

MESURER ET PILOTER LA SOUTENABILITÉ ENVIRONNEMENTALE D'UN TERRITOIRE

LA MISE EN ŒUVRE DU TABLEAU DE BORD ESGAP EN
NOUVELLE-CALÉDONIE
SYNTHÈSE DU RAPPORT D'ÉTUDE - MAI 2021

Auteurs

Adrien Comte^{1,2}, Clément Surun¹, Harold Levré^{1,2}

¹ CIREC, AgroParisTech, CIRAD, CNRS, EHESS, École 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

Le WWF

Le WWF est l'une des toutes premières organisations indépendantes de protection de l'environnement dans le monde. Avec un réseau actif dans plus de 100 pays et fort du soutien de près de 5 millions de membres, le WWF œuvre pour mettre un frein à la dégradation de l'environnement naturel de la planète et construire un avenir où les humains vivent en harmonie avec la nature, en conservant la diversité biologique mondiale, en assurant une utilisation soutenable des ressources naturelles renouvelables, et en faisant la promotion de la réduction de la pollution et du gaspillage.

Depuis 1973, le WWF France agit au quotidien afin d'offrir aux générations futures une planète vivante. Avec ses bénévoles et le soutien de ses 202 000 donateurs, le WWF France mène des actions concrètes pour sauvegarder les milieux naturels et leurs espèces, assurer la promotion de modes de vie durables, former les décideurs, accompagner les entreprises dans la réduction de leur empreinte écologique, et éduquer les jeunes publics. Mais pour que le changement soit acceptable, il ne peut passer que par le respect de chacune et de chacun. C'est la raison pour laquelle la philosophie du WWF est fondée sur le dialogue et l'action. Monique Barbut est présidente du WWF France et Véronique Andrieux en est la directrice générale.

Pour découvrir nos projets rendez-vous sur : wwf.fr

Ensemble, nous sommes la solution.

La Chaire Comptabilité écologique

La Chaire Comptabilité écologique, portée par la Fondation AgroParisTech, a pour objectif de développer, modéliser, promouvoir et expérimenter des modèles comptables pour une transition écologique des organisations, des territoires et de la société vers la durabilité forte. En partenariat avec AgroParisTech, l'Université Paris Dauphine, l'Université de Reims Champagne-Ardenne et l'Institut Louis Bachelier, la Chaire étudie et articule trois niveaux de comptabilité : comptabilité des organisations, des écosystèmes, et comptabilité nationale.

L'AFD

Le groupe Agence française de développement (AFD) finance, accompagne et accélère les transitions vers un monde plus juste et durable. Climat, biodiversité, paix, éducation, urbanisme, santé, gouvernance... : ses équipes sont engagées dans plus de 4000 projets dans les Outre-mer et 115 pays. L'Agence française de développement contribue ainsi à l'engagement de la France et des Français en faveur des Objectifs de développement durable (ODD).

Remerciements

Ce rapport commandité par l'AFD et le WWF-France a été produit et publié initialement par la Chaire de Comptabilité Écologique, hébergée par la Fondation AgroParisTech, l'Université Paris Dauphine et l'Université de Reims Champagne-Ardenne. Nous remercions VertigoLab et Bio Eko pour les interactions fortes entre cette 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 recevoir l'équipe de recherche et de fournir des données de suivis environnementaux.

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

Cette synthèse a été réalisée sur la base du rapport final d'étude, disponible ici : <https://urlz.fr/gckf>

AgroParisTech 



© Joshua Lanzarini / Unsplash

TABLE DES MATIÈRES

Acronymes	2
I - L'ESGAP, OUTIL DE MESURE DE LA SOUTENABILITÉ ENVIRONNEMENTALE D'UN TERRITOIRE	3
A - Présentation de l'outil ESGAP	4
B - Présentation du projet de déclinaison de l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie	4
II - LE CALCUL DE L'ESGAP EN NOUVELLE-CALÉDONIE	5
A - Méthodologie du calcul de l'ESGAP	6
B - Méthode pour choisir les éléments à prendre en compte dans le calcul de l'ESGAP selon ceux disponibles localement	7
1 - État des lieux des enjeux environnementaux en Nouvelle-Calédonie à prendre en compte dans l'ESGAP	7
2 - Cartographie des acteurs locaux indispensables à la construction de l'ESGAP	8
3 - Recensement des données sur l'état de l'environnement disponibles en Nouvelle-Calédonie et sélection de celles à utiliser pour la constitution des indicateurs	9
4 - Recensement des objectifs environnementaux existants en Nouvelle-Calédonie et sélection de ceux à retenir dans la constitution des indicateurs de l'ESGAP	13
5 - Les indicateurs de soutenabilité finalement retenus pour l'ESGAP en Nouvelle-Calédonie	13
III - LES RÉSULTATS APPORTÉS PAR L'ESGAP QUANT À LA SOUTENABILITÉ ENVIRONNEMENTALE DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE	14
A - Le score ESGAP calédonien	15
B - Développement de l'outil ESGAP et intérêt pour la Nouvelle-Calédonie	16
1 - Optimisation des suivis de l'environnement et de la collecte de données	16
2 - Optimisation de normes et objectifs environnementaux	18
3 - Optimisation de l'utilisation d'ESGAP pour une meilleure gestion de l'environnement en Nouvelle-Calédonie	19
OUVERTURE	22
Références	24

Mise en page

Agence Muscade

Les marques WWF® et World Wide Fund for Nature® et ©1986 Panda Symbol sont la propriété de WWF-World Wide Fund For Nature (anciennement World Wildlife Fund).
Tous droits réservés.

Document publié en mai 2021

Toute reproduction totale ou partielle doit mentionner le titre et porter crédit à l'éditeur mentionné ci-contre en tant que titulaire du droit d'auteur.

