GES aurait abouti au même score ESGAP étant donné que les émissions augmentent sur la période 2005-2016 où les données sont disponibles

Les rendez-vous avec les acteurs locaux sont très importants. Ces entretiens ont eu deux objectifs. Premièrement, présenter l'étude ESGAP aux acteurs pour assurer à minima une communication sur cette initiative et obtenir un intérêt et une adhésion des différents acteurs, en vue d'une potentielle pérennisation de l'outil localement. Deuxièmement, discuter de la pertinence des indicateurs et des objectifs de l'ESGAP pour les adapter localement si besoin et obtenir les données afin de remplir le tableau de bord et les deux indicateurs synthétiques. Compte-tenu de ce deuxième objectif technique, des entretiens individuels ont été préférés à des entretiens d'acteurs groupés.

Nous avons pu obtenir des entretiens avec la plupart des acteurs sollicités, à l'exception de la Province des Iles (cause inconnue), et du SCRRE et de l'AFD qui préparaient la Conférence Pacifique sur la nature et les aires protégées. Les acteurs ont eu différentes raisons de nous recevoir, il est donc important d'identifier les besoins et les responsabilités des acteurs pour faciliter l'obtention d'un entretien. Par exemple, le SAP était intéressé par la dimension intégratrice et le lien avec les ODD, étant eux-mêmes en train de récolter des informations environnementales en vue de faire un reportage ODD. D'autres acteurs produisent ou utilisent des indicateurs environnementaux et étaient donc intéressés par le cadre du ESGAP.

Les entretiens ne nous ont pas permis d'obtenir directement de la donnée environnementale. La description de l'ESGAP et la discussion sur les indicateurs a pris trop de temps pour arriver à vraiment tirer des informations quantitatives directement. Pour cela, il aurait fallu réaliser un travail de revue des données existantes et de lecture de tous les rapports produits pour chaque acteur rencontré, ce qui n'a pas été possible compte-tenu du grand nombre d'acteurs et du temps court pour préparer les entretiens (moins d'un mois). Il aurait sûrement été plus efficace de faire des demandes spécifiques sur des données pré-identifiées plutôt que de demander ce qui est disponible pour remplir les indicateurs et les objectifs du ESGAP.

La réalisation d'entretiens croisés avec l'équipe en charge de l'étude diversification économique à soutenabilité forte de la Nouvelle-Calédonie (voir section 6) a également comprimé le temps disponible pour poser nos questions durant les entretiens. Ces circonstances nous ont permis d'avoir un accès privilégié à un large panel d'acteurs de l'environnement, qui n'auraient pas forcément été aussi réceptifs dans d'autres circonstances. La conduite d'entretiens en face à face a également permis d'expliquer le projet et la démarche pour ensuite faciliter les demandes d'accès aux bases de données disponibles.

Ces entretiens ont donc simplement permis de prendre contact et de défricher les compétences, les enjeux, et les données disponibles pour chaque acteur. Il a ensuite fallu faire des demandes précises, par email et par téléphone, pour l'obtention de données environnementales. Ce processus n'a pas toujours été couronné de succès. Il est donc recommandé de conduire des entretiens avec des demandes spécifiques liées aux données disponibles pour chaque acteur.

Il faut également faire attention aux responsabilités des acteurs qui sont souvent en décalage avec les dimensions conceptuelles de l'ESGAP. Plusieurs cas de figures se sont présentés. Plusieurs acteurs sont responsables en Nouvelle-Calédonie de collecter et gérer de la donnée pour le compte d'autres acteurs (public ou privés), comme l'Oeil ou le cabinet BioEko, ce qui est un plus car ces acteurs ont généralement une vision holistique des données

disponibles, mais peut poser problème car une autorisation des acteurs propriétaires des données peut être nécessaire.

D'autres acteurs ont des compétences qui recouvrent plusieurs indicateurs du ESGAP, comme la DAVAR qui est responsable de la politique de l'eau, et qui a donc des informations sur toutes les dimensions du ESGAP relative au milieu aquatique, sans pour autant savoir comment conceptuellement scinder les données qui sont disponibles. Certains acteurs sont également concentrés sur une sous-partie d'un indicateur (cette sous-partie peut être géographique -exemple: responsable des données pour une Province seulement- comme catégorique -responsable de la collecte de données pour certains polluants et pas d'autres comme Scal'Air). Cette configuration pose problème car il faut être capable d'accéder aux données de tous les acteurs pour ce même indicateur et de les mettre en forme pour construire l'indicateur ESGAP.

