



HAL
open science

Évaluation cartographique du contexte écologique des sites à l'international - Cadre méthodologique

Alice Régnier, Santiago Forero

► **To cite this version:**

Alice Régnier, Santiago Forero. Évaluation cartographique du contexte écologique des sites à l'international - Cadre méthodologique. PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD). 2023. hal-04511421

HAL Id: hal-04511421

<https://hal.science/hal-04511421v1>

Submitted on 25 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

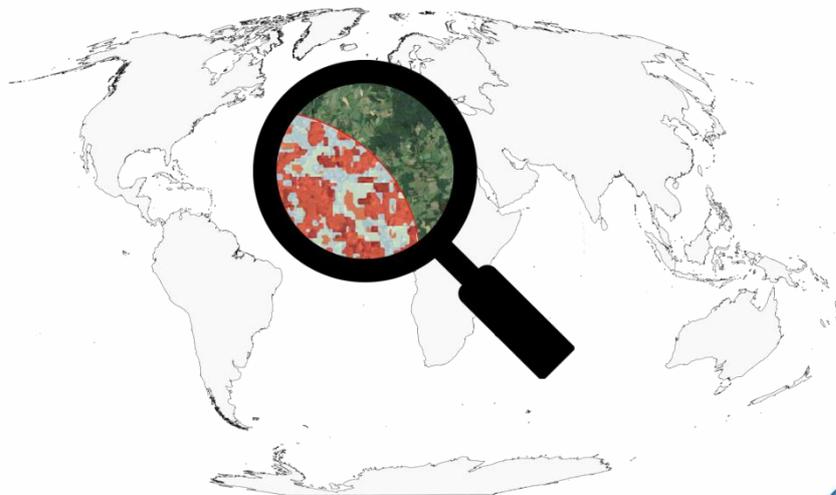
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Évaluation cartographique
du contexte écologique des sites
à l'international
Cadre méthodologique

Alice RÉGNIER, Santiago FORERO



Novembre 2023

PATRINAT

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel

Un service commun
de l'Office français de la biodiversité,
du Muséum national d'Histoire naturelle,
du Centre national de la recherche scientifique
et de l'Institut pour la recherche et le développement



Nom du Projet : Évaluation cartographique des potentialités écologiques des sites à l'international

Convention et financeurs : UAR Patrimoine Naturel - Imerys

Responsable de l'étude : Alice REGNIER, Santiago FORERO.

Chef de l'équipe en charge du programme : Katia HERARD

Relecteurs : Philippe GOURDAIN

Référence du rapport conseillée : RÉGNIER A., FORERO S., 2023. Évaluation cartographique du contexte écologique des sites à l'international : Cadre méthodologique. PATRINAT, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 81 pages.

PatriNat

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel



Dans une unité scientifique associant des ingénieurs, des experts et des spécialistes de la donnée, PatriNat rapproche les compétences et les moyens de ses quatre tutelles que sont l'OFB, le MNHN, le CNRS et l'IRD.

PatriNat coordonne des programmes nationaux d'acquisition de connaissance pour cartographier les écosystèmes, les espèces et les aires protégées, surveiller les tendances de la biodiversité terrestre et marine, répertorier les zones clefs pour la conservation de la nature (Znieff), et produire des référentiels scientifiques et techniques (TaxRef, HabRef, etc.). Ces programmes associent de nombreux partenaires et fédèrent les citoyens à travers des observatoires de sciences participatives (tels que Vigie-Nature, INPN espèces ou Vigie-terre).

PatriNat développe des systèmes d'information permettant de standardiser, partager, découvrir, synthétiser et archiver les données aussi bien pour les politiques publiques (SIB, SINP) que pour la recherche (PNDB) en assurant le lien avec les systèmes internationaux (GBIF, CDDA, etc.)

PatriNat apporte son expertise dans l'interprétation des données pour accompagner les acteurs et aider les décideurs à orienter leurs politiques : production d'indicateurs, notamment pour l'[Observatoire national de la biodiversité](#) (ONB) et des livrets de chiffres clés, élaboration des Listes rouges des espèces et écosystèmes menacés, revues systématiques, préparation des rapportages pour les directives européennes, élaboration d'outils de diagnostic de la biodiversité pour les acteurs des territoires, ou encore évaluation de l'efficacité des mesures de restauration. PatriNat organise également l'autorité scientifique CITES pour la France.

L'ensemble des informations (de la donnée brute à la donnée de synthèse) est rendu publique dans les portails NatureFrance, INPN et Compteur BIOM.

En savoir plus : www.patrinat.fr

Direction : Laurent PONCET et Julien TOUROULT

Naturefrance

Le service public d'information sur la biodiversité



Naturefrance représente le service public d'information sur les politiques publiques de biodiversité en France. Il se décline dans plusieurs portails d'information, dont le portail général naturefrance.fr. Destiné à un public aussi large que possible, il propose des clés de lecture des grands enjeux liés à la biodiversité et à son évolution, aux pressions qu'elle subit, et aux réponses de la société. Naturefrance présente des chiffres clés, des indicateurs développés dans le cadre de l'ONB (Observatoire national de la biodiversité), des articles et des publications, issus de l'analyse scientifique des données provenant des politiques publiques de conservation ou d'activités socio-économiques favorables ou défavorables à la biodiversité.

Dans le cadre de cette mission confiée par l'OFB, PatriNat gère ce portail et participe au traitement, à l'analyse et à l'interprétation d'une partie des données versées sur Naturefrance : par exemple, celles provenant du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) ou encore du Système d'information de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (SI CITES).

En savoir plus : naturefrance.fr

Inventaire national du patrimoine naturel

Le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer



Dans le cadre de Naturefrance, l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) est le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer (www.inpn.fr). Il regroupe et diffuse les informations sur l'état et les tendances du patrimoine naturel français terrestre et marin (espèces animales, végétales, fongiques et microbiennes actuelles et anciennes, habitats naturels, espaces protégés et géologie) en France métropolitaine et ultramarine.

Les données proviennent du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) et de l'ensemble des réseaux associés. PatriNat organise au niveau national la gestion, la validation, la centralisation et la diffusion de ces informations. L'inventaire consolidé qui en résulte est l'aboutissement d'un travail associant scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature, en vue d'établir une synthèse régulièrement mise à jour du patrimoine naturel en France.

L'INPN est un dispositif de référence français pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel. L'ensemble de ces informations sont mises à la disposition de tous, professionnels, amateurs et citoyens.

En savoir plus : www.inpn.fr

Compteur Biodiversité Outre-mer

Le portail des indicateurs, des enjeux et des initiatives sur la biodiversité en outre-mer



Dans le cadre de Naturefrance, le Compteur de la biodiversité Outre-mer (BIOM) développe une entrée dédiée aux territoires ultramarins français qui abritent une part importante de la biodiversité mondiale. Portail accessible, actualisé et pérenne, il favorise la rencontre des citoyens et des acteurs de la biodiversité, autour de trois objectifs : partager la connaissance scientifique, valoriser les actions des territoires ultramarins, et encourager chacun à agir. Cette démarche vise à relater les contextes culturels et mettre en avant des enjeux spécifiques de chaque territoire, pour répondre à un engagement du Livre bleu des Outre-mer.

Des études auprès des citoyens viennent compléter l'initiative : par exemple le premier panorama des programmes de sciences participatives dans les territoires, et une enquête sur la perception de la nature et l'utilisation des outils numériques.

PatriNat assure la mise en œuvre du projet et avec la participation des acteurs des outre-mer, suivant trois axes : production d'indicateurs de biodiversité (connaissances, espèces menacées, espaces protégés, etc.), relai des actions de mobilisation et de sciences participatives (écogestes, inventaires participatifs, etc.) et gestion technique du portail

En savoir plus : biodiversite-outre-mer.fr

Table des matières

1. Introduction	5
1.1. Contexte	5
1.2. Objectif : un outil à l'interface entre connaissance, sensibilisation, communication	5
2. Démarche méthodologique générale	7
2.1. Ressources nécessaires	7
2.2. Approche générale	8
2.3. Le système de référence : projection et coordonnées	11
2.3.1. Eléments théoriques	11
2.3.2. Les pistes méthodologiques identifiées	12
2.3.3. Solution adoptée et application dans le SIG	14
3. Les données cartographiées	18
3.1. Définition des zones d'étude	18
3.1.1. Collecte des données de sites	18
3.1.2. Création des zones d'étude	19
3.2. Compilation des jeux de données environnementales	23
3.2.1. Critères de sélection des données	23
3.2.2. Présentation des données	24
3.3. Croisement cartographique	28
3.3.1. Croisement des couches sous SIG	28
3.3.2. Ajout d'indicateurs	31
4. Représentation des résultats : productions possibles	33
4.1. Des atlas individuels	33
4.1.1. Présentation du format de l'atlas	33
4.1.2. Réalisation des planches cartographiques sous QGIS	34
4.1.3. Assemblage des planches cartographiques en atlas	36
4.2. Un atlas global	37
4.3. Une base de données spatiales	37
5. Limites et perspectives	40
5.1. Limites et points de vigilance	40
5.2. Perspectives	41
5.2.1. Transposition et adaptation du cadre méthodologique à d'autres projets	41
5.2.2. Poursuite du travail cartographique	42
Bibliographie	45
Documentation	45
Références jeux de données spatiales	45
Annexes	48

1. Introduction

1.1. Contexte

L'Unité d'Appui et de Recherche « Patrimoine Naturel » (UAR PatriNat) travaille en étroite [collaboration avec des partenaires publics et privés détenant du foncier](#) sur le territoire français, mais également à l'international. Utilisés pour leurs ressources naturelles ou simplement pour l'espace qu'ils offrent dans le but d'y implanter des activités économiques ou stratégiques, ces sites sont le lieu d'une certaine biodiversité locale présente mais pouvant être fragilisée. Afin de [concilier activités et enjeux environnementaux](#) sur ces sites, PatriNat œuvre aux côtés de ses partenaires dans le but de développer des stratégies de préservation et de restauration de la biodiversité. Cela se fait au travers d'une meilleure connaissance du contexte écologique de leurs sites d'activité, grâce à la mobilisation d'outils d'évaluation, de sensibilisation et de communication.

C'est dans ce cadre qu'une méthode visant à évaluer les potentialités écologiques de sites d'activités a été développée. Elle se fait au moyen de jeux de données spatiales et conduit à des résultats cartographiques et statistiques. Basé sur le cas d'étude d'une entreprise française minière implantée à travers le monde, un premier travail cartographique a été mené à l'échelle nationale : [CARPO](#) (Cartographie de Potentialités Ecologiques), visant à évaluer les niveaux de potentialités écologiques de plusieurs sites, au moyen d'indicateurs fins et synthétiques (Forero S., 2021). C'est dans la continuité de ce travail national que s'inscrit le cadre méthodologique présenté dans ce document : il s'agit de sa transposition à l'échelle mondiale, avec les adaptations que cela induit. Il a été construit en collaboration avec Imerys, dans le cadre du partenariat de collaboration scientifique entre le MNHN et Imerys, ce qui a permis le développement et l'expérimentation sur les sites d'Imerys à l'échelle mondiale.

Qu'est-ce que ce guide contient ? Ce guide utilisateur présente une méthode d'analyse cartographique, permettant d'avoir un aperçu global du contexte écologique de plusieurs sites à travers le monde. Il présente la démarche générale, les ressources utilisées, les traitements opérés, les résultats pouvant être obtenus, et les limites de la méthode. Des fiches informatives et des précisions techniques sont placées en annexe.

A qui est-il destiné ? Ce guide s'adresse à des organismes privés ou publics possédant du foncier à travers le monde et cherchant à le caractériser sur le plan environnemental selon une méthode uniforme. Ce travail peut s'inscrire dans le cadre d'une démarche d'engagement des entreprises en faveur de la nature.

1.2. Objectif : un outil à l'interface entre connaissance, sensibilisation, communication

L'étude de la biodiversité permet de se [représenter la richesse du monde vivant](#), mais aussi de caractériser son érosion induite par les activités humaines et d'identifier les actions de protection et de conservation adaptées (Triplet P., 2021). Caractériser le contexte écologique de sites d'activités, c'est identifier et spatialiser les potentialités de biodiversité qui s'y trouvent, afin de pouvoir pouvoir la [préserver](#) (éviter les impacts négatifs), voire la [restaurer](#). En effet cet outil permet d'identifier les secteurs géographiques qui comportent des éléments favorables à la biodiversité et qui constituent une priorité pour des actions de conservation ou de gestion, ainsi que des secteurs dégradés représentant des opportunités de restauration vers un état favorable et de gestion pour le maintien de cet état.

La cartographie du contexte écologique de sites est donc une étape essentielle pour [améliorer la connaissance des enjeux écologiques, évaluer la sensibilité des sites, anticiper les impacts des différentes phases des opérations et adapter la réponse](#) aux impacts en fonction du contexte local. Cette mobilisation de connaissances permettra *in fine* d'élaborer des atlas cartographiques et de poser les bases pour l'élaboration ou le renforcement de [plans](#)

d'action biodiversité à l'échelle des sites, mais aussi pour [consolider une démarche Éviter-Réduire-Compenser \(ERC\)](#) les impacts sur la biodiversité qui soit cohérente à l'échelle d'un organisme gérant du foncier au niveau mondial / international.

Cet outil offre l'avantage de donner accès à un [diagnostic général sur le contexte écologique des sites](#) de manière relativement rapide, homogène à l'échelle du globe et pouvant être mise à jour. Le cadre méthodologique proposé dans ce document se veut [accessible, gratuit et reproductible](#).

Il est à noter que le diagnostic délivré demeure simplifié et partiel. En ce sens, au-delà de son apport sur le plan des connaissances du contexte écologique, ce travail constitue avant tout un [outil de sensibilisation aux enjeux environnementaux](#), et de [communication sur le patrimoine naturel](#) existant ou à favoriser au sein d'un périmètre géographique défini. Il peut donc constituer une base d'échanges avec des parties prenantes sur les connaissances du site et la localisation des actions déployées ou à mettre en œuvre.

2. Démarche méthodologique générale

2.1. Ressources nécessaires

Ce travail repose sur une méthode ayant intégralement recours à des outils informatiques et des données numériques. Le travail, centré autour du traitement de jeux de données spatiales, nécessite un logiciel de Système d'Informations Géographiques (SIG) et un logiciel de traitement de données¹. L'encadré suivant présente quelques notions de vocabulaire mobilisées dans ce document ayant trait à l'environnement des SIG.

Eléments de définitions

Jeu de données spatiales : ensemble cohérent de données géographiques portant sur un même objet d'étude, dont la représentation graphique peut être visualisée dans un logiciel de SIG. Le jeu de données se matérialise par un ensemble de fichiers de données : les fichiers de forme, les informations tabulaires, ou encore les métadonnées (IRD, 2023). Ces données peuvent être, entre autres, de type vectoriel ou raster.

Données vectorielles : en SIG, les données vectorielles sont des couches de données spatiales représentées par des points, des lignes ou des polygones. Les couches vectorielles sont composées d'entités ; chacune d'elle possède une représentation spatiale (la géométrie), et des caractéristiques alphanumériques (les informations attributaires) renseignées par l'opérateur. Les données vectorielles offrent une excellente résolution graphique, et une grande possibilité de modification et de création.

Données raster : à l'inverse, les "rasters" sont des images figées, constituées d'un ensemble de pixels. Les informations attributaires des rasters se limitent à un type de donnée : la valeur de chaque pixel. Cette valeur quantitative correspond à l'objet d'étude représenté par le raster. La résolution de la couche est donnée par la taille d'un pixel.

Données tabulaires et tables attributaires : les données attributaires sont donc les informations quantitatives et/ou qualitatives qui caractérisent les entités d'une couche de données. L'ensemble de ces informations sont regroupées sous forme de tableurs : les tables attributaires. Ces termes sont surtout employés pour le cas des couches vectorielles.

Les moyens à mobiliser pour la mise en œuvre de cet outil de diagnostic cartographique sont les suivants :

Les données spatiales	Le logiciel de SIG QGIS, un outil de visualisation, de gestion, de traitement et d'analyse de données cartographiques gratuit, ouvert et libre de droit, répondant parfaitement aux besoins de cette méthode. Un autre logiciel pouvant être mobilisé est ArcGIS, un système d'informations géographiques complet et professionnel, accessible par une licence payante.
Les données tabulaires	Bien que la majorité des manipulations se fassent via l'interface SIG, un logiciel tableur tel qu'Excel ou Libre Office Calc peut s'avérer utile pour quelques manipulations annexes.

¹ Lors de ces expérimentations, les logiciels et les versions utilisées ont été : QGIS 3.28.6 Firenze, ArcGIS Desktop 10.8, Suite Microsoft Office Professionnel Plus 2019, Libre Office 6.4.7.2.

Les compétences

Ce travail fait appel à des **compétences en informatique et gestion de données**. Les manipulations SIG nécessitent des connaissances en intégration, traitement et export de données spatiales. Les principales opérations SIG réalisées dans le cadre de cette méthode sont les suivantes : collecte, visualisation et organisation de plusieurs jeux de données, géotraitement de couches vecteur, traitement de rasters, gestion de tables attributaires, jointures, outil de mise en page.

Le temps

Malgré la grande emprise des couches de données spatiales et leur poids parfois conséquent, avec un bon matériel informatique, la plupart des traitements SIG sont relativement rapides (allant de l'instantané à une vingtaine de minutes pour chacun). Concernant la planification générale du travail : en fonction du niveau en SIG de l'opérateur, du nombre de sites à évaluer, et du rendu souhaité, ce projet peut prendre **environ 3 mois de travail** (prévoir moitié de temps pour la collecte et le traitement des données, et l'autre moitié pour la constitution des atlas et l'analyse).

2.2. Approche générale

Cette partie vise à présenter un aperçu général de la démarche. Chaque étape est ensuite détaillée dans la suite du document.

La méthode de cartographie de potentialités écologiques présentée dans ce guide a été développée dans le cadre d'un travail sur des sites industriels à l'échelle mondiale. Basée sur ce cas concret, il s'agit d'une démarche généraliste, ayant vocation à être transposée à d'autres projets, de nature diversifiée.

En accord avec les objectifs et besoins évoqués en partie 1.2., les ressources mobilisées adaptées pour ce travail sont des **jeux de données spatiales numériques, consultables et téléchargeables en ligne gratuitement**. Cet ensemble de jeux de données constitue le cœur de la méthode ; ils ont été sélectionnés rigoureusement et mis à disposition dans cette méthode (partie 3.2.).

Les étapes de la cartographie de ces données environnementales se déroulent comme suit (**Figure 1**) :

- 1. Préparation des données.** Cette étape consiste à rassembler les données cartographiques d'entrée du projet, à savoir : les données de zone d'étude à se procurer d'une part (points ou polygones de la localisation des sites), et les jeux de données (fournis par la méthode) à collecter d'autre part. La rapidité de réalisation de cette étape dépend :
 - des données de sites existantes et à disposition (éventuellement à constituer, compléter, ou modifier),
 - et des thématiques environnementales souhaitées (sélection d'un sous-ensemble des jeux de données ou apport éventuel d'autres données au groupe de jeux de données initial proposé par la méthode).