WWF France, 35-37 rue Baudin - 93310 Le Pré Saint-Gervais

Photo de couverture : © Copyright Roger Leguen / WWF

ACRONYMES

AFD : Agence Française de Développement

BII : *Biodiversity Intactness Index*

BRE : Bilan de Ressources en Eau

CEN : Conservatoire d'Espaces Naturels

CIREN : 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* – Écart de durabilité environnementale

GCRMN : *Global Coral Reefs Monitoring Network*

GES: Gaz à Effet de Serre

IBNC : Indicateur Biologique de Nouvelle-Calédonie

IBS : Indicateur Bio-Sédimentaire

IFRECOR : Initiative française pour les récifs coralliens

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

ISEE : Institut de la statistique et des études économiques

ODD : Objectifs de Développement Durable

OFB : Office Français de la Biodiversité

PEPNC : Politique de l'Eau Partagée de la Nouvelle-Calédonie

PROE : Programme régional océanien de l'environnement

RORC : Réseau d'Observation des Récifs Coralliens

SACO: Substances appauvrissant la couche d'ozone

SAP : Service de l'Aménagement et de la Planification

SES: *Strong Environmental Sustainability*

SESP: *Strong Environmental Sustainability Progress*

UCL : *University College London*

UNC : Université de Nouvelle-Calédonie

WWF : *World Wide Fund for Nature*



L'ESGAP, OUTIL DE MESURE DE LA SOUTENABILITÉ ENVIRONNEMENTALE D'UN TERRITOIRE

A - PRÉSENTATION DE L'OUTIL ESGAP

« Un développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. »

La définition la plus connue du **développement durable**¹ 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 soit 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, la durabilité ou soutenabilité forte, 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 maintenue pour des questions éthiques (éco-centrisme, principe de précaution...) et fonctionnelles (résilience, dépendance des sociétés...) (Ekins et al., 2003 ; Ekins, 2014).

B - PRÉSENTATION DU PROJET DE DÉCLINAISON DE L'ESGAP EN NOUVELLE-CALÉDONIE

C'est cette version de la soutenabilité que cherchent à promouvoir l'AFD et le WWF France. Et afin de permettre aux politiques publiques, acteurs du développement et acteurs de la protection de l'environnement de mettre en place cette soutenabilité, l'AFD et le WWF France soutiennent un projet pilote porté par la Chaire de Comptabilité Écologique. Ce projet vise à développer la mise en opérationnalité de l'ESGAP (pour *Environmental Sustainability GAP = écart de soutenabilité environnementale*), un tableau de bord imaginé par Paul Ekins et dont le but est de suivre l'état de l'environnement pour viser la durabilité forte (Ekins et al., 2019). Ce tableau de bord 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). Ce projet porté par la Chaire de Comptabilité Écologique (hébergée par le CIRED et AgroParisTech) et soutenu par l'AFD et

le WWF France a pour objectif de développer une méthodologie de création d'indicateurs nourrissant le tableau de bord ESGAP adaptés pour tout pays ou territoire. L'objectif du projet pilote est aussi de proposer au territoire de la Nouvelle-Calédonie un outil visant à optimiser la gestion de son exceptionnel patrimoine naturel.

La Nouvelle-Calédonie dispose en effet d'une biodiversité unique au monde, mais aussi particulièrement menacée, ce qui en fait un 'hotspot' de biodiversité. Les pressions exercées sur cette biodiversité sont diverses : incendies et activité minière favorisant les phénomènes d'érosion, la fragmentation des forêts, les invasions biologiques. Les pressions sur le milieu marin sont quant à elles plutôt liées à la fréquentation et pêche côtières. Enfin, les fortes émissions de gaz à effet de serre par rapport à la petite taille du territoire et sa faible densité de population contribuent à la pression globale du changement climatique.

L'ESGAP (pour Environmental Sustainability GAP) est un tableau de bord permettant de suivre l'état de l'environnement pour viser la durabilité forte.

¹ Ici, les termes durabilité et soutenabilité sont utilisés de façon interchangeable.

A kingfisher bird with a long, sharp beak is perched on a weathered tree branch. The bird has a blue head and back, and a white breast. It is holding a long, thin, snake-like prey in its beak. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting a natural habitat.

LE CALCUL DE L'ESGAP EN NOUVELLE-CALÉDONIE

© Roger Leguen / WWF

A - MÉTHODOLOGIE DU CALCUL DE L'ESGAP

La soutenabilité de quatre grandes fonctions environnementales est questionnée dans 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. Ces fonctions sont composées de plusieurs thèmes (Tableau 1).

FONCTION	PRINCIPE	THÈME
RESSOURCES	Renouveler les renouvelables	Biomasse (forêt 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	Écosystèmes terrestres (ozone, métaux lourds, acidification, eutrophication)
		Écosystèmes d'eau douce
		Écosystèmes marins et côtiers
SUPPORT À LA VIE	Maintenir la biodiversité	Écosystèmes terrestres
		Écosystèmes d'eau douce
		Écosystèmes marins et côtiers
SANTÉ ET BIEN-ÊTRE HUMAIN	Santé humaine	Santé humaine (pollution de l'air intérieur et extérieur, eau potable)
	Patrimoine naturel et aménités	Patrimoine et 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.

Des indicateurs permettent d'évaluer la soutenabilité environnementale vis-à-vis de chacun de ces thèmes. L'ensemble de ces indicateurs permet ensuite de donner naissance à deux indicateurs généraux reflétant la soutenabilité environnementale globale d'un pays ou territoire :

- un indicateur composite nommé **SES** (*Strong Environmental Sustainability = Durabilité environnementale forte*) qui reflète le niveau de bon état environnemental à maintenir au regard de standards/référentiels/objectifs établis pour différentes fonctions environnementales;

- un indicateur composite nommé **SESP** (*Strong Environmental Sustainability Progress = Progrès en termes de durabilité environnementale*) qui mesure l'écart entre la trajectoire actuelle et la trajectoire soutenable d'évolution des indicateurs par rapport aux objectifs environnementaux mentionnés dans le SES.

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-après :

• Strong Environmental Sustainability

Le SES est calculé comme la différence entre la valeur actuelle et l'objectif environnemental (voir section B.4 sur les définitions des objectifs), 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) :

$$\text{value}_{\text{new}} = \frac{\text{max}_{\text{new}} - \text{min}_{\text{new}}}{\text{max}_{\text{old}} - \text{min}_{\text{old}}} \times (\text{value}_{\text{old}} - \text{max}_{\text{old}}) + \text{max}_{\text{new}}$$

Dans certains cas, par exemple pour les gaz à effet de serre qui ont une valeur minimale inférieure à la borne inférieure recommandée par l'ESGAP (5%), ainsi que pour le Biodiversity Intactness Index (BII) qui doit être re-normalisé car les seuils sont respectivement de 90 et de 80 pour la richesse et l'abondance, est utilisée la formule de normalisation suivante, où les valeurs minimums et maximums (gp_{min} et gp_{max}) sont les bornes de l'indicateur ESGAP (5 et 100) :

$$\text{norm} = \text{norm}_{\text{min}} + (gp_{\text{max}} - \text{norm}_{\text{min}}) \frac{\text{value} - gp_{\text{min}}}{gp_{\text{max}} - gp_{\text{min}}}$$

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

• 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.