La variété de thèmes abordés dans le ESGAP complique la faisabilité d'avoir une expertise assez large pour développer tous les indicateurs ainsi que les objectifs. Il est donc nécessaire de discuter avec les gestionnaires et décideurs locaux qui produisent ou utilisent les indicateurs des différentes dimensions du ESGAP pour sélectionner les données, proxy, indicateurs et objectifs les plus appropriés et les plus robustes.

Ces discussions avec les décideurs doivent également s'attacher aux stratégies de politiques publiques misent en place ou non sur les différents thèmes du ESGAP, afin de questionner les standards utilisables et les priorités locales en termes de politiques environnementales.

Références

Allen, T., Murray, K. A., Zambrana-Torrelio, C., Morse, S. S., Rondinini, C., Di Marco, M., ... & Daszak, P. (2017). Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nature communications*, *8*(1), 1-10.

Andreoli R., Cieslak J.-D., van Haaren B. , Géraux H., 2016, Diagnostic de la couverture forestière et des services écosystémiques des Périmètres de Protection Eloignée des Captages d'Eau sur la Grande Terre et l'Ile des Pins en Nouvelle-Calédonie. Rapport d'expertise BLUECHAM SAS/WWF, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 102 pages.

Bartelmus, Peter. 2009. 'The Cost of Natural Capital Consumption: Accounting for a Sustainable World Economy'. Ecological Economics 68 (6): 1850–57. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.12.011.

Beliaeff B., G. Bouvet, J.-M. Fernandez, C. David, T. Laugier. 2011. Guide pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie. Programme ZONECO et programme CNRT Le Nickel. 169 pages.

Biotope, ENVIE, Natura Legis, 2016. La séquence "ERC" en Nouvelle-Calédonie - Etat des lieux (Rapport RESCCUE No. D2 Final). Communauté du Pacifique.

Birnbaum, P., Ibanez, T., Vandrot, H., Blanchard, E., Hequet, V., Chambrey, C., & Pouteau, R. 2015. Les forêts humides de la province Nord, Nouvelle-Calédonie. Synthèse des travaux de recherche 2012-2015. Editions IAC, Nouméa. 112p.

Brelaud, C., Couharde, C., Géronimi, V., Maître d'Hôtel, E., Radja, K., Schembri, P., Taranco, A. 2009. Capital naturel et développement durable en Nouvelle-Calédonie. Etude 1. Mesures de la « richesse totale » et soutenabilité du développement de la Nouvelle-Calédonie. AFD Document de travail n° 82

Brouwer, S.,Pilling, G., Hampton, J., Williams, P., Vincent, M., & Peatman, T. 2019. La pêche thonière dans le Pacifique occidental et central : bilan de l'activité halieutique et état actuel des stocks de thonidés (2018). Communauté du Pacifique (CPS), B.P. D5 - 98848 Noumea Cedex, Nouvelle-Calédonie, 2019

Brundtland, G. H., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S., & Chidzero, B. J. N. Y. (1987). Our common future. New York, 8.

CITEPA, 2014. Inventaire des Emissions de Polluants Atmosphériques de la Nouvelle-Calédonie; Résultats et Analyses. CITEPA 941.

CITEPA, INERIS, Energies Demain, and AJBD. 2016. 'Aide à la décision pour l'élaboration du PREPA - Annexe B - Fiches mesures résumées'. Livrable 2. Paris, France: MEDDE/MEEM/Bureau de la qualité de l'air. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/politiques-publiques-reduire-pollution-lair.

Cohen, F., Hepburn, C. J., & Teytelboym, A. (2019). Is natural capital really substitutable?. *Annual Review of Environment and Resources*, *44*, 425-448

DAM, 2018. Programme observatoire des pêches en Nouvelle-Calédonie. Service de la pêche et de l'environnement marin direction des affaires maritimes de la Nouvelle-Calédonie.

DAVAR, 2019. Schéma d'orientation pour une politique de l'eau partagé de la Nouvelle-Calédonie. Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie DAVAR I BP M2, 98849, Nouméa

De Clerck, C., Bertrand, C., N'Guyen Van Soc, J-F., Albouy, F. (2020). Analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2018 sur la Nouvelle-Calédonie. Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL).

Desoutter, L. et Bertaud, A. 2019. Bilan technique 2018 : Synthèse annuelle des résultats des suivis environnementaux du Grand Sud pour l'année 2018. Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie (OEIL).

Dietz, S., & Neumayer, E. (2007). Weak and strong sustainability in the SEEA: Concepts and measurement. Ecological economics, 61(4), 617-626.