⚠ Une attention particulière est à porter aux systèmes de projection et de coordonnées au cours de cette étape, pour un bon déroulement de la suite du travail (point détaillé en partie 2.3).

Les sorties : constitution d'une base de données (BDD 1) avec un dossier par jeu de données, contenant les couches SIG et les métadonnées/notices d'utilisation.

Pour plus de détails : consulter le point 2.3. pour prendre connaissance des problématiques de système de projection ; puis se référer à :

- la partie 3.1. pour la constitution de la couche de sites et zones d'étude ;
- la partie 3.2. pour la présentation et la collecte des jeux de données proposés par la méthode ;
- la partie 3.3. pour le croisement cartographique de ces deux ensembles de données ;
- à l'annexe 2 pour consulter les fiches de jeux de données environnementales, pour plus d'informations sur le contenu, les traitements, les limites (etc.) de chaque jeu de données.

2. Croisement cartographique et informations attributaires.

- Traitements spatiaux et géométriques : les couches SIG (raster et vectorielles) des jeux de données préalablement sélectionnés et téléchargés sont intersectées avec les périmètres des sites étudiés, afin d'en extraire la donnée sur le territoire ciblé. Ce traitement se réalise sous SIG, grâce à des outils de découpe et d'extraction. Cette extraction opérée, les données de type raster sont vectorisées, afin de travailler avec un seul type de données pour la suite du travail. La chaîne de traitements SIG et les détails techniques sont détaillés en partie 3.3.1.
- Nettoyage des tables attributaires : les informations attributaires décrivant les données sont hétérogènes d'un jeu de données à l'autre, certaines en sont presque dépourvues, tandis que d'autres sont davantage détaillées et/ou précises. Ainsi, pour chaque jeu de données, il est nécessaire d'identifier dans la table attributaire les champs intéressants à exploiter et à afficher dans le cadre du travail, éventuellement de supprimer ceux qui semblent moins utiles, de les renommer, etc. (des suggestions de champs à exploiter pour chaque jeu de données sont indiquées dans les fiches en [Annexe 2](#)).
- Création d'indicateurs simples : calculés pour chaque jeu de données afin d'évaluer l'importance d'un élément écologique sur chaque site. Il s'agit principalement de surfaces, en hectares et en proportions surfaciques, ou du nombre d'entités par site (par exemple, le nombre potentiel d'espèces menacées sur le territoire d'un site). Concrètement, l'ajout de ces indicateurs se fait directement depuis les tables attributaires des jeux de données sous SIG. *Attention, il s'agit de métriques calculées sous logiciel de SIG à partir de données théoriques. Elles sont donc à utiliser à titre d'estimation.*

Les sorties : constitution d'une seconde base de données (BDD 2), toujours avec un dossier par jeu de données, contenant les couches vectorielles découpées sur l'emprise des sites d'étude et leurs tables attributaires associées renseignées par des informations quantitatives ou qualitatives sur les entités cartographiées (dont les indicateurs).

Pour plus de détails : se référer à la partie 5.1. au sujet des limites des indicateurs calculés sous SIG ; à la partie 3.3.1. pour les informations relatives aux outils et traitements SIG utilisés ; et à la partie *traitement, champs et indicateur* des fiches "jeux de données" en [Annexe 2](#).

3. Résultats et analyses. Une fois les croisements achevés, les résultats graphiques et statistiques peuvent être mis en forme au travers d'atlas cartographiques, constitués sous logiciel de SIG.

Les sorties : production d'atlas cartographiques (un par zone d'étude, la présentant à travers les différentes thématiques traitées par les jeux de données ; et un global, donnant un aperçu de l'ensemble des zones d'études), et obtention d'une base de données constituée des jeux de données propres aux zones d'étude.

Pour plus de détails : se référer à la partie 4. pour l'organisation des résultats (suggestion de représentation, exemple d'une planche d'atlas, organisation des données SIG).

Pour une démarche complète, une dernière étape de diffusion et communication du travail effectué peut être envisagée. En effet, comme mentionné en introduction, ce travail a également une vocation instructive voire pédagogique ; il est donc important de réfléchir aux outils adaptés pour informer sur le sens et l'utilité d'un tel atlas cartographique, et de communiquer les résultats obtenus afin de sensibiliser les collaborateurs aux enjeux écologiques des sites (cf. partie 5.2).

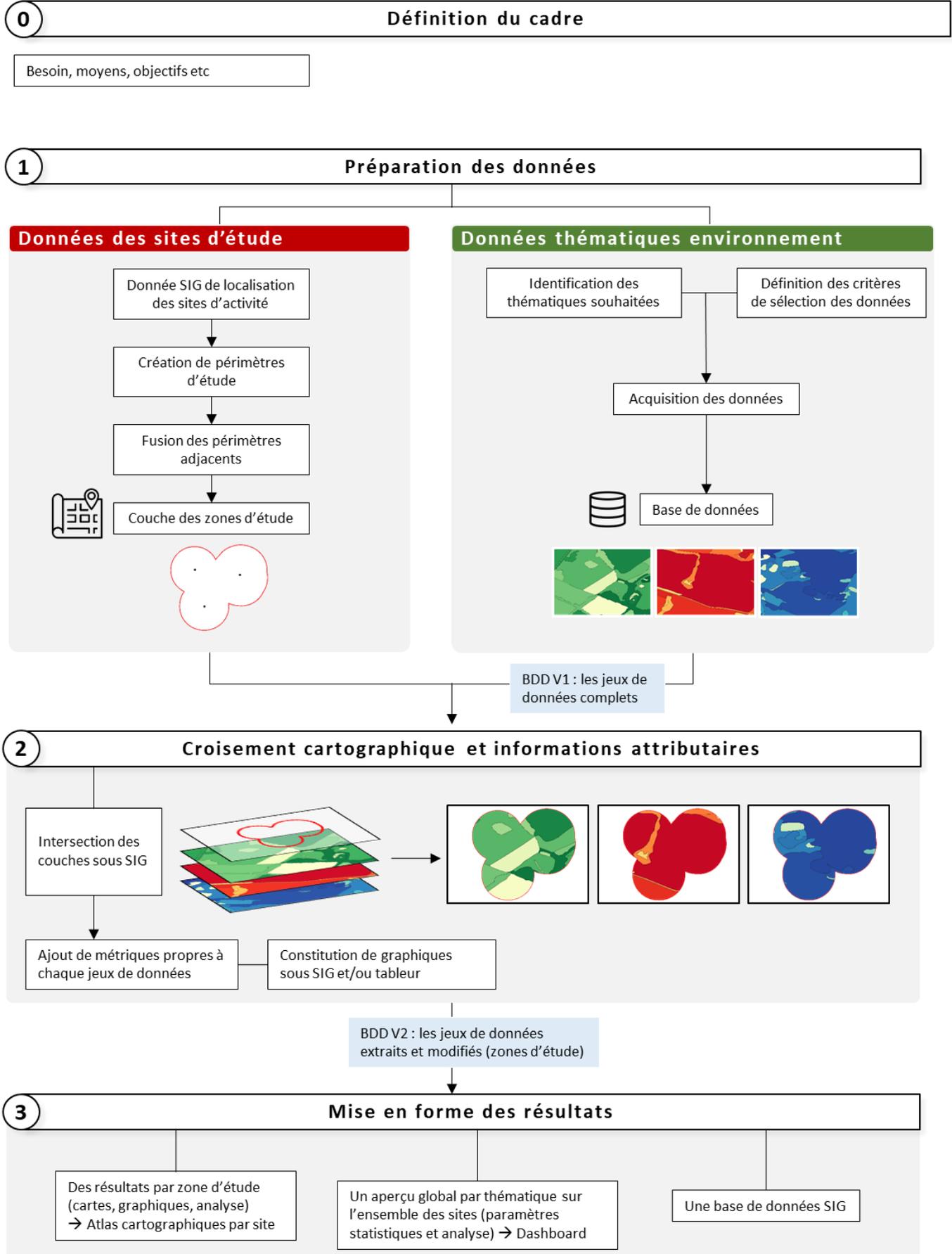


Figure 1. Cadre méthodologique générale

2.3. Le système de référence : projection et coordonnées

L'ensemble de ce cadre méthodologique a été construit et testé sur le logiciel QGIS. L'utilisation d'autres logiciels de SIG peut impliquer d'autres règles, fonctionnements, ou termes de vocabulaire que ceux décrits dans ce document.

2.3.1. Éléments théoriques

Les modèles de représentation

En cartographie, un biais majeur s'impose et doit être discuté avant toute manipulation : celui du système de référence, définissant la projection et les coordonnées utilisés. Il existe deux types de représentations de la surface de la Terre : le globe, sous forme 3D de sphère, d'ellipsoïde ou de géoïde, et le planisphère, matérialisé par une surface plane 2D (Figure 2). Le globe est le modèle géométrique convenant le mieux à la restitution des caractéristiques liées à la rotondité de la Terre dans ses véritables proportions (Lapaine M., *et al.*, 2014). En revanche, le passage de la 3D à la 2D altère la réalité et entraîne des déformations des éléments cartographiés.

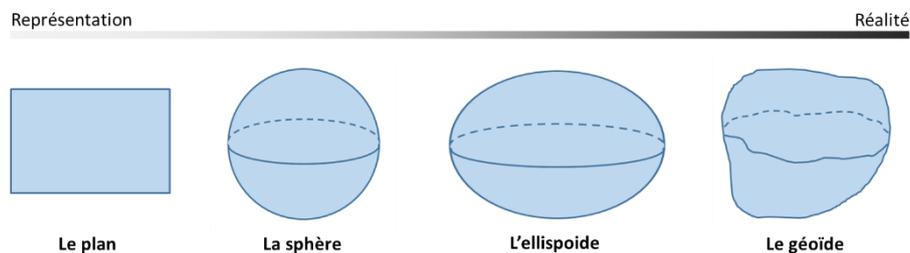


Figure 2. Évolution des modèles de la forme de la Terre (modifié, Github).

Les systèmes de référence

Cette transformation du globe vers la carte s'opère grâce à un processus de **projection** cartographique d'une part, qui permet de transposer l'enveloppe terrestre sphérique sur une carte plane ; et à un système de **coordonnées** géographiques d'autre part, qui permet de faire le lien entre les lieux réels terrestres et la représentation cartographique. La combinaison de la projection et des coordonnées constitue le système de coordonnées de référence (SCR)², un paramètre à définir et à renseigner dans le SIG.

Les projections

Il existe trois principales manières de projeter l'image de la Terre sur une surface plane (Figure 3) :

- la projection **azimutale** (selon un plan),
- la projection **conique** (selon un cône),
- et la projection **cylindrique** (selon un cylindre).

Les déformations

Quel que soit la projection adoptée, le passage du volume au plan pose de nombreux problèmes mathématiques et géométriques, tels que les distorsions d'**angles**, de **distances** et de **surfaces**.

Ces paramètres peuvent être atténués individuellement et localement, mais les déformations restent inévitables : il s'agit de trouver le meilleur compromis, répondant aux besoins de la carte. En fonction de ce qui est favorisé, la carte peut être :

- **équivalente** (conserve les surfaces),
- **conforme** (conserve les angles et les formes),
- ou **équidistante** (conserve les distances).

² Dénomination utilisée par le logiciel QGIS.

"Les projections cylindriques sont souvent employées pour les cartes du monde ; la latitude y est volontairement limitée vers le sud et vers le nord pour éviter la trop grande déformation des régions polaires qu'entraîne cette méthode de projection" (Lapaine M., et al., 2014).

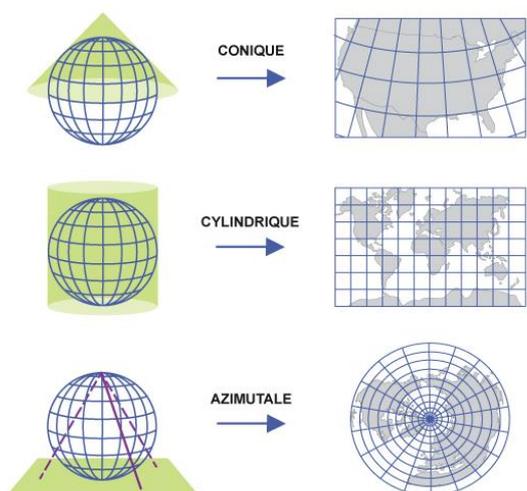


Figure 4. Les 3 types de projection.
(Maxicours)

L'indicatrice de Tissot est un modèle visuel permettant de rendre compte de ces déformations progressives de l'équateur vers les pôles, avec la représentation d'un même objet à différentes latitudes (Figure 4).

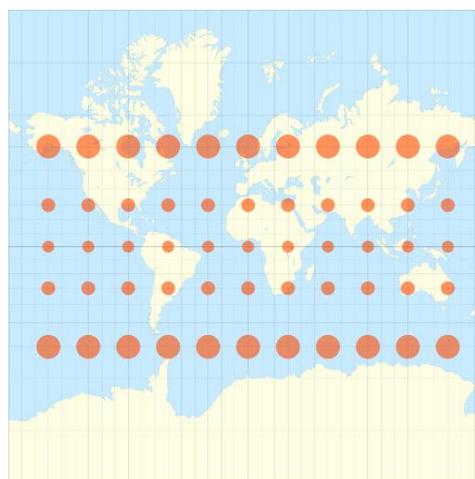


Figure 3. Indicatrice de Tissot pour la projection Mercator - Déformation des surfaces progressive, conservation de la forme.
(Eric Gaba - Wikimedia Commons)

Il existe des dizaines de systèmes de coordonnées de référence. Leur choix dépendent de l'objectif de la cartographie réalisée, de son échelle, ou encore de la région du monde étudiée. Plus la zone d'étude est restreinte (sites localisés sur quelques secteurs du globe), plus il est possible d'adapter le SCR localement, donc de minimiser les déformations et d'obtenir une représentation juste. A l'inverse, plus l'échelle est large (sites localisés sur plusieurs secteurs du globe), plus les déformations entre les points extrêmes de la zone seront grandes et plus il faudra faire de compromis sur le plan de la représentation cartographique.

2.3.2. Les pistes méthodologiques identifiées

La méthode de cartographie mondiale présentée dans ce guide fait l'objet de ces questionnements. Il a été envisagé deux possibilités :

- **Une solution locale**, avec une adaptation du système de référence à chaque zone géographique, basée sur la grille de zones UTM³ (Figure 5). Cette grille découpe le monde en carrés de 100 km de côté, auxquels sont affiliés des systèmes de projection et de coordonnées propres. De cette manière, cette méthode permet de **donner à chaque zone localisée du monde le SCR adapté**, permettant d'aborder la cartographie sans problème de déformations.

³ Universal Transverse Mercator

Cette solution impliquerait donc d'identifier toutes les zones UTM recoupées par les données du projet (les zones d'étude), répertorier les SCR correspondants, découper tous les jeux de données selon ces zones UTM et reprojeter chaque jeu de données et chaque zone dans le bon SCR. Cette solution s'avère rapidement chronophage et fastidieuse dans des projets de grande envergure (large répartition mondiale des sites d'étude) et mobilisant beaucoup de jeux de données.

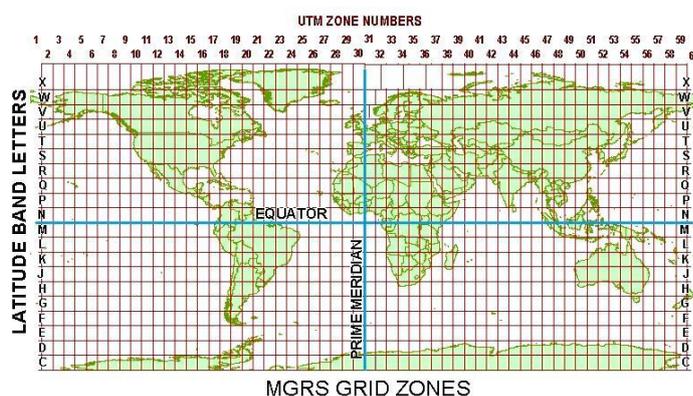


Figure 5. Les zones UTM mondiales
(bel-horizon.eu)

- **Une solution globale**, avec l'adoption d'un système de référence unique pour l'ensemble du projet. Plus facile, rapide, et reproductible que la précédente, cette solution implique d'accepter des compromis de cartographie. Comme expliqué précédemment, un unique SCR correct pour le monde entier n'existe pas. Si un tel choix est appliqué, il faut accepter des déformations d'angles, de surfaces et/ou de distance des jeux de données spatiales traités. Voici quelques SCR envisagés, adaptés et recommandés pour des cartographies mondiales :
 - **Projection Mercator WGS84 | EPSG:4326** : plus ancienne norme utilisée pour les planisphères (1569), cette projection est aujourd'hui le standard planétaire en cartographie (Lapaine *et al.*, 2014). Elle est notamment utilisée par Google et OpenStreetMaps, et de manière générale pour l'ensemble des jeux de données mondiaux. Il s'agit d'une projection cylindrique conforme et son système de mesure est décimal.
 - **Projection World Mollweide | ESRI:54009** : cette projection est utilisée pour des cartes thématiques du monde, où la préservation des aires est nécessaire. Cette projection pseudo-cylindrique équivalente a l'avantage d'être relativement fidèle aux proportions réelles de la surface terrestre, et maintient ainsi les zones peu déformées, même à proximité des régions polaires (Sillard, P., 2000). Son système de mesure est métrique.
 - **Projection Sphere Eckert IV | ESRI:53012** : utile en cartographie mondiale, notamment pour des cartes thématiques telles que les cartes climatiques, la projection Eckert IV a l'avantage d'être optimisée pour minimiser les distorsions sur l'ensemble du globe. En effet, de nature équivalente, cette projection étire légèrement les régions équatoriales mais la proportion avec les régions polaires est relativement bien respectée (Sillard, P., 2000).
 - **Projection Sphere Winkel Tripel | ESRI:53042** : notamment utilisée par la *National Geographic Society*, cette projection fait partie des plus utilisées pour la production de cartes du monde générales (ESRI, s.d.). Ni conforme ni équivalente, elle a été construite afin de minimiser les distorsions de surface, de distance et de forme à l'exception de certaines zones proches des régions polaires (Lapaine *et al.*, 2014).

2.3.3. Solution adoptée et application dans le SIG

Aux vues du caractère mondial de l'analyse cartographique et de la quantité de jeux de données à traiter, la solution globale s'est imposée comme optimale pour cette méthode de cartographie mondiale.

La projection Mercator

Après recherche documentaire, tests et échanges avec des professionnel-le-s sur le sujet, et dans un souci de simplicité et d'homogénéité, la projection retenue est celle de **Mercator**, alliée au système de coordonnées **WGS84**, correspondant au code **EPSG:4326**. La raison majeure de ce choix est l'utilisation universelle de cette projection :

- Par défaut, la majorité des données spatiales mondiales sont encodées en Mercator WGS84 en natif ; et il est préférable d'utiliser le jeu de données dans son SCR d'origine car reprojetter une couche peut s'avérer risqué (manque de transparence sur les paramètres de reprojection dans certains logiciels de SIG, risque de ne modifier que le système de projection sans le système de coordonnées, paramétrage de projection "à la volée" trompeur, etc.). Opter pour le SCR Mercator WGS84 permet donc une simplification et une certaine fiabilité dans la gestion et le traitement des données spatiales.