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

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

$$(5) \quad R_{a/c} = \frac{\text{CAGR}_a}{\text{CAGR}_r}$$

Le SES est calculé comme la différence entre la valeur actuelle et l'objectif environnemental, sur une échelle de 5 à 100, 5 étant le plus mauvais score et 100 l'atteinte de l'objectif.

B - MÉTHODE POUR CHOISIR LES ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE DANS LE CALCUL DE L'ESGAP SELON CEUX DISPONIBLES LOCALEMENT

1 - ÉTAT DES LIEUX DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX EN NOUVELLE-CALÉDONIE À PRENDRE EN COMPTE DANS L'ESGAP

Afin d'adapter la méthodologie théorique de calcul de l'ESGAP aux réalités calédoniennes, un travail bibliographique ainsi que de premiers échanges avec des interlocuteurs locaux ont d'abord été menés. Cela a permis la mise en œuvre d'un ESGAP adapté aux enjeux environnementaux du territoire calédonien. Pour exemple, la Nouvelle-Calédonie disposant d'une riche biodiversité à préserver, le choix a été fait de rajouter un indicateur sur l'état de santé des récifs

coralliens, enjeu inexistant en Europe où a été créé l'ESGAP. Le feu, en tant que pression environnementale importante (destruction de couverts forestiers et donc fragmentation des habitats, mise en danger des ressources en eau et accélération de l'érosion) a aussi été intégré comme indicateur supplémentaire. Quant aux pressions exercées par l'activité minière et métallurgique, elles ont indirectement influencé les scores de plusieurs indicateurs : les émissions de

GES, la pollution des écosystèmes d'eau douce et la fonctionnalité des écosystèmes terrestres. À l'inverse, certains indicateurs représentant des enjeux environnementaux rencontrés plutôt en

Europe ou ailleurs dans le monde n'ont pas été utilisés pour la Nouvelle-Calédonie (exemple de la qualité des eaux souterraines car le territoire utilise majoritairement celles de surface).

2 - CARTOGRAPHIE DES ACTEURS LOCAUX INDISPENSABLES À LA CONSTRUCTION DE L'ESGAP

Ce premier travail exploratoire a aussi permis de déterminer quels étaient les acteurs importants à consulter en Nouvelle-Calédonie, en tant que producteurs, commanditaires, ou utilisateurs de données environnementales susceptibles d'être utilisées comme indicateurs pour chacune des quatre fonctions de l'ESGAP (Tableau 2). Au final, une trentaine d'acteurs, entre décideurs et gestionnaires de l'environnement, mais aussi centres de recherche, associations, et autres acteurs du secteur privé ont été rencontrés afin de discuter de l'intérêt du développement de l'ESGAP pour la Nouvelle-Calédonie, d'adapter le choix des indicateurs environnementaux, et d'obtenir les données nécessaires à la construction de ces indicateurs. En plus des

acteurs listés dans le Tableau 2, des discussions ont eu lieu avec des services transversaux au sein du gouvernement de Nouvelle Calédonie : le Service de l'Aménagement et de la Planification, la Direction des Technologies et des Services de l'Information, et le Service de la coopération régionale et des relations extérieures, ainsi qu'à l'échelle étatique avec l'AFD et l'OFB, et régionale avec le PROE. Des échanges ont également eu lieu avec plusieurs ONGs/associations environnementales (WWF, Pala Dalik), l'Institut de la statistique et des études économiques de Nouvelle-Calédonie (ISEE), et une constellation de bureaux d'étude sur l'environnement.

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 Nouvelle-Calédonie 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.

3 - RECENSEMENT DES DONNÉES SUR L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT DISPONIBLES EN NOUVELLE-CALÉDONIE ET SÉLECTION DE CELLES À UTILISER POUR LA CONSTITUTION DES INDICATEURS

Les échanges avec ces acteurs locaux ont permis d'analyser la disponibilité/accessibilité des données sur l'état de l'environnement en Nouvelle-Calédonie, données indispensables à la constitution des indicateurs de soutenabilité de l'ESGAP. La particularité de la Nouvelle-Calédonie est la gestion fragmentée des différents enjeux associés à l'ESGAP. 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 3). Il a fallu en tenir compte dans le choix des données constituant les indicateurs finaux afin d'obtenir des résultats harmonisés sur le territoire. Nous n'avons retenu pour cette étude que les indicateurs dont les données étaient représentatives ou partiellement représentatives de la Nouvelle-Calédonie.

INDICATEUR	DONNÉES SONT REPRÉSENTATIVES DE LA NC	DISPONIBLES EN PROVINCE			DONNÉES SONT SPATIALEMENT EXPLICITES	SOURCES
		SUD	NORD	DES ÎLES		
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						
ÉROSION 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 BAINADE	X	X	X	X	Stations	DASS
PATRIMOINE UNESCO	X				Non	UNESCO

Tableau 3. Analyse des données disponibles pour les différents indicateurs de l'ESGAP. (X) Critère 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 (ou « 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 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, etc.) (Gwennaëlle 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 évoqués, a été utilisé celui sur une période de 5 ans utilisant la formule :

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

et 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. 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 (Gwennaëlle Bourret, comm. pers.).

À 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.

Érosion des sols

C'est ici le modèle RUSLE qui évalue le risque d'érosion en Nouvelle-Calédonie par l'UNC (Dumas, 2010) qui a été utilisé. 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 de l'ESGAP.

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 équivalent². Les données sont disponibles entre 2005 et 2016. C'est le standard de l'ESGAP européen 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 gratuit 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 donnée cette rupture

² Disponible ici : <https://dimenc.gouv.nc/energie/lobservatoire-de-lenergie>

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'Œil 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'ŒIL 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. Tous les suivis bancarisés ne sont pas de la même qualité, l'analyse a donc été limitée aux données IBS et IBNC contenant plus de 10 taxons bio-indicateurs et ayant été produites 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. Ce sont les échantillons créés avec la nouvelle méthode qui ont été ici utilisés pour calculer le SES (autorisations acquises 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 de gros lots de données 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, ont été obtenus 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 est utilisé 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 protégées 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. À l'échelle française, l'Ifremer 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 utilisées 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 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, ces 4 stations ont été enlevées 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 PM_{2.5} et PM₁₀. Ici, c'est la méthodologie de l'ESGAP européen qui a été suivie et donc seuls les PM_{2.5} ont été pris en compte. 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'État 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 produits localement (Osipova et al., 2014 ; 2017). La même méthode que l'ESGAP européen a été utilisée, en attribuant une note de 1 à 4 selon le classement du Bien. Ici, la note est de 3 sur 4 (75%) car le bien est classé « Good with some concerns ».