Di Marco, M., Baker, M. L., Daszak, P., De Barro, P., Eskew, E. A., Godde, C. M., ... & Karesh, W. B. (2020). Opinion: Sustainable development must account for pandemic risk. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(8), 3888-3892.

DIMENC. 2016. Schéma pour la transition énergétique de la Nouvelle-Calédonie. Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie DIMENC, BP 465, 98845 Nouméa

Do Khac, E., Andreoli, R., Géraux, H. 2019. Assessing forest functionality to provide services related to water resource. An innovative tool for South Pacific Island countries. Rapport d'expertise BLUECHAM SAS/WWF, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

Dumas, P. 2010. Méthodologie de cartographie de la sensibilité des sols à l'érosion appliquée à la région de Dumbéa à Païta - Bouloupari (Nouvelle-Calédonie). Les Cahiers d'Outre-Mer. n° 252, p. 567-584. DOI : 10.4000/com.6123

Ekins, P. (2014). Strong sustainability and critical natural capital. In Handbook of sustainable development. Edward Elgar Publishing.

Ekins, P., Simon, S., Deutsch, L., Folke, C., & De Groot, R. (2003). A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability. Ecological economics, 44(2-3), 165-185.

Ekins, P., B. Milligan and A. Usubiaga-Liaño (2019), "A single indicator of strong sustainability for development: Theoretical basis and practical implementation", AFD Research Papers, No. 2019-112, Revised draft, 21st December 2019.

ETHYCO, 2016. Indice biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC) et Indice biosédimentaire (IBS) - Guide méthodologique et technique

Fort, C. (coord). (2020). Etat des ressources génétiques forestières dans le monde – Nouvelle-Calédonie. FAO, Rome.

Gardes L., Tessier E., Allain V., Alloncle N., Baudat-Franceschi J., Butaud JF., Collot J., Etaix-Bonnin R., Hubert A., Jourdan H., Loisier A., Menkès C., Rouillard P., Samadi S., Vidal E., Yokohama Y. 2014. Analyse stratégique de l'Espace maritime de la Nouvelle-Calédonie – vers une gestion intégrée. Agence des aires marines protégées / Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie éditeurs, 395 pages + annexes

Galewski, T., Dragone, C. 2017. Indice Région Vivante. Comment évolue la biodiversité en Provence-Alpes-Côte d'Azur ? Agence régionale pour l'environnement et l'écodéveloppement Provence-Alpes-Côte d'Azur

Imirizaldu M., 2010 – Contribution de l'OEIL à la mise en oeuvre d'indicateurs de suivi de la biodiversité en Nouvelle-Calédonie. Rapport d'étude réalisé par l'OEIL pour le service d'état à l'agriculture, la forêt et l'environnement (DAFE). Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 262pp.

Job, S. 2018. Rapport de suivi : Bilan 2017-2018 et évolution temporelle. Réseau d'Observation des Récifs Coralliens de Nouvelle-Calédonie (RORC)

Marquié, J. & Boutry, S., Lefrançois, E., Coste, M., Delmas, F. (2017). Programme d'Étude et de Recherche 2012-2016 : « Diatomées des rivières de Nouvelle-Calédonie : Conception d'un nouvel indice de bio-évaluation de la qualité écologique des cours d'eau à partir des diatomées benthiques ». Rapport final d'élaboration de l'indice. V0 du 25-07-2017. Asconit-Irstea Editions. 274 pages.

Newbold, T., Hudson, L. N., Arnell, A. P., Contu, S., De Palma, A., Ferrier, S., ... & Burton, V. J. (2016). Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science*, *353*(6296), 288-291.

OECD and JRC. 2008. *Handbook on Constructing Composite Indicators: Mehodology and User Guide*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

Oddi A. et VD Dang, 2010. Evaluation des ressources forestières mondiales – rapport national
– Nouvelle-Calédonie. FAO, Rome.

Osipova, E., Y. Shi, C. Kormos, P. Shadie, Z. C., and T. Badman. 2014. *IUCN World Heritage Outlook 2014: A conservation assessment of all natural World Heritage sites*. Gland: International Union for the Conservation of Nature.

Osipova, E., P. Shadie, C. Zwahlen, M. Osti, Y. Shi, C. Kormos, B. Bertzky, M. Murai, R. Van Merm, and T. Badman. 2017. *IUCN World Heritage Outlook 2: A conservation assessment of all natural World Heritage sites*. Gland: International Union for the Conservation of Nature.

Province Sud (2020). Données sur les Bilans Ressources en Eau.