Sur les 17 jeux de données sélectionnés pour cette méthode, la majorité sont, à l'origine, en Mercator WGS 84. Seuls 2 jeux de données sont proposés dans un autre SCR : le World Mollweide (cas des données *Global Distribution of Seagrasses* et *Global Human Footprint*).

- Aussi, opter pour un SCR universel offre une meilleure transposabilité de la méthode dans divers projets.
- En outre, les compromis de déformations de ce SCR semblent acceptables pour le travail mené, étant donné que l'objectif n'est pas de comparer les résultats entre les sites, mais d'avoir une vision du contexte écologique site par site. De plus, le fait d'analyser les surfaces cartographiées en proportion (pourcentage de la zone d'étude recouvert par les jeux de données) et non en valeur absolue permet de gommer les effets de distorsion de superficie.

En fonction des projets, il est possible que d'autres choix de SCR s'avèrent plus optimaux. Se référer à la partie 5.2. sur les perspectives pour identifier les possibilités d'améliorations.

Définition du SCR dans le SIG

Tout au long du projet, il est important de veiller aux projections utilisées par les données, le SIG, ou encore lors des mises en page des cartes.

Les couches du projet Les jeux de données utilisés doivent être dans **un SCR commun**, choisi en amont, (en l'occurrence ici le Mercator WGS 84). Si ce n'est pas le cas, les couches de données encodées dans un autre SCR devront être reprojetées sous logiciel de SIG.

Le projet SIG L'interface SIG permet de visualiser des données géographiques d'une grande diversité de SCR. Ainsi, en plus des couches de données, le visualiseur du logiciel SIG lui-même est doté d'un SCR paramétrable (**Figure 6**). Celui-ci doit être configuré pour définir la projection avec laquelle afficher les couches de données, et le système de coordonnées à utiliser pour les coordonnées géographiques et le calcul des métriques (surface, distance, etc.).

⚠ Attention : QGIS projette les données "à la volée", ce qui signifie qu'en cas de projections différentes entre couches de données, le logiciel affichera les couches dans le SCR indiqué par le projet, en faisant automatiquement la transposition entre les SCR des couches et celui du projet. Ce paramètre s'avère pratique lorsque l'objectif est d'afficher plusieurs couches de données de SCR différents de manière simple et rapide dans un même système de référence : il suffit de renseigner le SCR du projet, et la projection des couches se calera sur ce dernier.

En revanche, lorsque le logiciel de SIG est utilisé pour des besoins plus poussés que de la simple visualisation, ce paramètre peut s'avérer trompeur. En effet, lors de réels traitements des couches de données, comme le calcul de métriques, il est très important de paramétrer les couches dans le bon SCR. Ainsi, la vérification visuelle de la localisation géographique des données dans le visualiseur, doit être complétée par une vérification du SCR natif de la couche dans les paramètres. Dans le cas où ce dernier ne correspond pas au SCR souhaité pour l'ensemble du projet, il est possible de reprojeter la couche sous SIG (export d'une nouvelle couche de données grâce à un outil de projection intégré aux SIG).

Sous forme d'option désactivable dans les premières versions de QGIS, la transformation à la volée est devenue un paramètre par défaut activé en permanence.

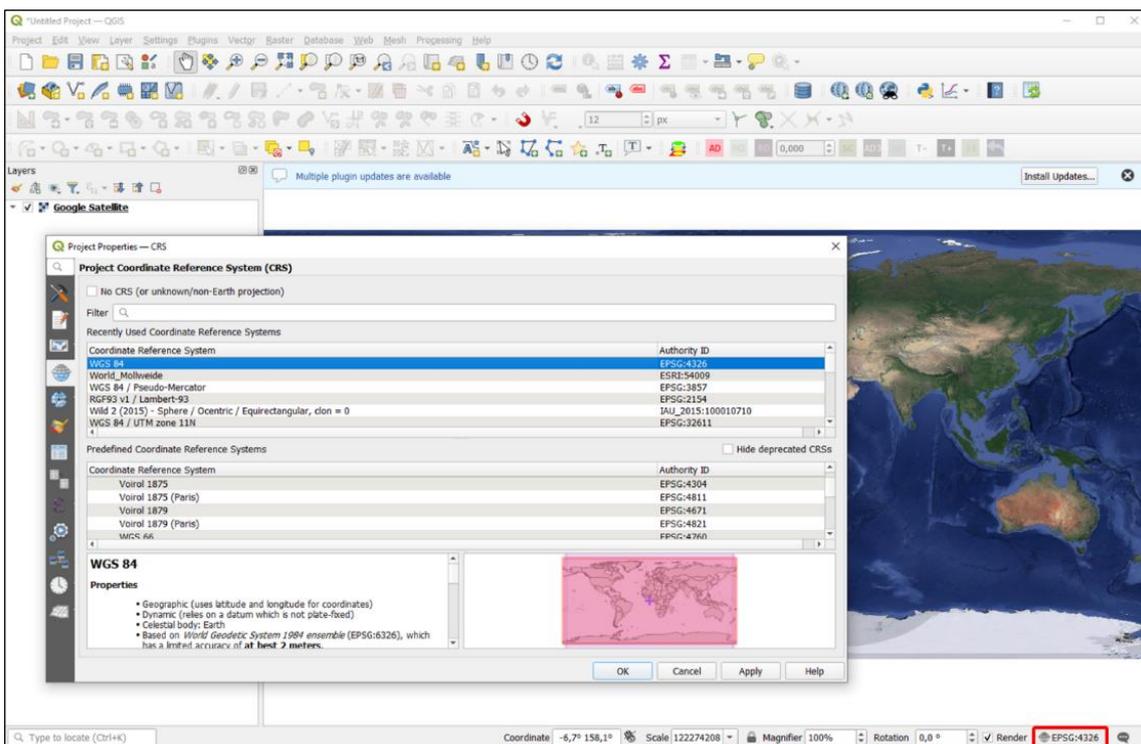


Figure 6. Paramétrage du SCR du projet dans QGIS.

Calculs de métriques spatiales sous SIG

Les méthodes de calcul employées par les SIG sont relativement variables d'un logiciel à l'autre et peuvent ne pas être clairement détaillées dans les paramètres. Globalement, il existe 2 procédés :

- Le logiciel de SIG opère les **calculs selon le plan** ; les mesures sont donc liées à la représentation cartographique affichée : un territoire aplati et rétréci à cause de la projection aura une surface moins grande qu'un territoire dont la géométrie a été étirée.
- Le logiciel de SIG opère des **calculs sur l'ellipsoïde**, donc ne dépend pas de la projection paramétrée ou des déformations visibles à l'œil sur la carte, mais bien de la mesure réelle de la surface terrestre.

A la différence de la plupart des autres logiciels de SIG, QGIS réalise les calculs de métriques (surface, distance, etc.) selon l'ellipsoïde. Ils sont donc corrects car, comme indiqué sur l'encadré ci-après, ils se basent sur des calculs sur la sphère, qui sont davantage fidèles que ceux basés sur le plan.

« En dehors des problèmes d'identification des référentiels, une difficulté peut survenir avec le calcul de distances. Imaginons deux points munis de leurs coordonnées en projection, exprimées dans un certain référentiel. La distance exacte séparant ces deux points doit normalement être calculée sur la sphère (ou mieux encore sur l'ellipsoïde).

Néanmoins, devant la complexité des algorithmes de calculs de géodésiques, il peut être tentant pour le constructeur du logiciel d'effectuer les calculs en projection.

Généralement cette information n'est pas disponible dans la documentation du logiciel (...). Le problème réside dans le choix de la projection. Si la projection n'altère pas trop les distances (c'est-à-dire qu'elle est adaptée à la zone traitée), et si la distance entre les deux points considérés n'est pas trop grande, alors la distance calculée en projection sera proche de la valeur exacte. Par contre, si l'utilisateur adopte une projection occasionnant des distorsions importantes, alors le risque est grand d'aboutir à des mesures de distance totalement erronés. Si le SIG effectue des calculs sur la sphère alors dans tous les cas les calculs sont corrects. » (Sillard, P., 2000).

Démarche méthodologique générale

Pour récapituler

Ce travail de cartographie mondiale des potentialités écologiques demande des ressources informatiques et une aisance sur des **logiciels de SIG** et de **tableur**.

Il repose sur l'utilisation de plusieurs **jeux de données spatiales mondiales**, à télécharger en ligne et à traiter sous logiciel de SIG.

Les étapes de la méthode (détaillées dans les chapitres subséquents) sont les suivantes :

- préparation des données spatiales (compiler, créer)
- croisement spatial (intersection des données par traitement SIG)
- constitution d'une table attributaire complète (identifier les informations utiles, ajouter des métriques)
- mettre en forme et analyser les résultats (produire des cartes, des graphiques constituant des atlas)

Au cours de toute ces étapes, veiller au **système de projection et de coordonnées (SCR)** adopté et à la méthode de calcul du SIG utilisée, notamment lors des calculs de métriques.



3. Les données cartographiées

Le cœur du travail est le croisement de jeux de données environnementales avec les sites étudiés. La partie qui suit vise à présenter ces deux grands groupes de données, décrire la manière dont ils sont créés, obtenus, sélectionnés.

3.1. Définition des zones d'étude

Ce cadre méthodologique se destine à répondre à des projets similaires de par leur envergure mondiale, mais dont la configuration des sites à étudier peut être diverse en termes :

- de quantité (de quelques sites à plusieurs centaines),
- de taille (de quelques mètres à kilomètres carrés),
- et de répartition et implantation géographique.

Les **sites** désignent l'ensemble des sites d'activité d'une structure, faisant l'objet de cette analyse écologique. Il peut s'agir des sites actuellement en activité (actifs) ou des sites où l'activité a cessé de façon temporaire ou permanente (inactifs), des projets de sites (futurs extensions ou ouvertures d'activités), des sites restaurés, des secteurs préservés des impacts d'une activité (évitement) ou des sites de compensation.

Les **zones d'étude** incluent les périmètres des sites, auxquels s'ajoute un zonage autour de ces sites (Figure 7). Elles désignent les territoires étudiés dans le cadre de cette méthode : le contexte spatial caractérisé sur le plan écologique (cf. partie 3.1.2.).

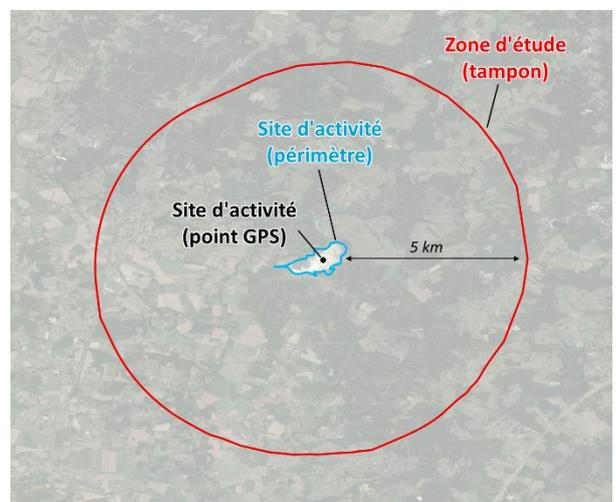


Figure 7. Schématisation d'un site d'activité et sa zone d'étude.

Ainsi, avant d'entreprendre le travail, il est important de :

1. bien identifier **les sites ciblés** par ce travail, (qui peuvent être des sites, parcelles, unités administratives, etc.) ;
2. et définir **les zones d'étude** à analyser par cette analyse cartographique.

3.1.1. Collecte des données de sites

La première étape consiste à prospector les ressources spatiales les plus complètes, précises et à jour susceptibles de contenir l'emprise spatiale des sites à étudier. Cette information peut se retrouver dans le SIG de la structure, en ligne, ou doit être créée à partir des données remontées par les sites. Le jeu de données spatiales contenant l'ensemble des sites à étudier peut prendre différentes formes :

- Des **coordonnées géographiques** (tableur), à transformer en une couche vectorielle de points,
- Des **points GPS** (couche vectorielle de points correspondant aux centroïdes des sites ou à un point caractéristique de l'emprise du site),
- Des **périmètres de sites** (couche vectorielle de polygones démarquant le contour des sites).

Il est fortement recommandé de privilégier l'approche de l'utilisation d'une **couche de polygones composée des contours exacts** des sites, notamment dans le cas des sites d'une surface supérieure à plusieurs dizaines d'hectares ou d'un groupe de sites de surfaces très diverses : cela permettra d'être plus juste lors de la création de la zone d'étude que l'approche par la couche de points GPS, car elle permet de tenir compte de l'emprise précise des sites et de leur représentativité dans la matrice paysagère.

Ce jeu de données brut récupéré peut nécessiter une étape intermédiaire de nettoyage sous SIG ou tableur, aboutissant à un jeu de données simple, propre, et ne contenant que les sites visés par l'étude. La table attributaire de la couche de points ou de polygones des sites doit contenir à minima un champ permettant d'identifier chaque site (le nom complet du site ou un identifiant alphanumérique). Elle peut contenir, en plus, d'autres champs tels que la localisation géographique (commune, région, pays, continent), le type d'activité au sein du site ou son état (actif, inactif, restauré, préservé, etc.), l'affiliation du site à un sous-groupe de sites, la surface, etc.

3.1.2. Création des zones d'étude

La **seconde étape** consiste à créer, à partir de la couche des sites préalablement obtenue/créée, une seconde **couche "tampon"**, correspondant aux zones d'étude. Pour ce faire, il faut générer sous SIG une couche "tampon" de la couche de sites, en appliquant une distance de **5 km**, correspondant à environ **0,045°** à l'équateur (**Figure 7**).

L'intérêt d'étudier une zone élargie autour de chaque site est d'avoir une vision du contexte écologique dans lequel le site s'inscrit. Les écosystèmes et les enjeux environnementaux n'ont pas de frontière spatiale, ils sont sujets à des dynamiques et des interactions dépassant l'emprise des sites. Ainsi, considérer une zone d'au moins 10 km d'envergure permet de, localement, considérer ces dynamiques, et limiter les effets de bords aux alentours immédiats du périmètre du site.

Le système de coordonnées WGS84 utilise des degrés, c'est donc la distance en degré qui doit être renseignée dans le SIG. Se référer aux annexes pour les outils de géotraitement utilisés.

⚠ Déformation des tampons et choix du système de référence

Après des premiers tests de création de la couche tampon sous QGIS, il s'est avéré que les entités générées présentaient un décalage avec le fond de carte et des anomalies géométriques.

En effet, avec le système de référence choisi (Mercator WGS84), comme évoqué en partie 2.3.1., des déformations spatiales sont attendues lors de cartographies mondiales, du fait de la projection qui étire inévitablement la surface terrestre (**Figure 3**). Géométriquement, les tampons créés devraient donc suivre cette déformation grandissante vers les pôles et être eux-mêmes légèrement étirés.

Or, en réalisant la couche tampon sous QGIS, des entités parfaitement circulaires apparaissent autour de tous les points GPS des sites, en tout point du globe (**Figure 8**). En faisant le même exercice sur le logiciel ArcMap de la suite ArcGIS, les tampons générés sont conformes à la déformation engendrée par la projection, localement. Ainsi, à l'équateur, les tampons sont bien circulaires (car pas de déformation de projection), et s'étirent progressivement avec la proximité des pôles.

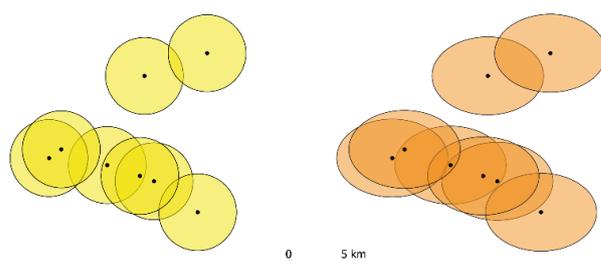


Figure 8. Résultats de la création de la couche tampon de zone d'étude. Comparaison de tampons créés sous QGIS par méthode planaire à gauche et de tampons créés sous ArcMap par méthode géodésique à droite.

Cette différence entre les deux logiciels de SIG est dû à un paramètre de construction de la couche tampon, fixé par défaut sous QGIS, mais réglable sous ArcMap. Ce dernier offre la possibilité de choisir la méthode de création de la couche : planaire ou géodésique. L'option géodésique dessine des tampons plus précis et justes, prenant en compte la forme de la Terre (ellipsoïde ou géoïde, [Figure 2](#)) ; contrairement aux tampons basés sur la méthode planaire, avec des mesures effectuées sur un plan (ArcGIS Pro, s.d.).

- ➔ Dans le cadre de ce travail, c'est donc la [méthode géodésique](#) qui doit être employée. Pour ce faire, et dans la mesure du possible, utiliser le logiciel ArcMap qui permet de régler les paramètres sur cette méthode, contrairement à QGIS.

La [Figure 9](#) illustre ces problématiques de SCR et de couche tampon, sur un point aléatoire. Dans le premier cas (figure 9-A) il s'agit d'une carte réalisée dans un système de projection local : le fond de carte est juste et sans déformations ; le tampon ne présente donc pas de déformation non plus. Dans le second cas (figure 9-B), la carte est réalisée avec le système de projection mondial Mercator, engendrant des étirements progressifs de l'équateur aux pôles : le fond de carte est alors étiré. Il est donc normal que le tampon subisse les mêmes déformations, afin de suivre le fond de carte qui se trouve dessous. Appliquer un tampon parfaitement circulaire, n'ayant pas été transformé, ne serait pas pertinent et ne recouperait pas la bonne surface terrestre réelle située en dessous.