4 - RECENSEMENT DES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX EXISTANTS EN NOUVELLE-CALÉDONIE ET SÉLECTION DE CEUX À RETENIR DANS LA CONSTITUTION DES INDICATEURS DE L'ESGAP

La phase d'adaptation et de construction des indicateurs de l'ESGAP pour un pays ou territoire requiert de s'interroger sur les données de l'état de l'environnement disponibles mais également sur la disponibilité d'objectifs environnementaux, scientifiques ou réglementaires, à atteindre pour chaque indicateur. En effet, la composition d'un indicateur ESGAP est déterminée à la fois par la donnée sur l'état de l'aspect de l'environnement associé à cet indicateur mais aussi aux objectifs environnementaux qui peuvent lui être attribués.

Or si des objectifs environnementaux sont mentionnés dans de nombreux textes législatifs ou politiques en Europe, c'est bien moins le cas en 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, qualité de l'air, ou le statut des biens UNESCO), mais d'autres sont encore en cours de

réflexion/création comme la charge en métaux des écosystèmes aquatiques, le niveau de maintien de la biodiversité terrestre et de gaz à effet de serre, et d'autres normes ne sont pas encore à l'ordre du jour comme celles sur l'état écologique des écosystèmes d'eau douce, sur l'usage des ressources naturelles, etc. En effet en Nouvelle-Calédonie plusieurs données environnementales sont suivies de manière précise (érosion des sols, GES, etc.), sans que des objectifs scientifiques ou politiques y soient directement applicables.

Ainsi pour le calcul de l'ESGAP ont été utilisées certaines normes internationales basées sur des recommandations scientifiques et adaptées à la Nouvelle-Calédonie, notamment pour ce qui concernait l'utilisation durable des ressources halieutiques et les émissions de GES.

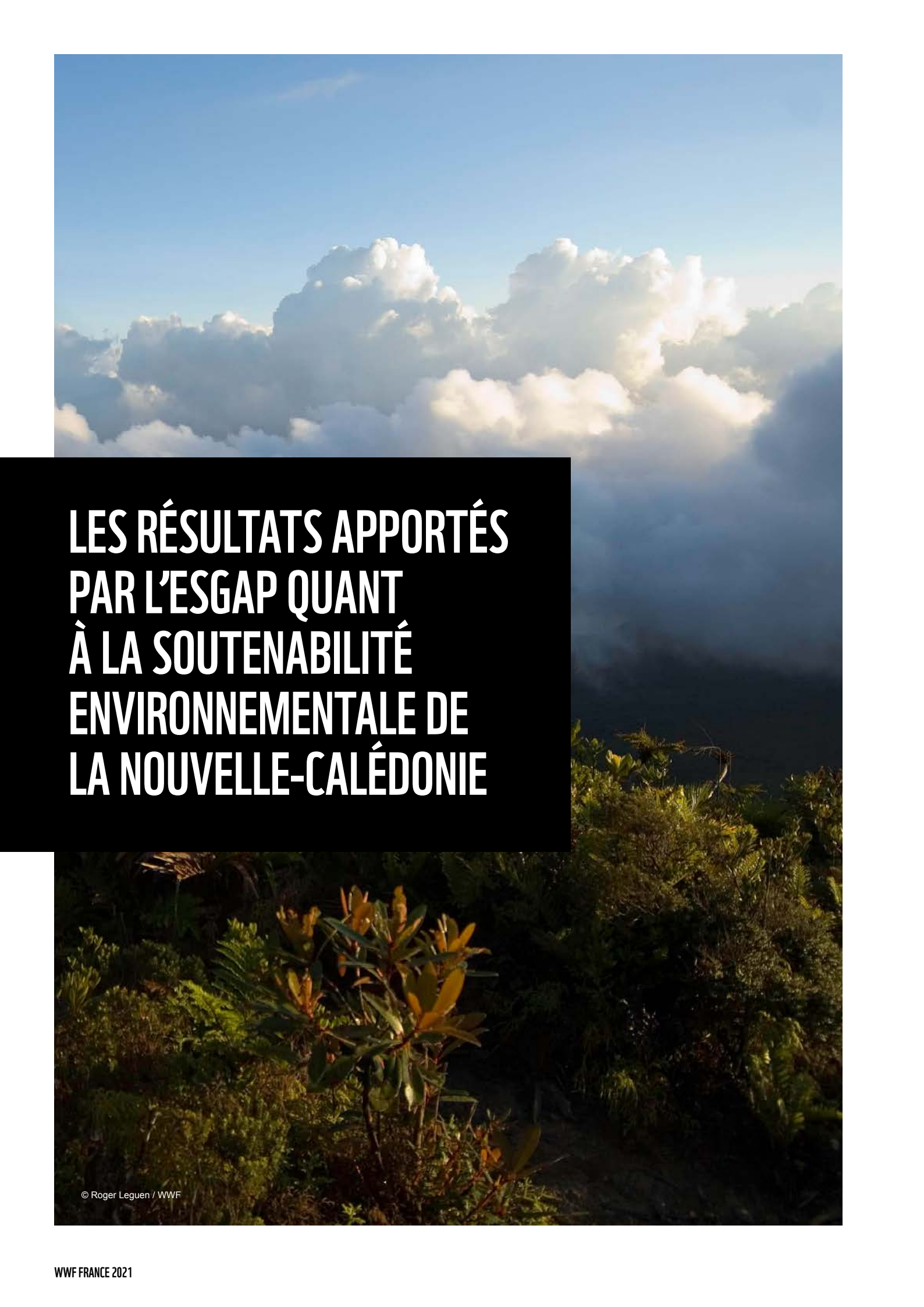
5 - LES INDICATEURS DE SOUTENABILITÉ FINALEMENT RETENUS POUR L'ESGAP EN NOUVELLE-CALÉDONIE

À partir de cette réflexion combinée sur les données de l'état de l'environnement et les objectifs environnementaux disponibles en Nouvelle-Calédonie et à l'international, une composition

opérationnelle a pu être retenue pour chaque indicateur ESGAP. Celle-ci est présentée dans ce tableau (« Description »).