Quinet, Alain, Luc Baumstark, Joffrey Célestin-Urbain, Hervé Pouliquen, Dominique Auverlot, and Christine Raynard. 2009. La valeur tutélaire du carbone. La documentation française. Vol. 16–2009. Rapports et documents. Paris: Documentation française.

Quinet, Alain, Julien Bueb, Bérengère Mesqui, Aude Pommeret, and Matthieu Combaud. 2019. 'La valeur de l'action pour le climat'. Rapport de commission. Paris: France Stratégie.

Richard, J. (2012). Comptabilité et développement durable (No. hal-01651227).

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., ... & Nykvist, B. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society*, *14*(2).

Romieux, N & Wotling, G. 2016. Caractérisation des régimes d'étiage; Actualisation des Débits Caractéristiques d'Étiages (DCE); Observations et Modélisations. DAVAR

Sanchez-Ortiz, K., Gonzalez, R. E., De Palma, A., Newbold, T., Hill, S. L., Tylianakis, J. M., ... & Purvis, A. (2019). Land-use and related pressures have reduced biotic integrity more on islands than on mainlands. *bioRxiv*, 576546.

SBSTTA. 2020. Indicators for the post-2020 global biodiversity framework. Information document prepared for SBSTTA24 by UNEP-WCMC in collaboration with the biodiversity indicators partnership

Scal'Air. 2018. Rapport annuel 2018; la qualité de l'air en Province Sud. Nouméa, Nouvelle-Calédonie

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014) Global Biodiversity Outlook 4. Montréal, 155 pages.

Statistics Netherlands, Peter Bosch, and Roy Brouwer. 1997. 'GREENSTAMP Final Summary Report - Methodological Problems in the Calculation of Environmentally Adjusted National Income Figures'. Report for the European Commission Directorate General XII.

Steffen, W., K. Richardson, J. Rockstrom, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Bennett, R. Biggs, S. R. Carpenter, W. de Vries, C. A. de Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G. M. Mace, L. M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers, and S. Sorlin. 2015. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science* 347(6223): 1259855.

Van Wynsberge, S., Gilbert, A., Guillemot, N., Payri, C., & Andréfouët, S. (2013). Alert thresholds for monitoring environmental variables: a new approach applied to seagrass beds diversity in New Caledonia. *Marine pollution bulletin*, *77*(1-2), 300-307.

Van Wynsberge, S., Gilbert, A., Guillemot, N., Heintz, T., & Tremblay-Boyer, L. (2017). Power analysis as a tool to identify statistically informative indicators for monitoring coral reef disturbances. *Environmental monitoring and assessment*, *189*(7), 311.

Vanoli, André. 1995. 'Reflections on Environmental Accounting Issues'. Review of Income and Wealth 41 (2): 113–37. https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.1995.tb00104.x.

Vanoli, André. 2012. 'Towards the Estimation of Final Demand at Total Costs (Paid Economic Costs Plus Unpaid Ecological Costs) in an Extended National Accounting Central Framework'. In 32nd General Conference of The International Association for Research in Income and Wealth. http://www.iariw.org/c2012.php.

Vertigo Lab, and Bio eKo Consultants. 2020. 'Etude sur le potentiel de diversification économique à soutenabilité forte de la Nouvelle-Calédonie - Rapport Provisoire V2'.

United Nations, ed. 1993. Integrated Environmental and Economic Accounting. Studies in Methods, no. 61. New York: United Nations. http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_61E.pdf.

United Nations, European Commission, Eurostat, FAO, IMF, OECD, and World Bank. 2014. System of Environmental-Economic Accounting 2012: Central Framework. New York, NY: United Nations.

United Nations, European Commission, International Monetary Fund, OECD, and World Bank. 2003. Integrated Environmental and Economic Accounting 2003. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/325d14b5-0533-455c-a19d-fdfeac09eaa7/language-en.

Usubiaga-Liaño, A., G. M. Mace, and P. Ekins. 2019. Limits to agricultural land for retaining acceptable levels of local biodiversity. *Nature Sustainability* 2(6): 491-498.

Whitehead, P. J., Bowman, D. M., Preece, N., Fraser, F., & Cooke, P. (2003). Customary use of fire by indigenous peoples in northern Australia: its contemporary role in savanna management. *International Journal of Wildland Fire*, *12*(4), 415-425.

WWF. 2018. *Living Planet Report - 2018: Aiming Higher*. Grooten, M. and Almond, R.E.A.(Eds). WWF, Gland, Switzerland.

WWF, 2020. Erosion de la nature et émergence de pandémies. Protéger la santé des humains et de la planète. WWF, Gland, Suisse