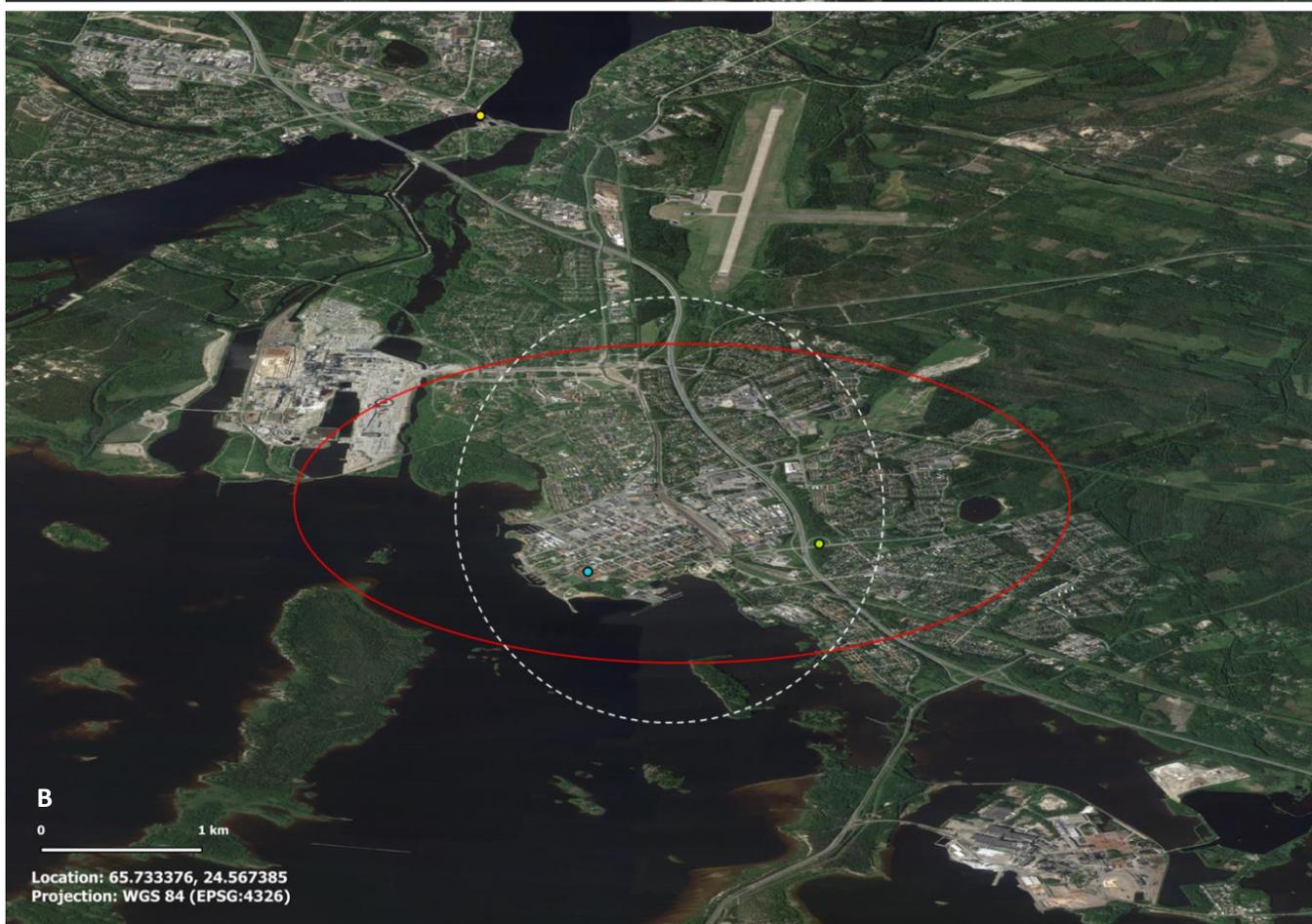


Figure 9. Déformation et couche tampon : comparaison d'un système de projection local (A) et mondial (B).

La troisième et dernière étape de la définition des zones d'étude est la **fusion des entités adjacentes** (Figure 10). En effet, certains sites peuvent parfois se retrouver très proches spatialement, de telle manière que les périmètres tampons (zones d'étude) s'intersectent, avec parfois un chevauchement spatial conséquent, voire total (Figure 10-A). Afin d'opérer un seul croisement cartographique et d'éviter d'extraire des données en doublon sur la partie chevauchée par les deux zones d'étude (ou plus), le périmètre de ces zones d'étude est fusionné pour ne former qu'une seule grande zone d'étude (Figure 10-B).

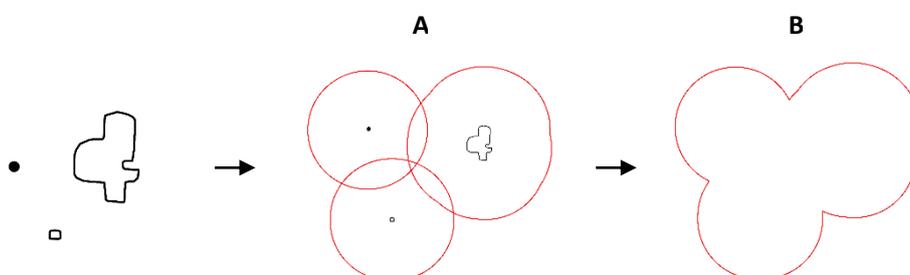


Figure 10. Création de la couche SIG des zones d'études (en rouge) à partir de la couche des sites d'activité (en noir).
A : zones d'études individuelles | B : zones d'étude regroupées

Ainsi, il est possible de travailler avec deux types de couche de zone d'étude. Réaliser les croisements cartographiques avec la couche A permet d'obtenir des résultats pour chaque zone d'étude individuelle, alors qu'avec la couche B les résultats sont à l'échelle de la grande zone d'étude regroupée, perdant ainsi le détail par site.

Les couches de zones d'étude doivent comporter des champs d'identifiants uniques de type alphanumériques pour chaque zone d'étude. Dans le cas de la couche A (Figure 10), veiller à renseigner deux champs d'identifiants : le premier indiquant l'identifiant de chaque zone d'étude individuelle ("ID_indiv" Tableau 1), le second indiquant l'identifiant de la grande zone d'étude en cas de sites adjacents regroupés ("ID_regroupe" Tableau 1). Voici un exemple de table attributaire de la couche A, Figure 10 :

Tableau 1. Exemple de table attributaire de la couche SIG des zones d'étude

ID_indiv	ID_regroupe
1	1
2	1
3	1

En vue des requêtes et des traitements SIG à suivre, cela permettra de pouvoir faire appel aux entités de manière séparée ou désigner la zone d'étude globale.

3.2. Compilation des jeux de données environnementales

La recherche et la sélection de jeux de données a constitué une phase préliminaire majeure de la construction de ce cadre méthodologique de cartographie. En effet, mobiliser des données spatiales d'emprise mondiale destinées à des analyses environnementales nécessite une sélection rigoureuse et méthodologique. Cette partie présente les critères ayant été observés pour sélectionner les données, ainsi que les jeux de données en eux-mêmes.

3.2.1. Critères de sélection des données

La prospection de jeux de données environnementales s'est déroulée en 3 phases :

1. **Recherches** en ligne de toutes données spatiales mondiales susceptibles d'apporter des informations pertinentes sur le contexte écologique de sites,
2. **Répertoire** de toutes les données identifiées dans un tableur multicritère et renseignement pour chaque jeu de données d'un ensemble de champs informatifs préalablement définis ;
3. **Tri** et hiérarchisation des jeux de données répertoriés au moyen de filtres.

Ce tableau multicritère est un outil d'aide à la décision qui permet de compiler, centraliser, trier et gérer tous les jeux de données identifiés et leurs métadonnées.

Afin de construire un socle de connaissance sur le contexte écologique d'un groupe de sites à l'échelle mondiale, les jeux de données spatiales mobilisés pour ce travail ont été sélectionnés au regard de 7 principaux critères :

- **Une emprise géographique mondiale** des données, afin d'avoir une couverture complète et homogène sur l'ensemble du globe et de pouvoir analyser des sites d'un continent à l'autre.
- **Des producteurs ou fournisseurs de données fiables**, tels que des institutions, des ONG, ou des associations reconnues, ainsi que des acteurs de la recherche. La plupart des données font partie des sources d'informations les plus complètes et couramment utilisées dans les projets d'analyse cartographique.
- **Des thèmes pertinents pour les besoins de l'étude**, à savoir des thématiques liées à la biodiversité et permettant d'avoir une vue d'ensemble sur les enjeux écologiques (écosystèmes, espèces, aires protégées, pressions, etc.). Les thématiques ont été choisies en fonction du type d'activité et d'implantation de l'entreprise, mais peuvent s'adapter à une majorité de contextes.
- **Des jeux de données en "open data"**, c'est-à-dire des données publiques gratuites disponibles en ligne, facilement accessibles et téléchargeables dans un format qui permet la réutilisation et la distribution de la donnée (James, 2013).
- **Un format téléchargeable, utilisable et modifiable sous SIG** afin de pouvoir retravailler la donnée et l'adapter à chaque projet, puis la mettre en forme de manière personnalisée.
- **Une résolution spatiale correcte** au regard de la taille des sites étudiés : les résolutions spatiales fines ont été favorisées (de l'ordre de quelques dizaines ou centaines de mètres), et les résolutions trop grossières écartées (supérieur au kilomètre).
- **Idéalement, des mises à jour fréquentes**. Ce paramètre est intéressant à favoriser si le travail de diagnostic environnemental s'inscrit sur la durée, avec une analyse temporelle du contexte écologique de sites envisagée. Avec des mises à jour fréquentes annoncées des jeux de données, le travail cartographique pourra être répété et actualisé sur le long terme. Tous les jeux de données n'offrent pas cet avantage, ce qui ne les exclut pas pour autant du travail.
- **Une date d'acquisition des données récentes**. Idéalement, les jeux de données datant de la dernière décennie ont été favorisés. En l'absence de données récentes disponibles, des jeux de données plus anciens ont été retenus, en veillant à considérer les limites que cela inclus. L'importance de ce critère dépend de la

temporalité des objets cartographiés, ceux-ci présentant des dynamiques de changement plus ou moins rapides (stockage du carbone, étendue de la forêt, observation d'espèce menacées, etc.).

Respecter ces critères permet de sélectionner des données adaptées pour le travail souhaité et de constituer une compilation de jeux de données qui soient homogènes et comparables entre eux. En plus de ces principaux critères discriminants, d'autres informations relatives aux jeux de données ont été renseignées dans le tableau multicritères ; en voici la liste :

- Nom
- Producteur/fournisseur
- Thème
- Emprise géographique
- Date
- Mise à jour et référence temporelle
- Résolution spatiale
- Système de projection
- Méthode d'acquisition/production
- Adresse internet
- Accessibilité
- Guide/métadonnées
- Licence
- Type
- Format
- Fichier, téléchargement, traitement

La trame complète du tableau multicritère utilisée pour cette méthode est présentée dans l'[Annexe 1](#) (visualisation du tableau, description des champs, et exemple d'un jeu de données renseigné). Elle peut être consultée à titre informatif, ou peut servir en cas d'ajout de nouvelle donnée.

En effet, ce guide méthodologique propose une sélection de jeux de données environnementales prêts à être employés, mais cette sélection peut être complétée, au besoin, par d'autres données thématiques, notamment dans le cadre de certains projets plus spécifiques. La trame disponible en annexe permet donc de pouvoir reprendre la même méthode en cas d'ajout de données.

3.2.2. Présentation des données

Le tableau ci-dessous présente la synthèse des jeux de données spatiales sélectionnés et proposés par ce cadre méthodologique ([Tableau 2](#)). Pour davantage d'informations relatives à chaque jeu de données (information, méthode, interprétation, limites, traitement SIG à opérer, etc.), se référer aux fiches "jeux de données" disponibles dans l'[Annexe 2](#).

Les métadonnées des champs du tableau 3 sont présentés dans l'Annexe 2.
Les citations complètes des jeux de données sont disponibles en bibliographie.

Theme	Name	Producer	Overview	Data date	Spatial resolution	Acquisition/production method	Update	Format	Licence	Dataset download link*
Ecoregions	Global Ecological Zones	FAO FOM Forestry Department	The 19 global ecological zones refer to the main large-scale biomes, based on climate and vegetation.	2010	/	Compilation & modification Several data sources used by continent (cf the metadata manual).	<i>No update announced</i>	Vector (ESRI shapefile)	Commercial use prohibited	Link to resource
	Marine Ecoregions	The Nature Conservancy	Biogeographic classification of the world's coastal and continental shelf waters, following a nested hierarchy of realms, provinces and ecoregions.	2012	/	Production & compilation This dataset combines two separately published datasets: the "Marine Ecoregions Of the World" and the "Pelagic Provinces Of the World".	<i>No update announced</i>	Vector (ESRI shapefile)	Commercial use prohibited	Link to resource
Biodiversity areas	Biodiversity Hotspots	Hoffman M. <i>et al.</i>	Identification of the 36 biodiversity hotspots in the world, which are the Earth's most biologically rich, yet threatened, terrestrial regions.	2016	/	Production	<i>No update announced</i>	Vector (ESRI shapefile)	Unrestricted use (CC BY 4.0)	Link to resource
	World Database on Protected Areas (WDPA)	UNEP-WCMC, IUCN	Compilation of the world's marine or terrestrial protected areas and their classification according to the 7 IUCN management categories	2023	Variable	Compilation Data have been obtained from nearly 500 sources.	Monthly update	Vector (OGC geopackage)	Commercial use prohibited	Link to resource
	Key Biodiversity Areas (KBA)	BirdLife International	Most important places in the world for species and their habitats, based on elements of biodiversity across genetic, species and ecosystem levels. KBAs have outstanding ecological integrity, globally important ecosystems or significant populations of animals, fungi and plants.	2014	Variable	Compilation & modification Compilation of several existing perimeters/sites about taxonomic, ecological and thematic subsets of biodiversity, including for example: Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs), Alliance for Zero Extinction sites (AZE).	KBAs should be reviewed and updated nationally every 8-12 years	Vector (ESRI shapefile)	Commercial use prohibited	Link to resource

Theme	Name	Producer	Overview	Data date	Spatial resolution	Acquisition/production method	Update	Format	Licence	Dataset download link*
Ecosystems	Terrestrial Habitats types	Jung M., <i>et al.</i>	Spatially characterization of 47 terrestrial habitat types, as defined in the IUCN habitat classification scheme.	2015	100 m	Modelling Habitat map produced by creating a global decision tree that intersects the best currently available global data on land cover, climate and land use.	<i>Future updates mentioned</i>	Raster (TIF)	Unrestricted use (CC BY 4.0)	Link to resource
	Global Forest Change	Hansen M.C., <i>et al.</i>	Forest decline over the period 2001-2019 (deforested areas).	2019	30 m	Modelling Results from time-series analysis of Landsat images (Landsat 8 OLI) characterizing forest extent and change.	<i>No update announced</i>	Raster (TIF)	Unrestricted use (CC BY 4.0)	Link to resource
	Forest Landscape Integrity Index	Grantham H.S., <i>et al.</i>	Forest extent in 2019, with indicators of human pressures and alteration of forest connectivity.	2020	300 m	Compilation and modification Four datasets were combined representing: the forest extent, 'observed' pressure from high impact, 'inferred' pressure associated with edge effects, anthropogenic changes in forest connectivity due to forest loss.	<i>Future updates mentioned</i>	Raster (TIF)	Unrestricted use (CC BY 4.0)	Link to resource
	Global Lakes and Wetlands Database	WWF	Different wetland types, lakes, reservoirs, and rivers.	2004	1 km	Compilation Data based on the combination of seven digital maps and attribute data sets, like MGLD ⁴ or GLCC ⁵ .	<i>No update announced</i>	Vector (ESRI shapefile)	Commercial use prohibited	Link to resource
	Natural Earth Rivers, lakes and reservoirs	Natural Earth	Main rivers and lakes ranked by relative importance, coordinating with river ranking.	n.d.	/	Modification Rivers primarily derive from World Data Bank 2 and additional sources like recent satellite imagery.	<i>No update announced</i>	Vector (ESRI shapefile)	Unrestricted use	Link to resource
	Global Distribution of Saltmarshes	Mcowen C., <i>et al.</i>	Distribution of saltmarsh (ecosystems located in the intertidal zone of sheltered marine and estuarine coastlines - marine habitat), drawing from occurrence data.	2015	/	Production & modelling Surveyed and/or remotely sensed.	<i>No update announced</i>	Vector (ESRI shapefile)	Commercial use prohibited (CC BY-NC 4.0)	Link to resource

Theme	Name	Producer	Overview	Data date	Spatial resolution	Acquisition/production method	Update	Format	Licence	Dataset download link*
Ecosystems	Global Distribution of Seagrasses	UNEP-WCMC, Short FT	Distribution of seagrasses (marine habitat).	2020	/	Compilation	<i>No update announced</i>	Vector (ESRI shapefile)	Commercial use prohibited	Link to resource
	Global Distribution of Coral Reefs	UNEP-WCMC, WorldFish Centre, WRI, TNC	Distribution of coral reefs (marine habitat) in tropical and subtropical regions.	2018	30 m	Compilation From a number of sources, include the Millennium Coral Reef Mapping Project (and the World Atlas of Coral Reefs).	<i>No update announced</i>	Vector (ESRI shapefile)	Commercial use prohibited	Link to resource
	Global Mangrove Watch	Bunting P., <i>et al.</i>	Mangrove map: distribution and extent change of various types of salt-tolerant plant species (trees or shrubs).	2020	25 m	Modelling The GMW has generated a global baseline map of mangroves using ALOS PALSAR and Landsat (optical) data.	<i>No update announced</i>	Vector (ESRI shapefile)	Unrestricted use (CC BY 4.0)	Link to resource
Threatened species	IUCN Red List Maps	IUCN	Distribution area of fauna and flora threatened species (known range of each species) according their conservation status and based on IUCN Red List of Threatened Species™. Four taxa were chosen for this study: plants, amphibians, reptiles and mammals.	2022	/	Compilation Data provided by several experts around the world, constitution of maps and distribution areas from occurrence data (IUCN imposes data standards, attributes, format).	Red List is updated at least twice each year.	Vector (ESRI shapefile)	Commercial use prohibited	Link to resource
Human impacts and carbon resources	Global Human Footprint	Venter O., <i>et al.</i>	Level of direct and indirect human pressures on the environment globally, based on a compilation of 8 variables ⁶ .	2009	1 km	Production & modification Gathering of the 8 variables and creation of a human pressure score within a 0-10 scale.	<i>No update announced</i>	Raster (TIF)	Unrestricted use (CC0 1.0)	Link to resource
	Vulnerable carbon	Noon M., <i>et al.</i>	Mapping of carbon sinks: extent of potential carbon loss in the event of disturbance/exploitation.	2018	300 m	Compilation & modification These datasets are based on input maps collected from published literature.	<i>No update announced</i>	Raster (TIF)	Commercial use prohibited (CC BY-NC 4.0)	Link to resource

Tableau 2. Tableau de synthèse des jeux de données thématiques sélectionnés.

*Les liens indiqués ont été consultés et intégrés en août 2023.

⁴ MGLD (MSSL Global Lakes Database, Birkett and Mason 1995)

⁵ GLCC (Global Land Cover Characterization, Loveland et al. 2000, in 'Global Ecosystem' classification)

⁶ Les 8 variables : les milieux bâtis, la densité de population humaine, les infrastructures électriques, les terres cultivées, les pâturages, les routes, les chemins de fer et les voies navigables.

3.3. Croisement cartographique

Une fois la couche de sites constituée (cf. 3.1.) et les jeux de données environnementales collectées (cf. 3.2.), le croisement cartographique de ces deux ensembles de données peut être opéré sous SIG. Les données seront ensuite enrichies d'indicateurs simples afin de quantifier leur présence au sein des sites.

3.3.1. Croisement des couches sous SIG

Le croisement cartographique consiste à réaliser une intersection spatiale et attributaire entre les sites et les jeux de données. La Figure 11 illustre le schéma méthodologique détaillant les étapes de ce croisement et il s'accompagne d'explications sur les chaînes de traitements.