FONCTION	INDICATEUR	DESCRIPTION	OBJECTIF	VALEURS SEUILS	UNITÉ	ÉCHELLE
RESSOURCES	Ressources forestières	% de surface forestière non-exploitée	Proxy	N/A	Pourcentage de surface	Nouvelle-Calédonie
RESSOURCES	Ressources halieutiques	Évaluation de l'atteinte du rendement maximum durable pour cinq espèces pélagiques	Évaluation scientifique des stocks	Atteinte du RMD	Catégorie	Régionale
RESSOURCES	Ressources en eau de surface	Débits disponibles positifs en préservant le débit réservé	Évaluation des cours d'eau	50% DCE 2	m³/j	Province Sud
RESSOURCES	Érosion des sols	Faible sensibilité à l'érosion	Dire d'experts, modélisation	12	t/km²/an	Grande-Terre
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
POLLUTION	Pollution feu	Aucune surface boisée brûlée causée par des feux d'origine humaine	Proposition des auteurs	0	Hectares	Nouvelle-Calédonie
POLLUTION	Pollution des eaux de surface	Indicateurs IBS et IBNC en bon état	Index	IBS>=5.45 et IBNC>=5.3	Sans unité	Sites
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	Échelle 0-1	Globale
BIODIVERSITÉ	Statut écologique des écosystèmes côtiers	Récifs coralliens en état satisfaisant	Index, proposition des auteurs	"État satisfaisant"	Catégorie	Sites
SANTÉ & BIEN-ÊTRE	Qualité de l'air extérieur	Exposition sans danger aux particules PM2.5	Règlements France, ICPE Province Sud et OMS	10 et 25	µg/m³	Nouméa
SANTÉ & BIEN-ÊTRE	Qualité de l'eau potable	Unités de distribution d'eau potable disposant de traitement	Proxy	100	%	Nouvelle-Calédonie
SANTÉ & BIEN-ÊTRE	Qualité des eaux de baignade	Évaluation 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
SANTÉ & BIEN-ÊTRE	Patrimoine UNESCO	Évaluation du statut de conservation des Sites Patrimoine Mondial UNESCO	Évaluation d'experts	"Good conservation outlook"	Catégorie	Sites

Tableau 4. Indicateurs retenus pour l'ESGAP Nouvelle-Calédonie



LES RÉSULTATS APPORTÉS PAR L'ESGAP QUANT À LA SOUTENABILITÉ ENVIRONNEMENTALE DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE

© Roger Leguen / WWF

A - LE SCORE ESGAP CALÉDONIEN

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. (C'est aussi pour cette fonction que le moins d'indicateurs de l'ESGAP ont pu être

construits). 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 1).

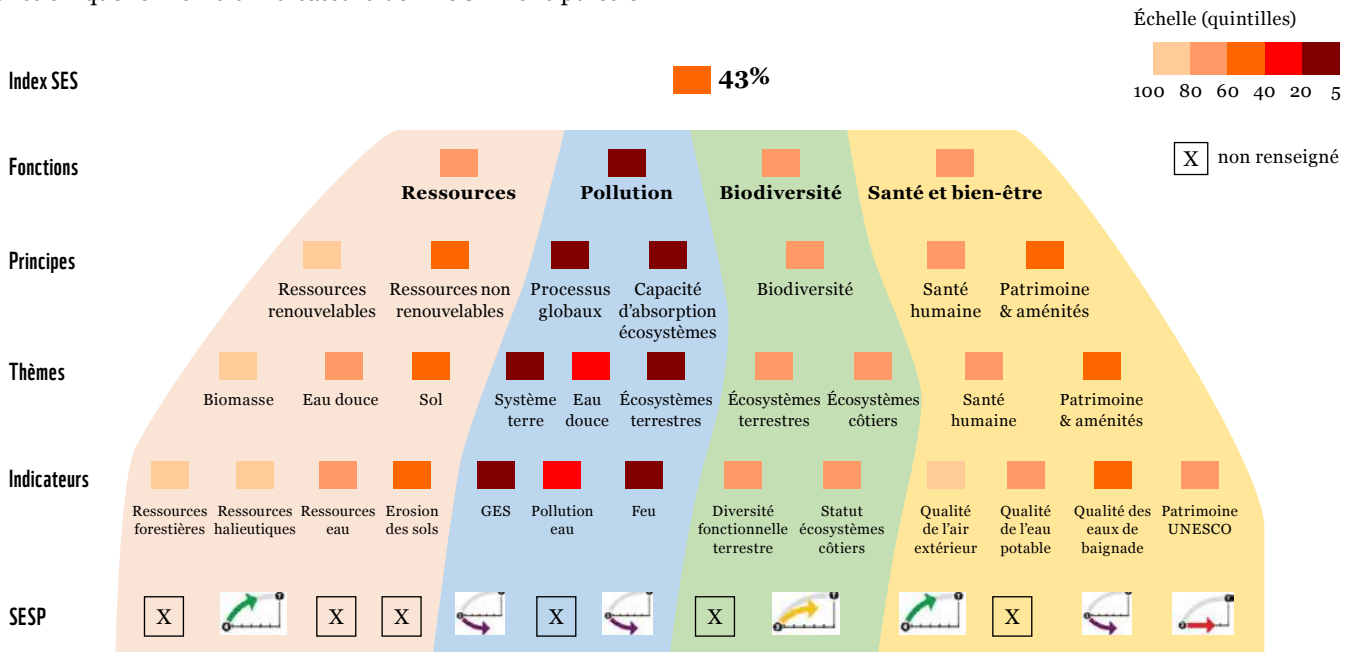


Figure 1. Scores des indicateurs SES aux différents niveaux d'agrégation et score SESP des indicateurs