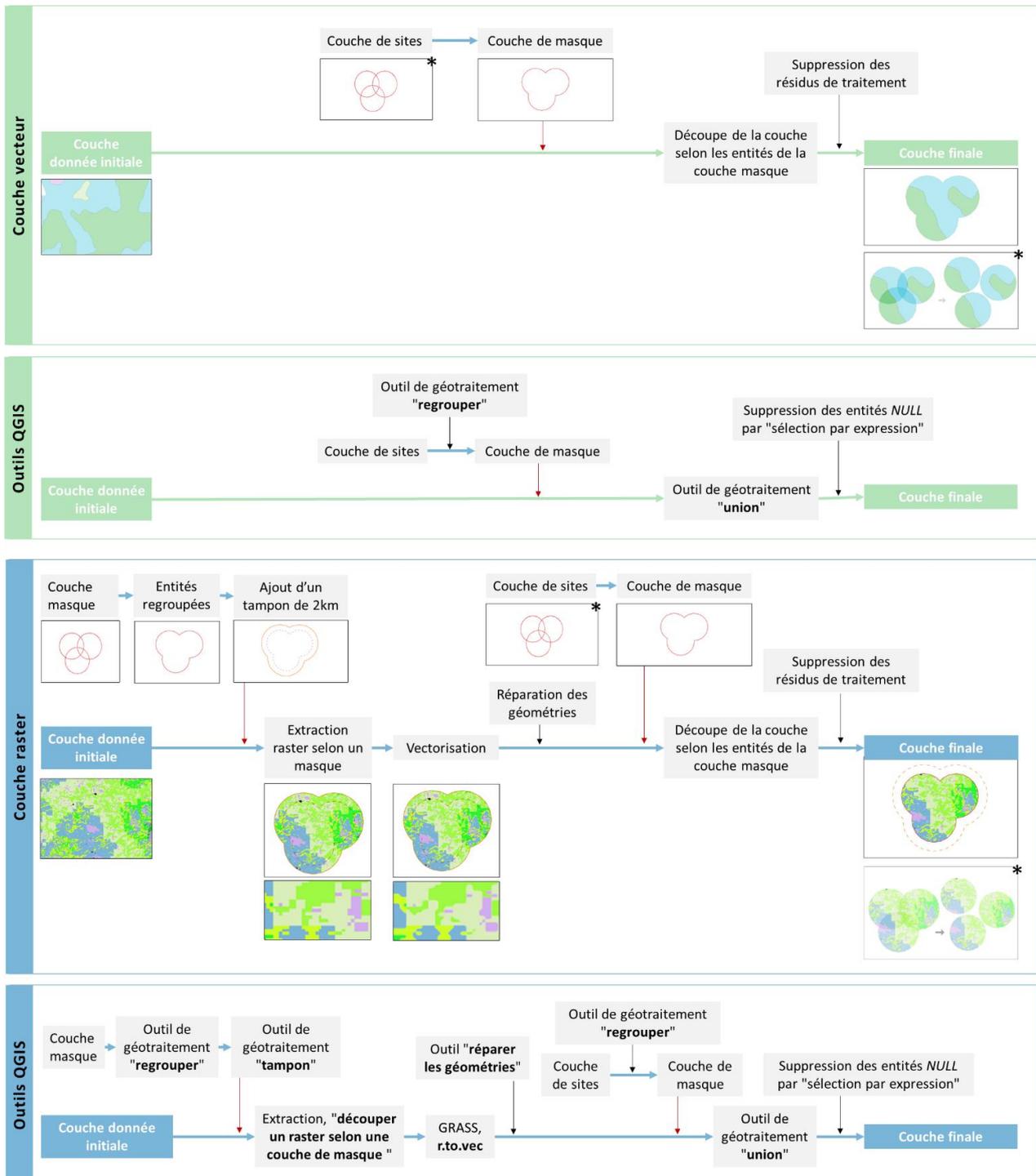


Figure 11. Chaîne de traitements du croisement cartographique : outils QGIS mobilisés

Dans la [Figure 11](#), la **couche de donnée initiale** fait référence aux données brutes téléchargeables proposées par la méthode, et la **couche de masque** désigne la couche des zones d'étude préalablement constituée (couche des sites avec le tampon de 5 km). Ces données brutes des jeux de données environnementales sont des couches SIG au **format vectoriel**, ou au **format raster**. Le traitement de ces deux types de données diffère légèrement, ils sont donc présentés dans deux encadrés distincts.

Les données vectorielles

1. Chaque couche SIG des jeux de données environnementales est intersectée avec la couche de masque. Ce découpage, réalisé avec l'**outil union de QGIS**, permet de croiser les données :

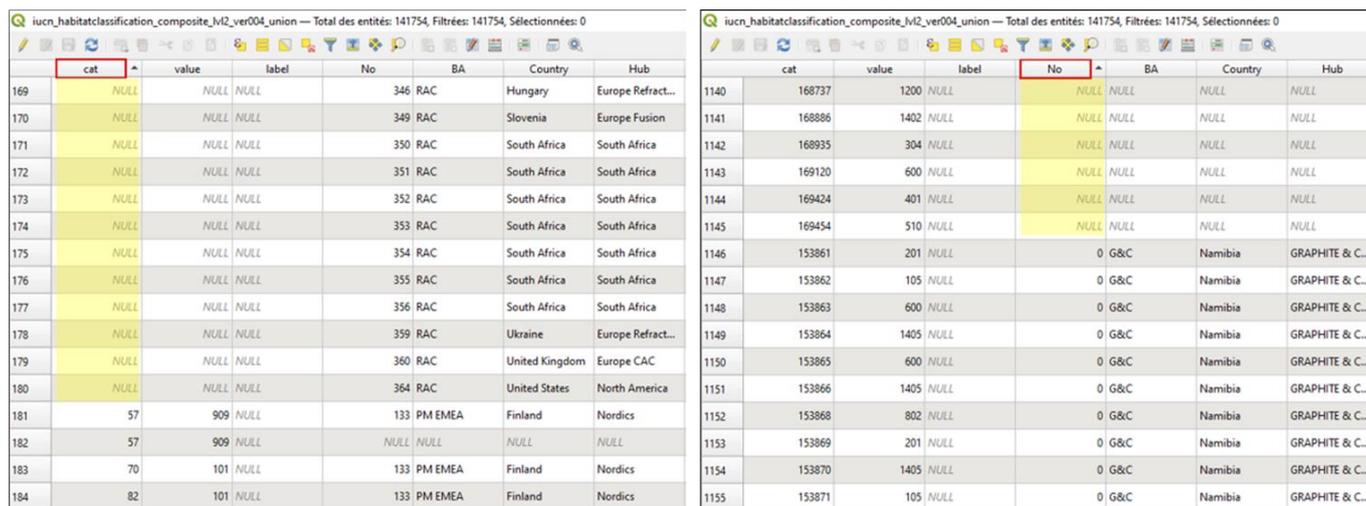
- au niveau spatial : découpage de la couche de données selon les zones d'étude,
- et au niveau attributaire : les tables attributaires de la couche "jeu de données" et de la couche "masque" sont croisées et réunies en une.

Comme indiqué en fin de partie 3.1.2., le croisement cartographique peut être exécuté avec la couche masque des zones d'études individuelles ([Figure 10-A](#)), ou celle des zones d'étude regroupées ([Figure 10-B](#)). Le premier cas est identifié par un astérisque dans la [Figure 11](#).

2. Suite à ce géotraitement, un nettoyage de la couche est nécessaire, car des entités non désirées sont contenues dans la couche, appelées "**résidus de traitement**". En effet, l'outil *union* permet de séparer spatialement les entités présentes dans une couche, dans l'autre, ou dans les deux à la fois. Or c'est cette dernière configuration qui est recherchée dans le cadre du croisement cartographique : les entités qui font parties du jeu de données environnementales et qui sont comprises dans les zones d'étude.

Les entités situées dans l'une ou l'autre couche de manière isolée sont donc à supprimer. Dans la table attributaire de la couche nouvellement créée, ces entités se reconnaissent par leur contenu marqué « *NULL* » ([Figure 12](#)). Afin de supprimer ces résidus de géotraitement :

- identifier deux champs liés respectivement à chacune des deux couches d'origine (couche du jeu de données et couche de masque)
- sélectionner les entités *NULL* à l'aide de la calculatrice de champ  : "**nom_champ_couche1**" IS NULL
- supprimer la sélection 
- puis répéter la manipulation avec "**nom_champ_couche2**" IS NULL



The figure shows two screenshots of the QGIS attribute table for the layer 'iucn_habitatclassification_composite_lv2_ver004_union'. The left screenshot shows the table with the 'cat' column highlighted in red. The right screenshot shows the table with the 'No' column highlighted in red. Both screenshots show a list of records with columns: cat, value, label, No, BA, Country, and Hub. The 'No' column contains values like 'RAC', 'PM EMEA', and 'G&C', and many rows have 'NULL' in the 'No' column, indicating the 'résidus de traitement'.

Figure 12. Suppressions des entités "NULL" suite au géotraitement "union".

Exemple de table attributaire d'une couche issue de l'union entre une couche de jeu de données et la couche de masque.

La nouvelle couche de données est maintenant finalisée,

- représentant les entités spatiales du jeu de données comprises dans les zones d'étude,

- et comportant dans sa table attributaire les informations des données environnementales ainsi que les identifiants et autres informations liées aux zones d'étude.

Les données raster

Les données raster suivent la même chaîne de traitement que celle évoquée précédemment pour les données vectorielles, mais nécessite une étape préalable supplémentaire. Il s'agit de la conversion du format raster en format vectoriel, appelée "**vectorisation**". Vectoriser les données raster permet une meilleure interopérabilité des données pour la suite du projet : travailler avec un même format de données pour l'ensemble des données SIG, croiser les données SIG entre elles, pouvoir les éditer sur le plan attributaire et géométrique, ajouter des indicateurs, etc.

La vectorisation d'un raster sous SIG peut être une tâche assez longue, a fortiori pour des rasters ayant une emprise mondiale. Ainsi, il est préférable de "découper" le raster selon la couche de masque d'abord, puis de vectoriser les portions de raster extraites ensuite.

Le découpage d'un raster nécessite deux couches de masque différentes : la couche de masque initiale et une **couche de masque élargie d'un tampon de 2 km**. Le raster est découpé une première fois selon la couche de masque élargie, puis vectorisé, et enfin la couche vectorielle obtenue est découpée une seconde fois selon la couche de masque initiale (Figure 13-B).

Cette méthode permet de palier, lors de la découpe, aux effets de bord liés à la structure en pixels du raster (Figure 13-A). Le seuil de 2 km a été choisi au regard des résolutions de raster des jeux de données traités dans le cadre de cette méthode. En effet, les résolutions les plus grandes étant de 1 km, opter pour une marge de 2 km permet de garantir le fait d'englober tous les pixels compris dans la zone d'étude au moment de la découpe.

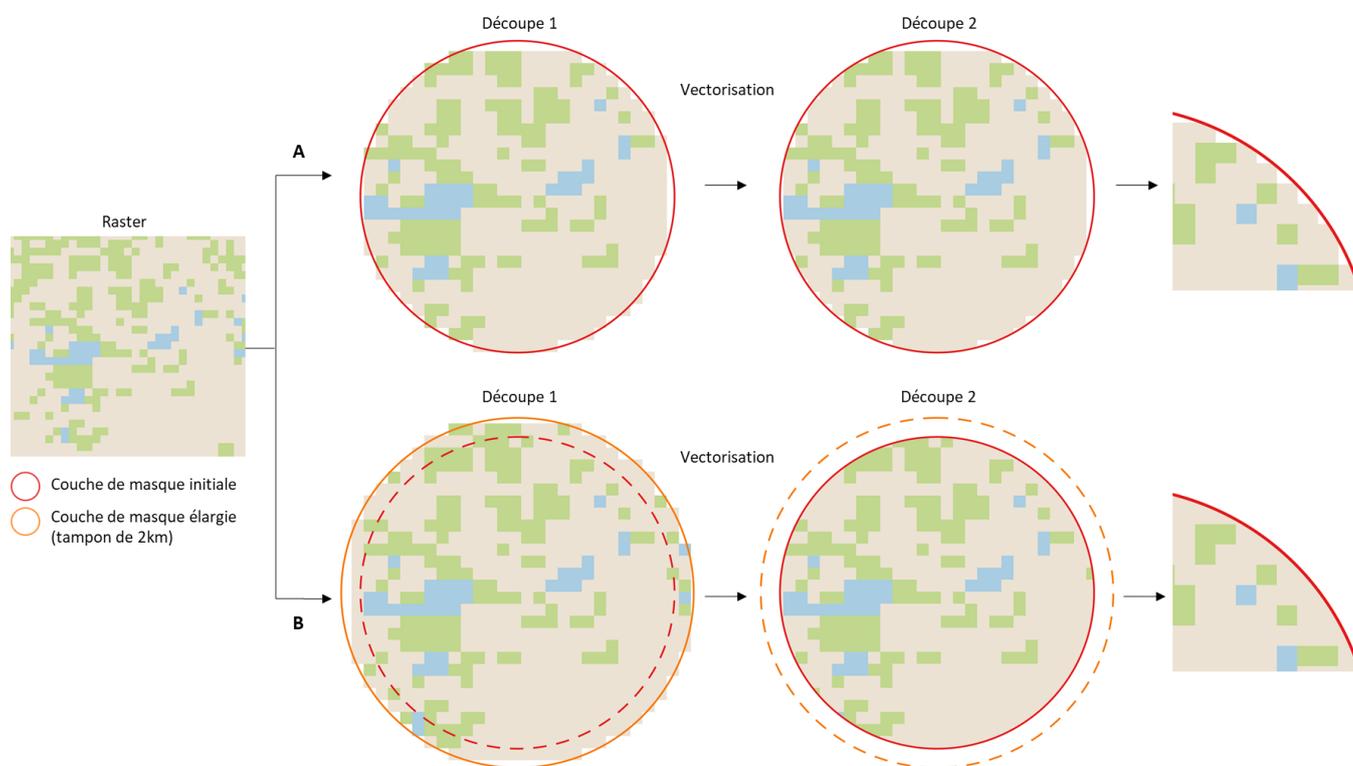


Figure 13. Comparaison des méthodes de découpe de raster selon une couche de masque initiale (A) ou selon une couche de masque élargie (B).

3.3.2. Ajout d'indicateurs

Le croisement cartographique opéré, la dernière étape consiste à enrichir les couches de données obtenues avec des indicateurs. L'ajout de ces indicateurs simples permet de quantifier la représentation des données au sein de chaque zone d'étude. Il peut s'agir de **métriques** (surface, longueur...) ou de **chiffres statistiques** (compte, somme, moyenne...).

Ces indicateurs sont calculables sous SIG, via la table attributaire de chaque couche. Une fois les chiffres générés, ils peuvent ensuite être synthétisés et représentés dans les planches cartographiques de l'atlas, sous forme de graphiques notamment.

Pour chaque jeu de données, une suggestion d'indicateur est proposée dans les fiches placées en [Annexe 2](#).

Par exemple, la couche mondiale des aires protégées (WDPA, de l'UNEP-WCMC et l'IUCN) permet d'identifier et de spatialiser les aires protégées présentes au sein de chaque zone d'étude. Les indicateurs pertinents peuvent être le compte du **nombre** d'aires protégées comprises dans la zone d'étude, mais aussi leurs **surfaces** respectives. La représentation des surfaces peut prendre la forme d'un graphique détaillant la somme des **proportions** de surface par niveau de protection ([Figure 14](#)).

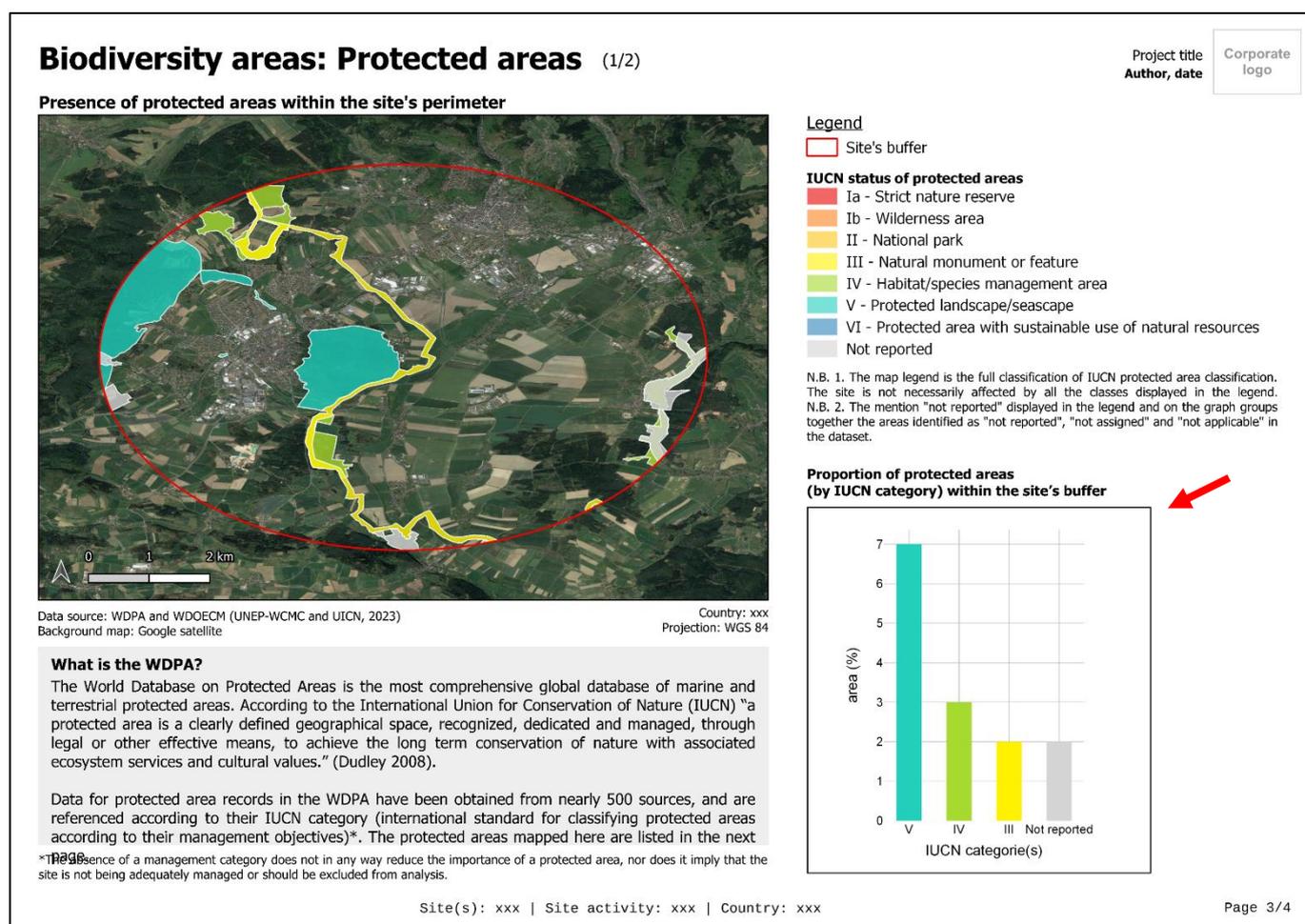


Figure 14. Exemple de représentation des indicateurs d'un jeu de données sur une planche cartographique

La création de ce type de graphique peut être faite grâce à l'**extension Data Plotly** de QGIS  qui permet de générer différents types de graphiques statistiques, être intégré directement dans les planches cartographiques, et être automatisée pour l'ensemble des sites en utilisant la **fonctionnalité "atlas"** de QGIS (cf. 4.1.2.).

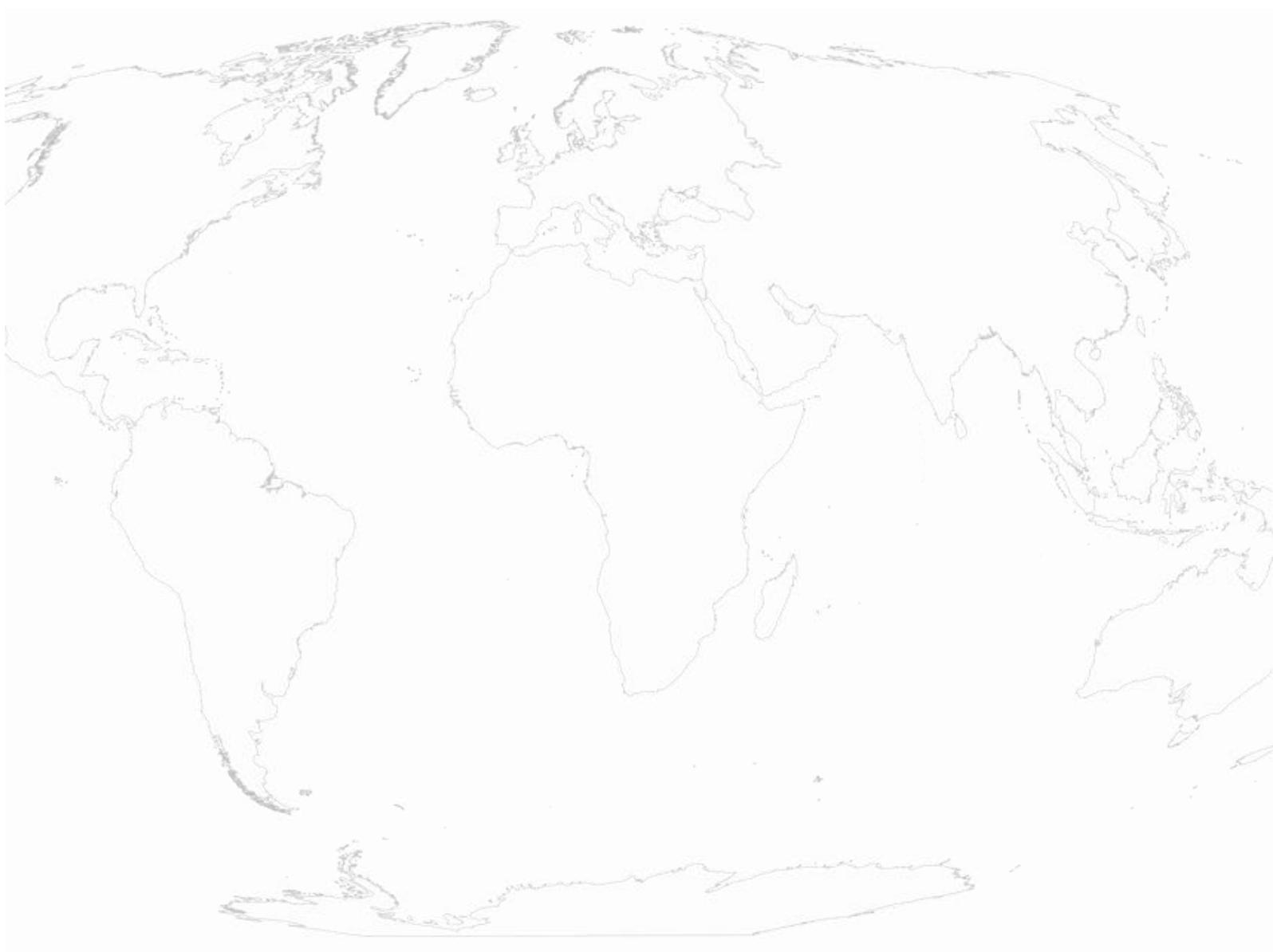
Les données cartographiées

Pour récapituler

Le croisement cartographique se déroule en plusieurs étapes :

- Définition des **sites et zones d'étude**, et création des couches SIG correspondantes (tampons circulaires de **5 km** de rayon, soit $0,045^\circ$ pour la couche des zones d'étude).
- Collecte des **jeux de données** proposés par la méthode ; et ajout d'autres jeux de données au besoin.
- Réalisation du **croisement cartographique** sous SIG.
- Ajout d'**indicateurs** souhaités.

→ Tout au long de ce travail cartographique : se référer aux **fiches de jeux de données** ([Annexe 2](#)) pour connaître leur contenu, leur utilité, les indicateurs à associer, les traitements à opérer, les champs de la table attributaire à étudier, et enfin les limites qu'ils comportent.



4. Représentation des résultats : productions possibles

Ce projet cartographique présente le double intérêt de délivrer, pour un même travail fourni, [une analyse locale](#), par zone d'étude, mais aussi [un aperçu global](#) et synthétique, à l'échelle de l'ensemble des zones d'étude. Cette partie présente les trois principales sorties pouvant être obtenues à l'issue du croisement cartographique réalisé.

4.1. Des atlas individuels

4.1.1. Présentation du format de l'atlas

L'atlas est un outil visuel qui a pour vocation de découvrir un patrimoine (ici environnemental) par l'approche géographique, de faciliter le partage des données, et de mener quelques analyses. L'atlas est un ouvrage composé d'une collection de planches cartographiques représentant les différentes informations géographiques des jeux des données exploités.

Dans le cadre de cette approche méthodologique,

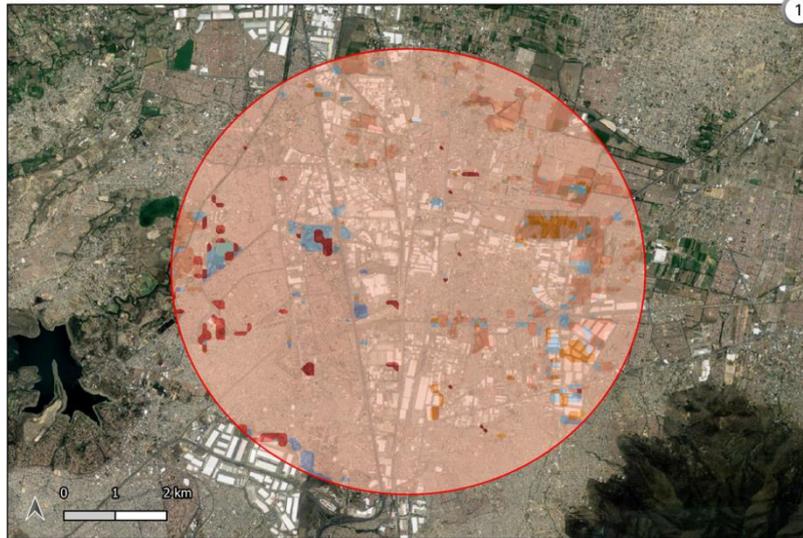
- [une planche cartographique](#) correspond à une image illustrant une thématique, c'est-à-dire un jeu de données ([Figure 15](#)) ;
- [un atlas](#) désigne l'ensemble des planches cartographiques d'une zone d'étude. Ainsi, l'atlas comprend autant de pages que de jeux de données concernés par la zone d'étude en question. En effet, certains sites n'intersectant pas d'entités spatiales pour quelques jeux de données (i.e. une zone d'étude sans aires protégées ou sans habitats marins d'intérêt), leurs atlas seront dépourvus des planches géographiques pour ces thématiques.

Ce support se prête bien au rendu des croisements cartographiques opérés, offrant un aperçu complet des caractéristiques de chaque zone d'étude, par thématique. Les planches cartographiques ont pour but de présenter les données cartographiées d'une part et d'illustrer des résultats synthétiques d'autre part. Ci-dessous une proposition de configuration d'une planche cartographique ([Figure 15](#)), avec :

1. [La carte](#) représentant un jeu de données sur une zone d'étude donnée, accompagnée des composantes essentielles : un titre, une échelle, une orientation, et la source des données cartographiées.
2. [La légende](#), s'adaptant au contenu de chaque carte, en fonction des zones d'étude.
3. [Une description](#) du jeu de données cartographié (définition des écosystèmes ou des thématiques représentés, informations sur la méthode d'acquisition des données, piste d'interprétation, etc.).
4. [Une représentation statistique](#) pour certains jeux de données (figure, chiffre clé), afin de figurer un résultat quantitatif de ce qui se trouve sur la zone d'étude (surfaces, proportions surfaciques, dénombrement d'éléments).

Ecosystems: Terrestrial habitat types

Habitat types within the site's buffer



Data source: Terrestrial Habitats types (Jung M., et al., 2015)
Background map: Google satellite

Country: xxx
Projection: WGS 84

Legend Site's buffer

Habitats

- Artificial-Terrestrial - Arable Land
- Artificial-Terrestrial - Pastureland
- Artificial-Terrestrial - Rural Gardens
- Artificial-Terrestrial - Urban Areas
- Grassland - Subtropical/tropical high altitude
- Grassland - Subtropical/tropical seasonally wet/flooded
- Rocky Areas (e.g. inland cliffs)
- Shrubland - Subtropical/tropical dry
- Shrubland - Subtropical/tropical high altitude
- Shrubland - Subtropical/tropical moist
- Wetlands (inland)

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

What are the terrestrial habitat types?

Habitat loss is one of the primary causes of biodiversity decline. There are many definitions of 'habitat', but they can broadly be described as the entirety of the physical conditions - including land cover and climate - that enable a species' population to persist in space and time. There is a strong positive relationship between the extent and intactness of a species' habitat and its population persistence. Knowledge about species' habitats is critical to design landscape management plans, conservation planning and analysis of past trends and future scenarios of species' extinction risk. Terrestrial habitat classes have been delineated following the IUCN classification scheme by intersecting data on land cover, climate and land use (Jung M., et al, 2020).

N.B. Differences in thematic resolution and definitions can lead to large variations in area-based land-cover estimates and errors.

Proportion of habitats types within the site buffer

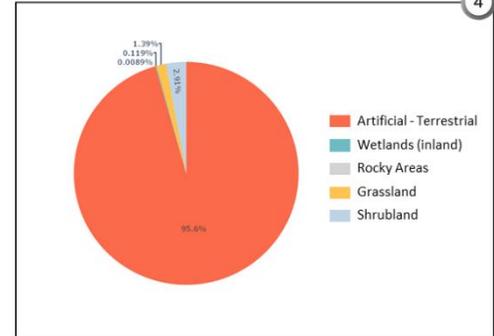


Figure 15. Composition type d'une planche cartographique

4.1.2. Réalisation des planches cartographiques sous QGIS

Les planches cartographiques peuvent être produites une par une (cas d'un groupe réduit de sites à analyser) ou leur production peut être automatisée, ce qui permet de pouvoir en créer une grande quantité de manière plus rapide et facile, notamment dans le cas d'un grand nombre de sites à analyser.

L'outil *atlas de QGIS* permet de créer des trames de mise en page de planche, puis de générer les planches pour chaque zone d'étude. En ayant une bonne connaissance du logiciel, il est possible de faire des réglages assez précis et personnalisés. La Figure 16 présente les étapes de la construction d'un atlas sous QGIS.

1. Créer des mises en page

2. Activer la fonctionnalité atlas

3. Configurer les paramètres de l'atlas

4. Composer la trame de la planche cartographique

5. Générer les cartes

6. Exporter l'atlas

QGIS Projet ► Gestionnaire de mises en page ► Créer

Une fenêtre de mise en page s'ouvre. Atlas ► Paramètres de l'atlas

Un onglet Atlas s'ajoute. Cocher Générer un atlas

- Configuration
 - Couche de couverture :
Chaque entité de cette couche générera une planche cartographique. Ici, choisir la couche des zones d'étude.
 - Nom de la page :
Nom donné à chaque planche cartographique. Ici, attribuer les noms ou identifiants uniques des zones d'étude.
 - Filtrer :
Cette option permet de filtrer les périmètres de zone d'étude à traiter, et donc les cartes à produire, ou non. Ce filtrage permet d'éviter de générer des planches cartographiques pour les sites non concernés par un jeu de données, ce qui représente un gain de temps considérable lors de l'assemblage des planches par la suite. Il faut au préalable que l'information ait été renseignée dans la couche de couverture.
- Sortie
 - décocher export d'un seul fichier
 - Expression du fichier de sortie :
Nom de chaque fichier (planche cartographique) en sortie. Afin d'automatiser le nommage et simplifier la gestion des fichiers par la suite, indiquer le nom suivant : "ID"|"'.1"|"'_nom', avec ID : l'identifiant unique du site (champ de la table attributaire), .n° : le numéro de la thématique, puis nom : le nom de la thématique.
 - cocher export d'un seul fichier
 - Format d'export de l'image : png

Exemple titres de fichiers en sortie
1.1_marine
1.2_forest
2.1_marine
2.2_forest
3.1_marine
3.2_forest
...

Ajout de carte, légende, échelle, zone de texte, graphiques etc. Pour chaque élément, dans l'onglet, Propriétés de l'objet veiller à cocher la case Contrôlé par Atlas afin de les relier de manière dynamique à l'atlas.



Ce bouton permet de lancer la production de l'atlas. Les planches cartographiques de la thématique en question s'affichent, composées d'un contenu dynamique dépendant du site affiché à l'écran. Le menu déroulant à côté permet de visualiser l'intégralité des sites, et les flèches latérales de passer d'un site au suivant.



Ce bouton permet d'exporter toutes les cartes générées en une seule fois. Les planches peuvent être exportées au format image ou PDF, dans un même fichier ou dans des fichiers séparés (cf. les paramètres de l'atlas Atlas ► Sortie)

Figure 16. Création d'un atlas sous QGIS

L'ensemble des fichiers générés pour chaque trame thématique peut être placé dans un même dossier. Grâce au nommage préalable des fichiers comme indiqué en Figure 16, les planches s'organisent et se regroupent par zone d'étude, avec un ordre des planches thématiques identiques.

Pour résumer, produire un atlas consiste à : créer une trame de mise en page par thématique, puis générer à l'intérieur de chaque mise en page thématique les planches pour chaque zone d'étude, exporter l'ensemble des planches par thématique, et pour finir, les assembler en atlas (Figure 17).

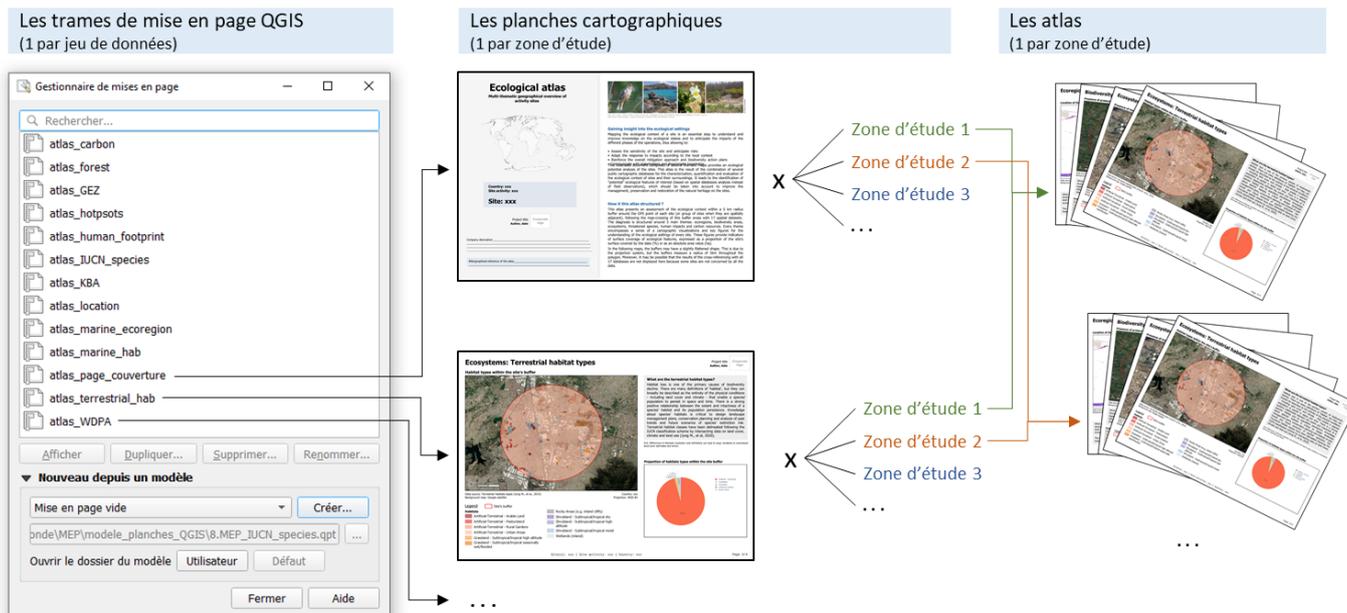


Figure 17. Composition des atlas cartographiques

4.1.3. Assemblage des planches cartographiques en atlas

La totalité des planches cartographiques produites, il s'agit pour finir de les assembler par zone d'étude dans un même document afin de constituer les atlas. Cette phase peut également être facilitée voire automatisée par des outils informatiques. Voici une suggestion des étapes à suivre afin de constituer les atlas :

1. Créer une trame de présentation

Création d'un document vierge avec un logiciel de présentation type **Microsoft PowerPoint** qui accueillera les planches cartographiques des atlas. Intégrer dans cette trame les éventuels éléments invariables pour l'ensemble des zones d'étude et qui seront communs à tous les atlas (i.e. une page de couverture, une bibliographie, un tableau des métadonnées des jeux de données, une pagination, etc.). Prévoir une quantité de diapositives vierges suffisante (le nombre maximal de planches que devra comporter l'atlas le plus fourni par exemple) : cela facilitera l'import des planches (étape 4). Sauvegarde et fermeture du document.

2. Dupliquer le document "trame"

Réaliser un copier/coller du fichier préalablement créé afin d'obtenir autant de fichiers que d'atlas souhaités.

3. Renommer les fichiers

Renommer l'ensemble de ces fichiers créés avec les noms des zones d'étude. Cette manipulation peut être réalisée automatiquement grâce au logiciel Excel et à l'outil additionnel **Kutools for Excel**, à installer. Un tutoriel de renommage d'une liste de fichiers contenus dans un dossier à l'aide d'un tableur est disponible en ligne⁴.

4. Intégrer et assembler les planches

Il s'agit de l'étape la plus longue et répétitive car elle consiste à intégrer manuellement les planches cartographiques dans les atlas vierges correspondant. Deux options possibles :

⁴ Extend Office, <https://www.extendoffice.com/documents/excel/2339-excel-rename-files-in-a-folder.html>, consulté en septembre 2023.

- copier/coller les images (planches cartographiques) une à une dans chaque document ;
- utiliser la fonction [album photos](#) de [PowerPoint](#) lors de la création du premier document, à l'étape 1. Elle permettra ensuite d'ajouter les images par lot dans chaque atlas.

5. Export des atlas en format PDF

Enfin, l'ensemble des documents sont converti au format PDF afin de pouvoir être diffusés. Lorsqu'un grand nombre de documents est à convertir, un script de programmation rapide et simple peut permettre d'automatiser la conversion. Un exemple de script en langage R est proposé en [Annexe 3](#).

L'[Annexe 4](#) présente des exemples de planches cartographiques produites dans le cadre de l'expérimentation de cadre méthodologique.