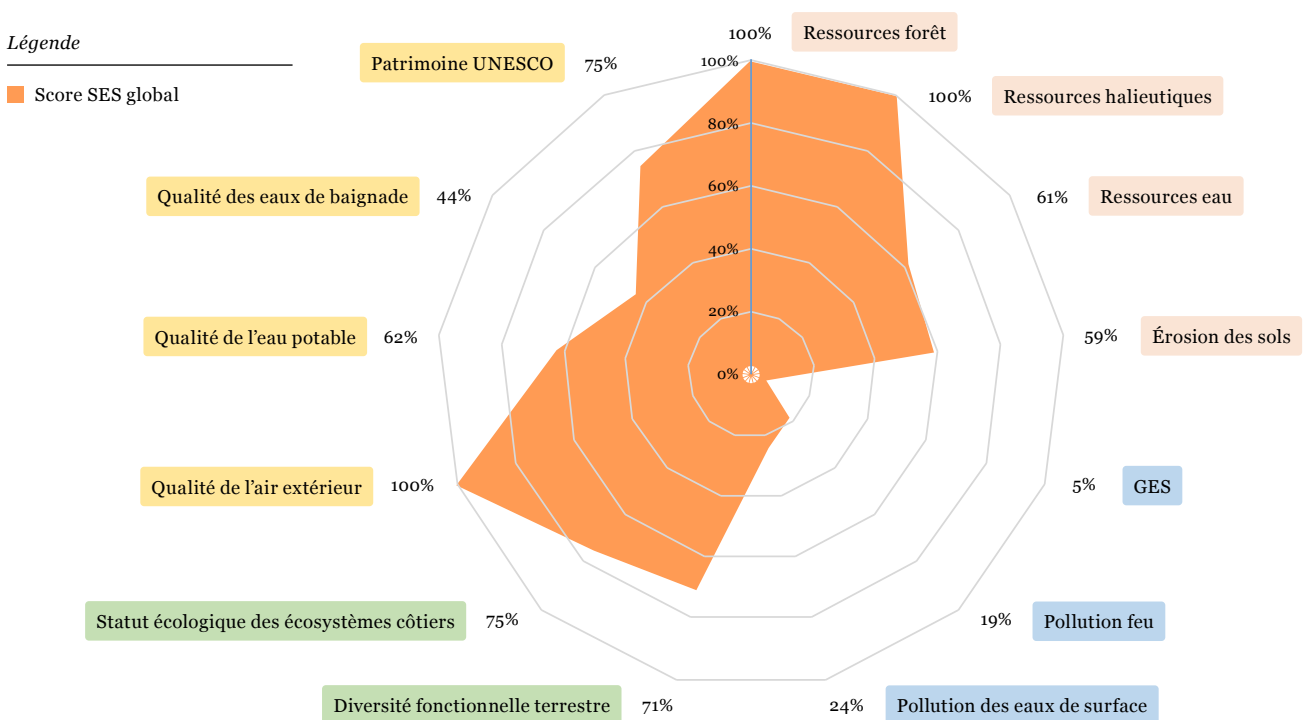


Figure 2. Valeurs (en pourcentage d'atteinte de l'objectif) pour les indicateurs retenus dans le SES en Nouvelle-Calédonie

Sur les 7 indicateurs retenus pour le SESP, 2 ont atteint l'objectif de bon état et sont stables (ressources halieutiques, qualité de l'air extérieur), 1 n'a pas encore atteint l'objectif de soutenabilité et a une trajectoire d'évolution insuffisante à cet égard (état

des écosystèmes marins), 1 n'a pas atteint l'objectif et est stabilisé (état du patrimoine UNESCO), et 3 ont des trajectoires qui s'éloignent de l'objectif de bon état (émission de GES, surfaces brûlées, qualité des eaux de baignade) (Figure 2).

B - DÉVELOPPEMENT DE L'OUTIL ESGAP ET INTÉRÊT POUR LA NOUVELLE-CALÉDONIE

1 - OPTIMISATION DES SUIVIS DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA COLLECTE DE DONNÉES

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.

Le présent rapport sur l'ESGAP a également mis en lumière les objectifs environnementaux et les enjeux qui ne sont pas suivis en Nouvelle-Calédonie (Tableau 3). **Les indicateurs pour lesquels aucune information structurée n'est disponible pourraient être des priorités d'actions. Sont concernés les ressources et pollution 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 disponible à toutes les échelles administratives (Tableau 3). 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 Direction des Technologies et Services de l'Information (DTSI) pourrait 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 intégrées réside dans la collecte et le stockage des données hétérogènes selon les acteurs en charge de leur suivi.

Voici ci-dessous présenté plus précisément comment la pertinence de chaque indicateur ESGAP pourrait être améliorée en Nouvelle-Calédonie par l'amélioration de la collecte de données environnementales et des suivis environnementaux :

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. 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.

Érosion du sol

L'Œil est en train de développer une cartographie des figures d'érosion 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. Ils ne sont pas suivies par Scal'Air, et ne sont pas suivies 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 NO_x, 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 lourds), ces normes sont dépassées, dû à la forte teneur en Nickel de l'environnement néocalédonien.

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 dépassés.

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'utilisent pas de techniques destructrices de l'environnement, et qui entraîne de rares captures accidentelles d'espèces emblématiques. Quarante-huit requins ont ainsi été relâchés morts et 737 ont été relâchés vivants 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-impacts 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

Étant 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

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.

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 inclus dans la liste des indicateurs de suivi des ODD. Cependant, il comporte de nombreux biais, étant dépendant du nombre d'espèces qui sont incluses 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 aucune info 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 n'intègre pas 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 notre question, 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 STOT³, 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.

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.

2 - OPTIMISATION DE NORMES ET OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

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. En Nouvelle-Calédonie,

³ <https://www.sco.nc/mobiliser/suivi-temporel-des-oiseaux-terrestres-stot-nc-page-5111>

⁴ <https://mer-de-corail.gouv.nc/fr/plan-de-gestion/le-plan-de-gestion-du-parc>

de nombreux chantiers qui pourront alimenter le tableau de bord ESGAP dans le futur sont en cours, notamment les travaux sur les référentiels de qualité de l'eau et le suivi de l'érosion. 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 Naturel de la Mer de Corail s'est doté d'un Plan de Gestion⁴, 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. Plusieurs autres projets sont en cours pour élaborer des normes environnementales qui pourront à terme remplacer (ou confirmer) les objectifs utilisés ici, comme les travaux sur la qualité de l'eau avec le projet QAVAR (UNC, CNRT).

3 - OPTIMISATION DE L'UTILISATION D'ESGAP POUR UNE MEILLEURE 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, peu d'indicateurs utilisés ici sont directement adossés à des politiques publiques de la Nouvelle-Calédonie, ce qui peut

Légende

- souligné indicateurs qui ont un lien direct avec les indicateurs ESGAP
- non souligné indicateurs qui n'ont qu'un lien indirect

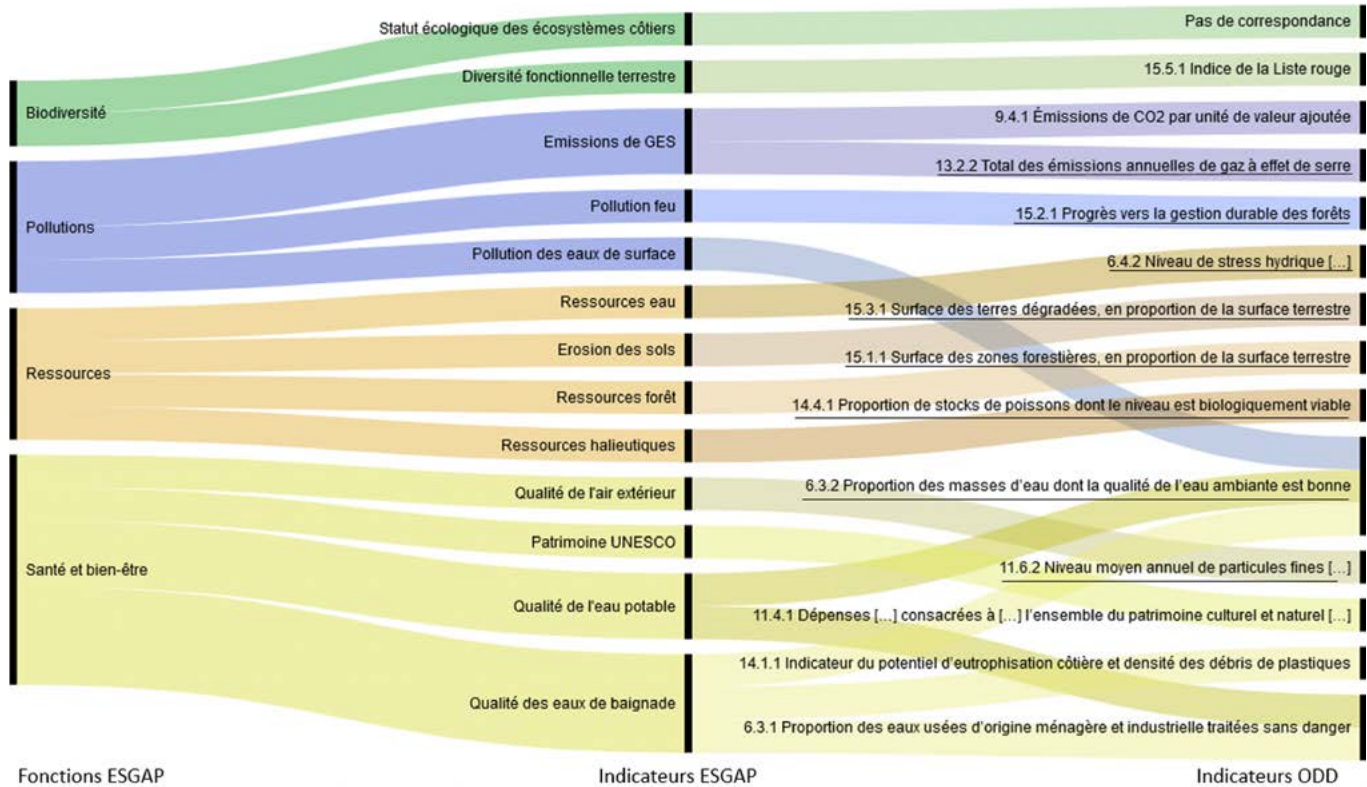


Figure 3. Correspondances entre fonctions de l'ESGAP, indicateurs du ESGAP développés pour la Nouvelle-Calédonie, et les indicateurs de suivi des Objectifs de Développement Durable.

Les indicateurs pourraient nourrir le suivi de la future déclinaison calédonienne de l'accord cadre post-2020 de la Convention pour la Diversité Biologique.

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. Plusieurs types de structures ainsi que plusieurs niveaux administratifs qui seraient les plus pertinents pour porter l'outil ESGAP en Nouvelle-Calédonie ont été identifiés. 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 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. La Province des Îles n'a pu être rencontrée dans le cadre de ce projet, mais elle pourrait participer au même titre que les 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 qui pourrait être facilité par le calcul de l'ESGAP. En effet, les indicateurs SES du ESGAP abordent en effet des thèmes présents dans plusieurs des 17 ODD, dont l'objectif 6, 9, 11, 13, 14, et 15⁵ (Figure 3). Seul un indicateur de l'ESGAP, le bon état du milieu marin, ne correspond pas directement à un des indicateurs de suivi des ODD, pas même l'ODD14 sur l'océan. On peut distinguer trois façons de lier les indicateurs ESGAP et ODD (Figure 3) : soit un indicateur ESGAP ne correspond à aucun indicateur ODD (statut écologique des écosystèmes côtiers), soit un indicateur ESGAP correspond à un indicateur ODD (par exemple les ressources halieutiques), soit plusieurs indicateurs de l'ESGAP contribuent à un seul indicateur ODD, c'est le cas sur les différentes dimensions de l'eau (ODD 6.3.1 & 6.3.2) (Figure 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 portée par la Convention pour la Diversité Biologique. La déclinaison de son rapportage au niveau de la Nouvelle-Calédonie pourrait être portée 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 à 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 dans la bonne géographie. 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 gestions (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'observatoire 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

⁵ « 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 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 », « 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 ».

de suivi s'étendre. Ainsi, aujourd'hui il opère sur des périmètres variables selon les thématiques environnementales. L'Œil 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 NC, 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.

À l'échelle régionale, le projet INFORM⁶ du PROE pourrait être une des structures de portage et des indicateurs ESGAP développés pour la Nouvelle-Calédonie. Le rôle de ce projet est de structurer 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 4 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 chargés de collecter de la donnée environnementale et aux besoins liés 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).