4.2. Un atlas global

Un second type de document peut être produit à l'issue des croisements cartographiques : un atlas général, présentant une synthèse des résultats à l'échelle de tous les sites. Cet atlas global peut comprendre :

- Un tableau récapitulatif de tous les jeux de données mobilisés et leurs métadonnées
- Une page par jeu de données thématique, comprenant :
 - La quantité de sites concernée par le jeu de données (i.e. 5/100 ou 90/100 sites)
 - Une carte affichant le jeu de données complet et la localisation des sites étudiés en superposition, afin d'avoir un visuel sur le chevauchement spatial entre le jeu de données et les sites
 - Un graphique représentant la distribution du jeu de données ou la synthèse de son contenu
 - Quelques indicateurs statistiques reflétant des paramètres de la donnée thématique à l'échelle de tous les sites, comme par exemple la surface moyenne de forêt, le nombre moyen d'aires protégées, ou encore la somme des espèces menacées dans les zones d'étude.
- Cet atlas global peut également être l'occasion de resituer le travail de croisement cartographique, préciser son intérêt, sa portée et sa vocation, ainsi que les limites liées à chaque jeu de données et à l'exercice de manière globale.

4.3. Une base de données spatiales

A l'issue de ce travail, de nombreuses données spatiales raster et vectorielles ont été collectées et créées. Ces couches de données peuvent intégrer le SIG de la structure, afin de compléter l'outil de suivi technique du foncier avec des données sur le contexte écologique des sites : les données initiales et complètes peuvent être conservées et éventuellement servir sur d'autres projet ; et les couches retravaillées et découpées pour les besoins de cette analyse peuvent être archivées et éventuellement remobilisées pour modifier, améliorer ou actualiser le projet.

Comme présenté sur le schéma de l'approche méthodologique générale ([Figure 1](#)), le traitement des données aboutit à plusieurs versions des données, constituant différentes bases de données. L'arborescence des données spatiales sur la [Figure 18](#) présente l'évolution des jeux de données depuis leur téléchargement à l'état brut jusqu'à leur croisement avec les zones d'étude et le regroupement des tampons adjacents.

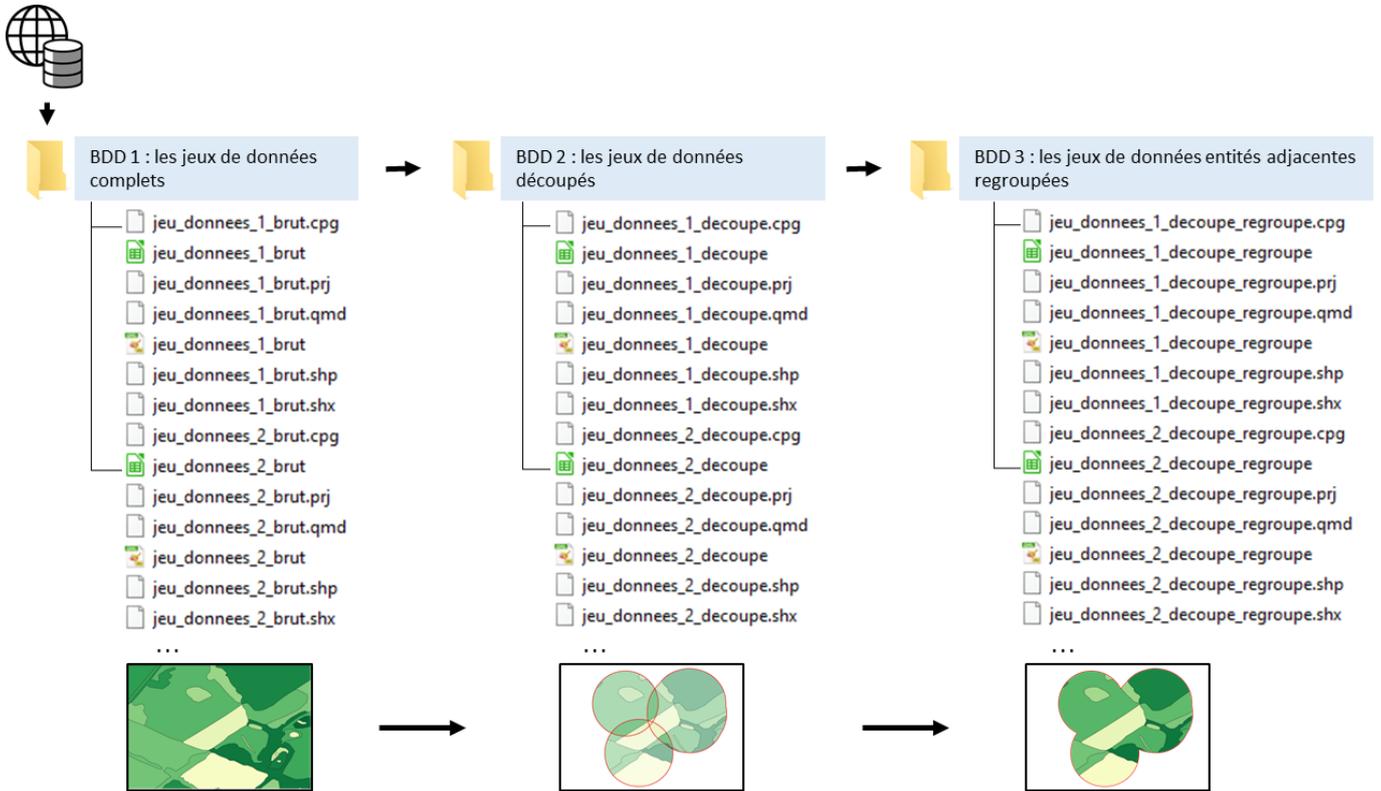


Figure 18. Arborescence SIG : les bases de données générées

Représentation des résultats

Pour récapituler

Le livrable final le plus adapté à ce travail est l'**atlas cartographique**, accompagné de quelques paramètres statistiques. Grâce aux traitements réalisés sous SIG, ces résultats peuvent être facilement produits à 2 niveaux :

- **local**, à l'échelle de la zone d'étude, afin d'avoir le détail du contexte écologique par thématique
- et **global**, à l'échelle de l'ensemble des sites, avec des indicateurs globaux permettant d'apprécier les enjeux environnementaux à l'échelle du groupe.

En plus de ces supports de présentation des données et résultats, une **base de données** peut être constituée suite aux téléchargements et traitements des couches de données, et peut intégrer le SIG de la structure.



5. Limites et perspectives

5.1. Limites et points de vigilance

La méthode de cartographie des potentialités écologiques de sites internationaux présentée dans ce document contient quelques limites méthodologiques qui sont abordées dans les points suivants, dont il convient de tenir compte lors de l'application de cette méthode (en amont, mais également lors de la communication des résultats) :

La méthode :

- Il s'agit d'un cadre méthodologique générique utilisant des jeux de données généralistes. Cela offre une bonne adaptabilité et transposabilité de la méthode, avec l'avantage de pouvoir convenir à tout territoire d'étude et à une grande diversité de projets. En revanche, c'est justement cet aspect standardisé et généraliste de la méthode qui est à considérer lors de son utilisation : l'analyse qu'elle délivre demeure de fait générale, et ne considère pas forcément la singularité et les spécificités de chaque projet pour lesquels elle est utilisée. Pour pallier à cela, quelques points sur la transposabilité et l'amélioration de la méthode sont évoqués dans la partie suivante (5.2. Perspectives). De plus, il est à noter qu'il s'agit d'une méthode mondiale, mobilisant des jeux de données à grande échelle, servant à étudier *in fine* des sites à une échelle très locale. Cela implique d'être vigilant quant à l'interprétation des données ; bien qu'une attention particulière ait été portée sur la résolution spatiale des jeux de données lors de la phase de sélection des données.
- L'analyse du contexte écologique du territoire des sites d'implantation sur la base des jeux de données publiques et mobilisables aboutit à une identification des potentialités écologiques. Ces dernières ne doivent pas être confondues avec les enjeux écologiques réels au sein des sites (ou des périmètres adjacents aux sites), qui nécessitent une mise à disposition et une intégration de données d'inventaires produites à l'échelle locale (sur sites et territoire d'implantation).
- Cette identification des potentialités écologiques permet de définir des pistes prioritaires de préservation, de restauration ou de gestion de certaines caractéristiques écologiques au sein des sites qui peuvent constituer des bases pour l'élaboration d'un plan d'action biodiversité. Cependant, ces plans d'actions doivent être affinés avec des préconisations répondant aux enjeux écologiques réels du site qui sont identifiés à l'aide d'inventaires de la biodiversité.
- Les résultats de l'analyse cartographique de chaque site ne doivent pas être comparés avec les résultats d'un autre site. Ce cadre méthodologique n'a donc pas vocation à établir des comparaisons entre les potentialités écologiques des sites.

Les jeux de données : bien que sélectionnés dans une démarche rigoureuse et une volonté de cohérence, les jeux de données retenus pour cette méthode demeurent hétérogènes sur plusieurs plans : les dates et méthodes d'acquisition des données, les résolutions spatiales, les producteurs de données, etc. Tous les jeux de données ne délivrent pas le même niveau d'information, avec la même fiabilité, et ne sont par conséquent pas comparables entre eux.

Ces résultats dépendent donc de la précision et la finesse de ces bases de données. En fonction de celles-ci, il peut y avoir :

- Des décalages mineurs entre les périmètres de certains éléments, ce qui peut entraîner des surestimations ou sous-estimations de certains indicateurs.
- Quelques différences entre la nature attribuée à un objet dans une couche cartographique et la réalité sur le terrain, p. e. un secteur noté avec un mode d'occupation du sol qui n'est pas exactement celui qui est réellement présent sur site (par erreur, par changement, etc.).

Se référer aux fiches "jeux de données" pour plus de détails sur les limites de chaque jeu de données (Annexe 2).

⚠ **Les licences des jeux de données** : comme beaucoup de données disponibles en ligne, les jeux de données proposés par cette méthode sont sous licence d'utilisation et de diffusion. Les licences définissent le cadre de réutilisation, de modification, et de partage de données. Elles peuvent être libres ou restrictives. Sur les 17 jeux de données sélectionnés, 10 font l'objet d'une restriction d'usage stricte (Tableau 3). Il est fondamental de consulter les conditions d'utilisation de ces jeux de données avant toute manipulation. Souvent, ces licences font la mention d'une interdiction d'usage commercial des données. Ainsi, aucune donnée présentée dans ce document ne peut faire l'objet d'une utilisation commerciale sans l'autorisation écrite préalable des producteurs de données.

Se référer à la Bibliographie afin de contacter les producteurs de données si nécessaire.

Les zones d'étude :

- Le bon fonctionnement des outils de croisement et de calcul dépend de la bonne structure et l'homogénéisation de ces dernières. L'utilisateur doit veiller à une bonne mise en forme du SIG des sites à analyser avant toute analyse.
- Ce cadre méthodologique est applicable pour des groupes de sites avec une localisation à l'échelle mondiale. Pour des analyses sur un ensemble de sites à une échelle supranationale (un continent en particulier) voire nationale ou régionale, d'autres jeux des données et d'autres choix méthodologiques différents de ceux proposés dans ce document peuvent s'avérer plus pertinents.
- Lors de la constitution de la couche des zones d'études, le choix d'avoir fusionné les tampons des sites géographiquement adjacents peut être questionné, car cette opération empêche la production de résultats à l'échelle de chaque site (dans le cas où plusieurs sites sont regroupés ensemble). Par exemple si les zones d'étude n°1 et n°2 forment une grande zone d'étude n°3, les analyses cartographiques seront produites pour la zone n°3 uniquement, et les résultats des zones n°1 et 2 ne seront pas accessibles.

Ce document présente un prototype de la méthode qui a été soumis à quelques tests, mais qui nécessite un déploiement sur d'autres groupes de sites, afin d'étendre ces tests à d'autres contextes. Suite aux retours d'expérience, cette méthode pourrait être amenée à évoluer, ce qui entraînerait des modifications de cette version.

5.2. Perspectives

5.2.1. Transposition et adaptation du cadre méthodologique à d'autres projets

- **Les jeux de données** : cette méthode ayant vocation à être appliqué à des sites de diverses natures, le groupe de jeux de données proposé peut être modifié et complété selon les besoins. En effet, la sélection proposée dans cette méthode a notamment été basée sur l'activité d'une entreprise industrielle française exploitant des sites sur tous les continents. Il est possible que d'autres projets nécessitent la mobilisation d'autres jeux de données sur des thématiques propres à celui-ci (données sur les oiseaux, ou les sols, par exemple), ou au contraire écarter des jeux de données jugés non nécessaires pour le projet (comme les habitats marins, par exemple).

- **Le système de projection et de coordonnées (SCR) :**

En cas de sites concentrés dans une (ou quelques) partie-s du monde

Deux démarches méthodologiques ont été évoquées en partie 2.3.3. quant à la problématique des SCR : une solution locale et une solution globale. Dans le cadre de cette méthode, la solution globale a été jugée plus

pertinente, mais en fonction des projets, la **solution locale** peut s'avérer plus adaptée. C'est notamment le cas si les sites d'activités étudiés sont plutôt concentrés dans une région géographique du monde (ou peu de régions géographiques différentes), permettant alors un travail de recherche des zones UTM et de reprojection des couches de données réalisables. Ce choix dépend de la répartition géographique des sites, donc, mais aussi de la quantité de données spatiales à traiter, des besoins et finalités de la cartographie, et du temps et des ressources disponibles.

En cas de choix de la solution globale

Dans le cas de la solution globale, le SCR Mercator WGS 84 a été conseillé. Toutefois, en fonction des projets et des objectifs de la cartographie voulue, d'autres SCR peuvent être choisis (cf. les quelques propositions en partie 2.3.2.).

En effet, si la projection de Mercator a l'avantage de permettre une application simple et facilement transposable du cadre méthodologique, d'autres SCR peuvent être plus appropriés pour analyser des surfaces, notamment les **projections équivalentes** aux projections conformes.

En cas de sites situés aux latitudes élevées

La projection de Mercator doit notamment être changée si des sites se situent -voire se concentrent majoritairement- à proximité des pôles, où cette projection présente le plus de défauts. Si elle est acceptable pour des projets dont l'emprise spatiale recouvre les latitudes équatoriales, tropicales et tempérées ; elle devient inadaptée dans les régions subpolaires et polaires.

- **Les zones d'étude :**

La dimension des tampons

Le rayon définit pour constituer les zones d'étude a été fixé à 5 km, afin de prendre en compte l'environnement proche des sites, et pouvoir resituer leurs potentialités écologiques dans un contexte local et limiter les effets de bord. Toutefois, cette distance peut être adaptée à chaque projet, en fonction de l'ordre de grandeur des périmètres de sites initiaux, du type et de l'intensité de l'activité exercée dans ces sites (notion d'impacts environnementaux possibles) et à nouveau, des objectifs de la cartographie.

La fusion des zones d'études

Concernant le regroupement des zones d'étude adjacentes, elle est proposée dans les cas où des zones d'étude se chevauchent partiellement, voire totalement. Cependant, cette étape peut être contournée si jugée non nécessaire ; cela permettra, comme évoqué précédemment (cf. partie 5.1.), d'obtenir des résultats site par site au lieu des résultats pour le regroupement des tampons.

5.2.2. Poursuite du travail cartographique

- **Actualisation** : la cartographie des potentialités écologiques peut être actualisée au fil du temps, selon les besoins et les mises à jour propres à chaque jeu de données. Cette actualisation du projet SIG implique de réitérer les croisements cartographiques et recalculer les métriques. Ces réitérations peuvent concerner les mises à jour des jeux de données proposés dans ce cadre méthodologique, ainsi que l'ajout de nouveaux jeux de données pertinents (voire le remplacement des jeux de données actuels) qui pourraient émerger dans le futur. Pour ce qui est des mises en page, si elles sont calées sur des trames modèles et réalisées de manière automatisée par le logiciel de SIG (ce que permet la fonction "atlas" de QGIS, par exemple), cette étape ne nécessitera pas de travail supplémentaire.
- **Diffusion** : les résultats de ce travail cartographique ont vocation à être partagés afin de porter à connaissance les enjeux écologiques prenant place sur des sites de la structure. Pour une bonne compréhension et communication des résultats, il est important de réfléchir au choix de diffusion. Par exemple :

- partage des cartes et des analyses au moyen de [documents PDF](#) ;
 - mise en place d'un [webinaire](#) pour expliquer la démarche, la méthode, présenter les résultats et échanger des moyens d'appropriation des résultats pour l'amélioration de la gestion de la biodiversité sur le foncier ;
 - mettre les résultats à disposition des équipes sur une [plateforme interactive](#) de visualisation.
- **Approfondissement** : comme évoqué en début de document, ce travail constitue un premier socle de connaissances sur le contexte écologique de sites d'activités économiques. Il délivre un aperçu général sur le plan environnemental et met en lumière, de manière partielle, les principales potentialités écologiques. Afin de prendre plus de sens du point de vue de la biodiversité et de s'ancrer dans une réalité plus locale, il est recommandé que ce travail soit approfondi et enrichi par des travaux plus fins et à échelle locale, avec par exemple la [mobilisation de jeux de données de couverture continentale, voire nationale ou régionale](#). En effet, pour les besoins de cette méthode générique, seuls des jeux de données d'emprise mondiale ont été retenus ; mais d'autres jeux de données peuvent être ajoutés, tant que ces derniers recouvrent l'intégralité de la zone de répartition des sites étudiés, pour des résultats homogènes sur l'ensemble des sites.