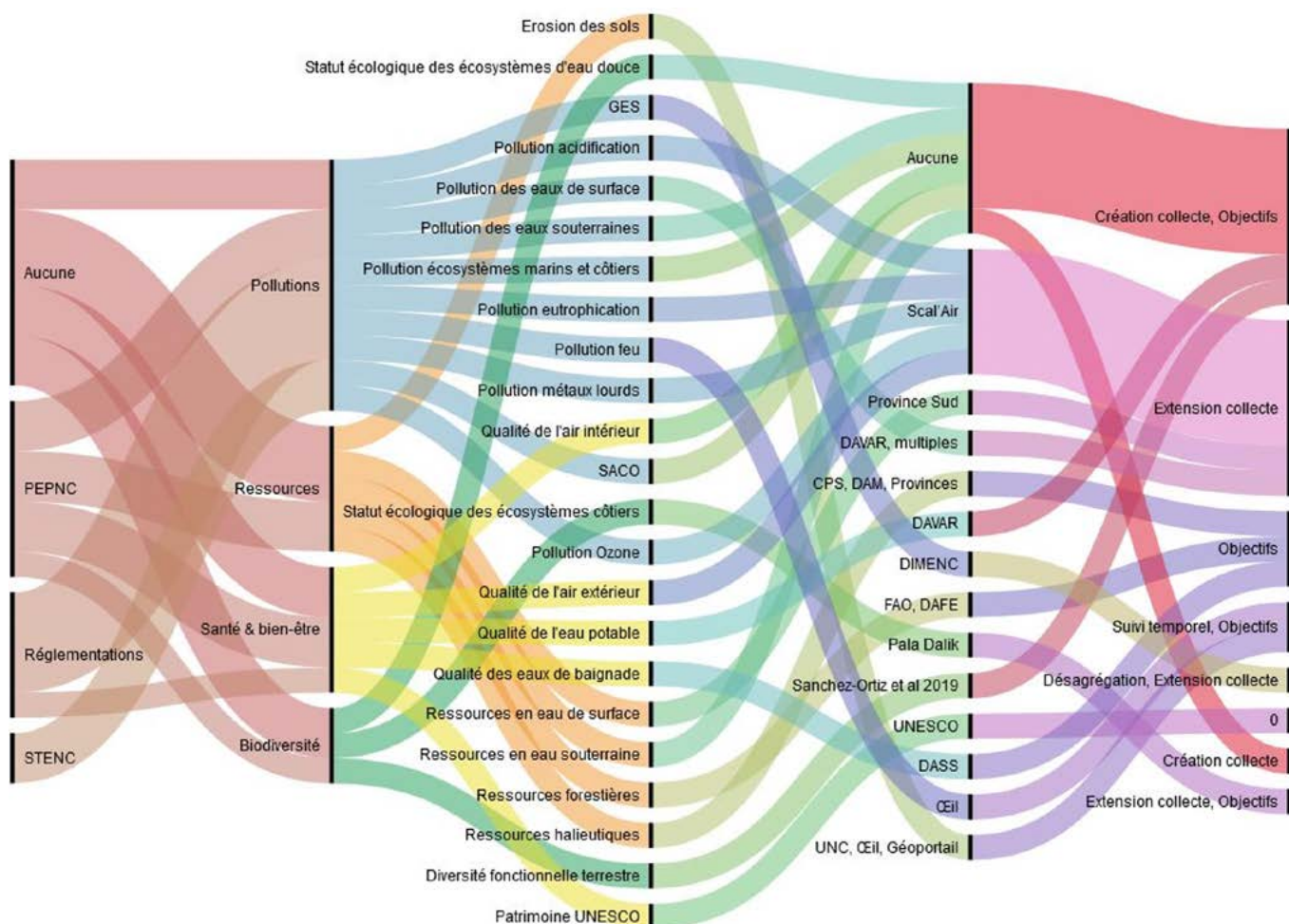


Figure 4. Liens entre les politiques publiques, les fonctions de l'ESGAP, les indicateurs qui le composent, les organismes responsables de la collecte des données utilisées, et les améliorations recommandées pour la pérennisation de l'outil.

⁶ <https://www.sprep.org/inform>



OUVERTURE

© Roger Leguen / WWF

POSTFACE DE L'ANTENNE DU WWF FRANCE EN NOUVELLE-CALÉDONIE

Étant donnée l'importante dégradation du climat et de la biodiversité à l'échelle aussi bien mondiale que locale, et les menaces que celle-ci fait peser sur les populations humaines (manque de ressources en eau douce, difficultés de production agricole, manque de biodiversité animale terrestre et marine pour s'alimenter, événements et contexte météorologiques violents...), il est crucial que chaque territoire se positionne sur une trajectoire de soutenabilité forte.

Cela revient à protéger et restaurer les infrastructures vertes indispensables à la vie et à notre prospérité économique comme les périmètres de protection de captage d'eau, mais aussi plus largement de limiter l'impact des activités humaines sur l'environnement. Dans ce cadre, plusieurs mesures sont à porter conjointement comme la substitution de

certaines activités socio-économiques par d'autres plus vertueuses, et la diminution des impacts environnementaux des activités qui ne peuvent être substituées (transition agro-écologique par exemple). Ces différentes mesures doivent être priorisées selon ces enjeux clés : atténuation et adaptation à la crise écologique et climatique.

Ce sont ces notions qui doivent maintenant orienter les choix de tout un chacun, de l'action individuelle aux orientations des politiques publiques comme le Schéma d'Aménagement et de Développement de la Nouvelle-Calédonie. L'ESGAP est un des outils qui permettraient d'évaluer l'efficacité des politiques publiques et actions collectives dans ce grand défi auquel fait face l'humanité, et les auteurs de ce rapport espèrent qu'il pourra y contribuer.

RÉFÉRENCES

- Allen, T., Murray, K. A., Zambrana-Torrel, 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'Île des Pins en Nouvelle-Calédonie. Rapport d'expertise BLUECHAM SAS/WWF, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 102 pages.
- 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.
- 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
- 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.
- 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 (Œil).
- 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 (Œil).
- Dietz, S., & Neumayer, E. (2007). Weak and strong sustainability in the SEEA: Concepts and measurement. *Ecological economics*, 61(4), 617-626.
- 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'Œil à la mise en oeuvre d'indicateurs de suivi de la biodiversité en Nouvelle-Calédonie. Rapport d'étude réalisé par l'Œil 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. Vo 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: Methodology 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.
- 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
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014) Global Biodiversity Outlook 4. Montréal, 155 pages.
- 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., & André-fouët, 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.
- 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.

LE WWF ŒUVRE POUR METTRE UN FREIN À LA DÉGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL DE LA PLANÈTE ET CONSTRUIRE UN AVENIR OÙ LES HUMAINS VIVENT EN HARMONIE AVEC LA NATURE.



Notre raison d'être

Arrêter la dégradation de l'environnement dans le monde et construire un avenir où les êtres humains pourront vivre en harmonie avec la nature.

ensemble, nous sommes la solution™ www.wwf.fr

© 2021

© 1986 Panda Symbol WWF - World Wide Fund For Nature
(Formerly World Wildlife Fund)

® "WWF" est une marque déposée.

Tous droits réservés.

WWF France, 35-37 rue Baudin - 93310 Le Pré-Saint-Gervais