Limites et perspectives

Pour récapituler

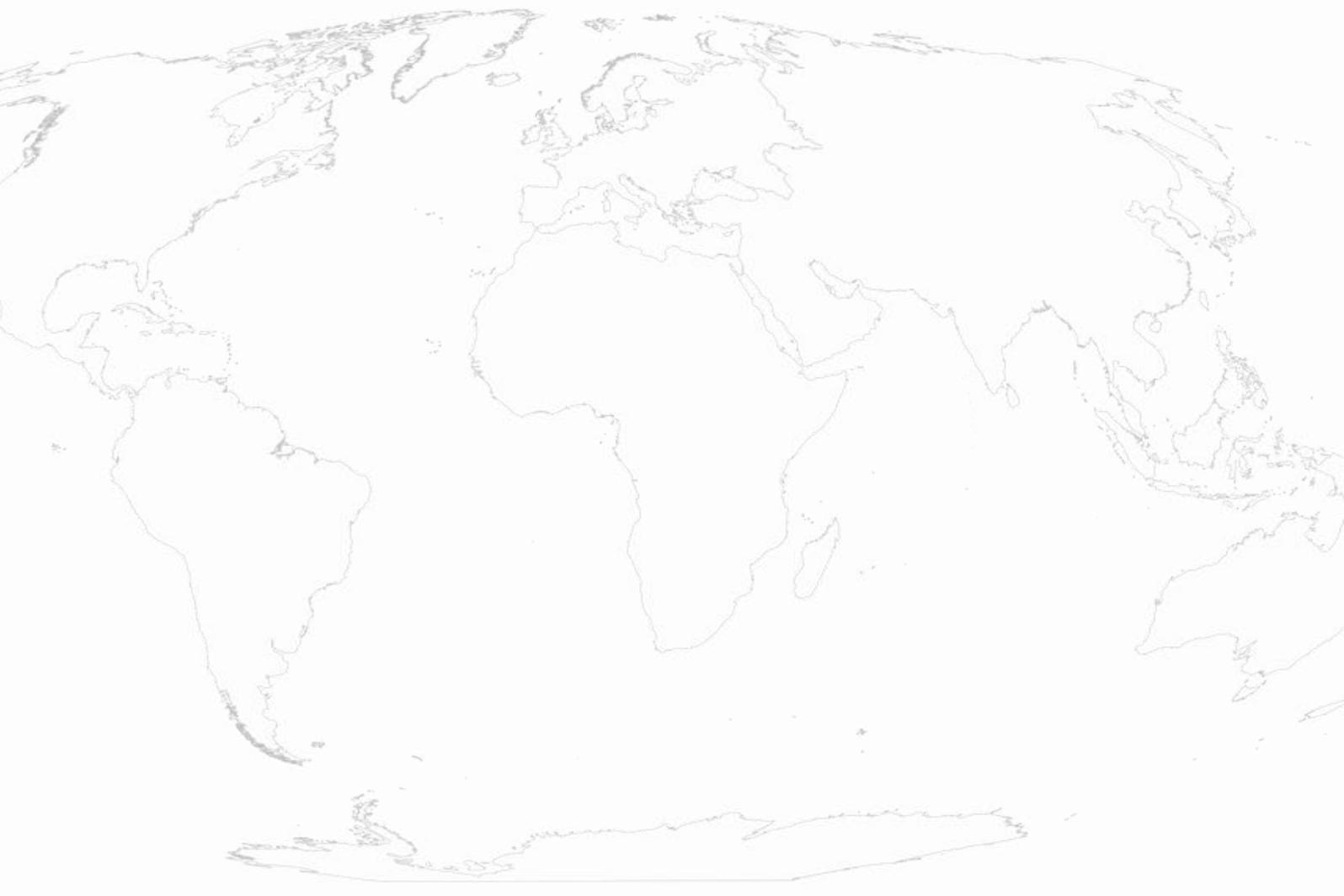
Plusieurs points de vigilance sont à garder à l'esprit tout au long de l'exécution du cadre méthodologique, mais aussi lors de la diffusion des résultats :

- Une **méthode globale** pour une application locale
- Une **méthode généraliste** pour une grande diversité de projets d'application
- Des **jeux de données** hétérogènes
- Des **licences** d'utilisation restrictives des jeux de données
- La création de **zones d'étude** simplifiées et la non-comparaison des résultats entre sites

La méthode détaillée dans ce document se veut générique et transposable. Ainsi, pour une application plus spécifique et personnalisée, plusieurs paramètres peuvent être adaptés :

- La **sélection des jeux de données** mobilisés pour les croisements cartographiques
- **Le/les SCR** et la méthode (locale ou globale) pertinents pour la projection des jeux de données
- La dimension et la configuration des **zones d'étude**

Le travail mené pourra ensuite être **diffusé** via différents outils de communication, **actualisé** au fil du temps, et **approfondi** grâce à des données plus locales (si possible) afin de rendre les résultats encore plus précis et justes.



Bibliographie

Documentation

ArcGIS Pro, (s.d.). *Tools reference, Buffer (Analysis)*. Lien URL : <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/analysis/buffer.htm> ; consulté en juillet 2023.

ESRI, (s.d.). *Documentation ArcGIS Pro. Projection de Winkel Tripel*. Lien URL : <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/help/mapping/properties/winkel-tripel.htm> ; consulté en mars 2023.

Forero, S., (2021). *Évaluation cartographique du niveau de potentialités écologiques des sites des partenaires (CARPO). Cadre méthodologique V0*. UAR PATRINAT, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 68 pages.

IRD, (2023). *Définitions : Qu'est-ce qu'un dataset / ensemble ou jeu de données ?* Lien URL : https://data.ird.fr/definitions/#Qu%E2%80%99est-ce_qu%E2%80%99un_dataset_ensemble_ou_jeu_de_donnees ; consulté en juillet 2023.

Lapaine M., Lynn Usery E., (2014). *Chapitre 9. Projections cartographiques et systèmes de références*. International Cartographic Association. 15 p.

Poorter, L., Craven, D., Jakovac, C. C., Van der Sande, M. T., Amissah L., et al., (2021). *Multidimensional tropical forest recovery*. Science vol 374, Issue 6. DOI:10.1126/science.abh3629. Lien URL : <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abh3629> ; consulté en juillet 2023.

Sillard, P., (2000). *Les projections et référentiels cartographiques*. Institut national de l'information géographique et forestière (IGN). Lien URL : https://www.academia.edu/9499688/LES_PROJECTIONS_ET_R%C3%89F%C3%89RENTIELS_CARTOGRAPHIQUES_Patrick_SILLARD. 61 p.

Références des jeux de données spatiales

BirdLife International, (2021). Key Biodiversity Areas dataset. *Digital boundaries of Key Biodiversity Areas from the World Database of Key Biodiversity Areas*. Developed by the KBA Partnership: BirdLife International, International Union for the Conservation of Nature, American Bird Conservancy, Amphibian Survival Alliance, Conservation International, Critical Ecosystem Partnership Fund, Global Environment Facility, Re:Wild (formerly GWC), NatureServe, Rainforest Trust, Royal Society for the Protection of Birds, Wildlife Conservation Society and World Wildlife Fund. March 2021 Version. Data link: <http://www.keybiodiversityareas.org/kba-data/request>; visited on March 2023.

Bunting P., Rosenqvist A., Lucas R., Rebelo L.M., Hilarides L., Thomas N., Hardy A., Itoh T., Shimada M., Finlayson C.M., (2018). Mangrove dataset. *The Global Mangrove Watch - a New 2010 Global Baseline of Mangrove Extent*. Remote Sensing 10(10): 1669. doi: 10.3390/rs1010669. Paper link: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0179302>; data link: <https://data.unep-wcmc.org/datasets/45>; visited on March 2023.

FAO FOM Forestry Department, (2013). Global Ecological Zones (GEZ) dataset. *Global Ecological Zones (second edition)*. Data link: <https://data.apps.fao.org/map/catalog/srv/eng/catalog.search?id=47105&currTab=simple#/metadata/2fb209d0-fd34-4e5e-a3d8-a13c241eb61b>; visited on March 2023.

Grantham H.S., Duncan A., Evans T.D., Jones K. R., Beyer H. L., Schuster R., Walston J., Ray J. C., Robinson J. G., Callow M., (2020). Forest Landscape Integrity Index (FLII) dataset. *Anthropogenic modification of forests means*

only 40% of remaining forests have high ecosystem integrity. *Nat Commun* 11, 5978 (2020). Paper link: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19493-3>; data link: <https://www.forestlandscapeintegrity.com/download-data>; visited on March 2023.

Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S. V., Goetz S. J., Loveland T. R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C. O., Townshend J. R. G., (2013). Global Forest Change dataset. *High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change*. *Science* 342 (15 November): 850–53. Data link: http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.7.html; visited on March 2023.

Hoffman M., Koenig K., Bunting G., Costanza J., Kristen W.J., (2016). Biodiversity Hotspots dataset (version 2016.1). Developed and supported by Conservation International (CI) and Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF). Data link: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=fb8ec2af7cfc40c7af89d9b7e922d4d8>; visited on March 2023.

IUCN, (2022). IUCN Red List of Threatened Species dataset. Data link: <https://www.iucnredlist.org/resources/spatial-data-download>; visited on March 2023.

Jung M., Dahal P.R., Butchart S.H.M., Donald P.F., De Lamo X., Lesiv M., Kapos V., Rondinini C., Visconti P., (2020). Terrestrial habitat types dataset. *A global map of terrestrial habitat types (Version 004)*. Paper link: <https://www.nature.com/articles/s41597-020-00599-8>; data link: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4058819> ; visited on March 2023.

Mcowen C., Weatherdon L.V., Bochove J., Sullivan E., Blyth S., Zockler C., Stanwell-Smith D., Kingston N., Martin C.S., Spalding M., Fletcher S., (2017). Saltmarshes dataset. *A global map of saltmarshes (v6.1)*. *Biodiversity Data Journal* 5: e11764. Paper link: <https://doi.org/10.3897/BDJ.5.e11764>; data link: <https://doi.org/10.34892/07vk-ws51>; visited on March 2023.

Natural Earth, (n.d.). Rivers, lake centerlines, lakes and reservoirs dataset. Data link: <https://www.naturalearthdata.com/downloads/10m-physical-vectors/>; visited on March 2023.

Noon M., Goldstein A., Ledezma J.C., Roehrdanz P., Cook-Patton S.C., Spawn-Lee S.A., Wright T.M., Gonzalez-Roglich M., Hole D.G., Rockström J., Turner W.R., (2021). Irrecoverable carbon dataset. *Mapping the irrecoverable carbon in Earth's ecosystems*. Paper link: <https://www.nature.com/articles/s41893-021-00803-6>; Data link: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4091029>; visited on March 2023.

The Nature Conservancy, (2012). Marine Ecoregions dataset. *Marine Ecoregions and Pelagic Provinces of the World*. GIS layers developed by The Nature Conservancy with multiple partners, combined from Spalding et al. (2007) and Spalding et al. (2012). Cambridge (UK): The Nature Conservancy. DOIs: 10.1641/B570707; 10.1016/j.ocecoaman.2011.12.016. Data link: <https://data.unep-wcmc.org/datasets/38>; visited on March 2023.

UNEP-WCMC, IUCN, (2023). WDPA dataset. Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) and World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM), Cambridge, UK: UNEP-WCMC and IUCN. Data link: <https://www.protectedplanet.net/>; visited on March 2023.

UNEP-WCMC, Short FT, (2021). Seagrasses dataset. *Global distribution of seagrasses (version 7.1)*. Seventh update to the data layer used in Green and Short (2003). Cambridge (UK): UN Environment World Conservation Monitoring Centre. Data link: <https://doi.org/10.34892/x6r3-d211>; visited on March 2023.

UNEP-WCMC, WorldFish Centre, WRI, TNC, (2021). Coral reefs dataset. *Global distribution of warm-water coral reefs, compiled from multiple sources including the Millennium Coral Reef Mapping Project (version 4.1)*. Includes contributions from IMaRS-USF and IRD (2005), IMaRS-USF (2005) and Spalding et al. (2001). Cambridge (UK): UN Environment World Conservation Monitoring Centre. Data link: <https://doi.org/10.34892/t2wk-5t34>; visited on March 2023.

Venter O., Sanderson E.W., Magrath A., Allan J.R., Beher J., Jones K.R., Possingham H.P., Laurance W.F., Wood P., Fekete B.M., Levy M.A., Watson J.E.M., (2016). Global Human Footprint dataset. *Global terrestrial Human Footprint maps for 1993 and 2009*. Dryad, data link: <https://doi.org/10.5061/dryad.052q5>; visited on March 2023.

WWF, (2004). Global Lakes and Wetlands dataset. Paper link: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169404001404>; data link: <https://www.worldwildlife.org/pages/global-lakes-and-wetlands-database>; visited on March 2023.

Annexe 1 : Trame du tableau multicritère des jeux de données

Fields	Content	Example
Name	Dataset name	Forest Landscape Integrity Index
Producer/provider	Name of authors or name of the scientific structure	Grantham H.S., <i>et al.</i>
Prioritization	Ranking of the interest of the dataset for the project (from A: major interest, to D: minor interest or to be excluded)	A
Theme	Topic of the dataset	Forest. Score assigned to each forest pixel, from the lowest integrity (0) to the most intact (10).
Overview	Abstract of the dataset (content, method, etc.)	FLII corresponds to the global forest extent in 2000, with the addition of indicators of human pressure and alteration of forest connectivity. By combining these parameters, a score is assigned to each pixel, the FLII, on a scale from 0 (lowest integrity) to 10 (most intact).
Geographical extent	Region of the world covered by the dataset (country/continent/world)	World
Release date	Date of publication/update of the dataset or associated paper. Date indicated by the recommended bibliographic reference.	2020
Data date	Date of acquisition of the data contained in the GIS layer.	2000
Update and time reference	Information relating to the date of creation of the dataset and the announced frequency of its updates.	Not yet effective. "The index we provide here could be easily updated annually and utilized by nations as a way to report the state of their forests" (cf. paper)
Spatial resolution	Provides information about the spatial detail of the map (corresponds to the actual size of the smallest element represented in the dataset).	300 m
Coordinate reference system	Native coordinate system and map projection of the dataset	EPSG:4326 - WGS 84
Acquisition /production method	How the data is produced. Production: data created from scratch Compilation: gathering and collating existing data Modification: reworking/adapting existing data Modelling: data creation based on remote sensing products and automated learning	Compilation and modification Based on four data sets were combined representing: (i) forest extent (2019, Université de Maryland, Global Forest Change); (ii) 'observed' pressure from high impact, localized human activities for which spatial datasets exist, specifically: infrastructure, agriculture, and recent deforestation; (iii) 'inferred' pressure associated with edge effects, and other diffuse processes; iv) anthropogenic changes in forest connectivity due to forest loss.
Internet address	Internet link(s) presenting the dataset (website, scientific paper, viewer)	Viewing: https://www.forestlandscapeintegrity.com/ Article: https://www.nature.com/articles/s41467-020-19493-3
Accessibility	Link to the dataset download platform (if different from the previous field)	Downloading: https://www.forestlandscapeintegrity.com/download-data
Guide/user manual/metadata	Availability of a user guide and metadata documents, and links to access them	Yes. https://www.nature.com/articles/s41467-020-19493-3
Licence	Licence and constraints on the use/dissemination of the data as stated by the producer/supplier of the data	Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). "You are free to: share (copy and redistribute the material in any medium or format) and adapt (remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially)
Avantages	Identification of the particular advantages of the dataset for the work	/
Limits	Identification of the limitations, defects and constraints of the dataset for the work	Small Google Form to fill out to access the data Drive (surname, first name, institution, email)
Note	Free comment space	/
Indicator	Relevant indicator for qualifying/quantifying data in the context of cross-mapping. Can be used for analysis.	Area (ha)
Quotation	Citation of the dataset and/or associated scientific paper recommended by the data producer/provider	Grantham, H.S., Duncan, A., Evans, T.D. et al. Anthropogenic modification of forests means only 40% of remaining forests have high ecosystem integrity. <i>Nat Commun</i> 11, 5978 (2020). https://doi.org/10.1038/s41467-020-19493-3
Type	GIS data type (vector, raster)	Raster
Format	Data format (TIF, shp, gpkg, etc.)	TIF
File, download, processing	Configuration of the dataset (several layers for example), indication on the file sizes, comments on downloading (difficult, long, heavy, or not), and any processing required to be able to read/use it	/
Data collecting	Procurement status (downloaded or not)	Downloaded
Use/processing	Processing and modifications applied to the parent data (especially GIS processing)	Extraction of data (clipped according to study area perimeters)

Mapping user guide annexes

Global mapping of ecological potential

Database identity sheets



Dataset Global Ecological Zones

Description

The Global Ecological Zones (GEZ) recognize **19 ecological zones**, which refer to the **main large-scale biomes**, based on **climate and vegetation**, similar to the Köppen-Trewartha climatic groups. The GEZ classification and maps categorize FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) forest statistics into broad forest types, gathered in five major domains : tropical, subtropical, temperate, boreal, and polar. An Ecological Zone is defined as “*a zone or area with broad yet relatively homogeneous natural vegetation formations, similar (not necessarily identical) in physiognomy*” (Rakonczay Z., 2002).

The GEZ were obtained by compiling several datasets, whose sources by continent can be found in the FAO report (FAO FOM Forestry Department, 2013).

Producer/supplier	FAO FOM Forestry Department
Theme	Ecoregions
Data date and update	2010, no update announced
Spatial resolution	From 1:15 000 000 to 1:1 500 000
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Compilation & modification
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Commercial use prohibited
Internet link	https://data.apps.fao.org/map/catalog

Limitations

The GEZ classification is a **general typology**, which doesn't take into account all aspects of the local climate and vegetation. It is therefore advisable to supplement the analysis with other sources specific to the region under study, such as local meteorological data or regional climatic zoning.

Analysis

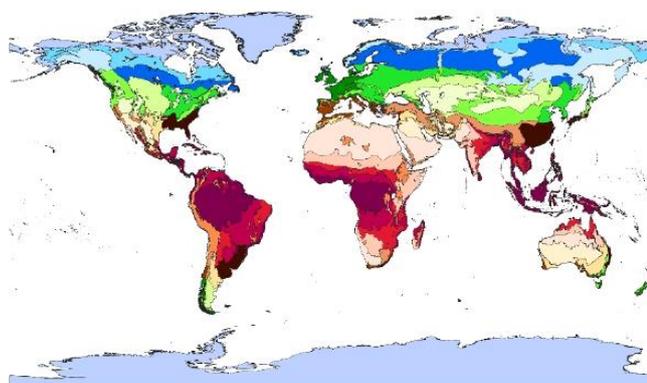
The data layer only provides the names and geographical extent of the GEZs. The FAO report provides additional information, such as the **GEZ criteria**, which are equivalent to Köppen-Trewartha Climatic groups and types, in combination with vegetation physiognomy and one orographic zone within each domain. Recognizing the ecological zone of a site helps to understand the major climatic and ecological trends in which it fits.

- **Biodiversity.** Climate has a direct influence on the biodiversity of a site. By grasping the climatic conditions, it can be possible to interpret local ecosystems, the species that live there and the threats they face.
- **Climate change.** Understanding a site's climate helps to anticipate and adapt to climate change (implementing conservation measures that take into account the challenges related to variations in temperature, rainfall, wind, etc).

For each study area, simply **identify the GEZ** to which it belongs, and refer to the descriptions in the article to

Legend

Water	Boreal mountain system
Subtropical desert	Boreal tundra woodland
Subtropical steppe	Boreal coniferous forest
Subtropical mountain system	Polar
Subtropical dry forest	Tropical desert
Subtropical humid forest	Tropical shrubland
Temperate desert	Tropical mountain system
Temperate steppe	Tropical dry forest
Temperate mountain system	Tropical moist forest
Temperate continental forest	Tropical rainforest
Temperate oceanic forest	



Global Ecological Zones (FAO, 2010)

Dataset **Marine Ecoregions**

Description

This dataset from the Ocean database combines two separately published datasets: the “Marine Ecoregions Of the World” (MEOW) and the “Pelagic Provinces Of the World” (PPOW). For the purposes of this study, only MEOW data are used, as they relate to marine waters close to continents. Indeed, the regions aim to capture generic patterns of biodiversity across habitats and taxa, with regions extending from the coast (intertidal zone) to the 200 m depth contour. The classification was partly derived from existing classifications.

The MEOW dataset shows a biogeographic classification of the world's coastal and continental shelf waters, following a nested hierarchy of realms, provinces and ecoregions. It describes 232 ecoregions, which lie within 62 provinces and 12 large realms (see list on the next page).

Producer/supplier	The Nature Conservancy
Theme	Ecoregions
Data date and update	2012, no update announced
Spatial resolution	Not defined
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Production & compilation
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Internet link	https://data.unep-wcmc.org/datasets/38

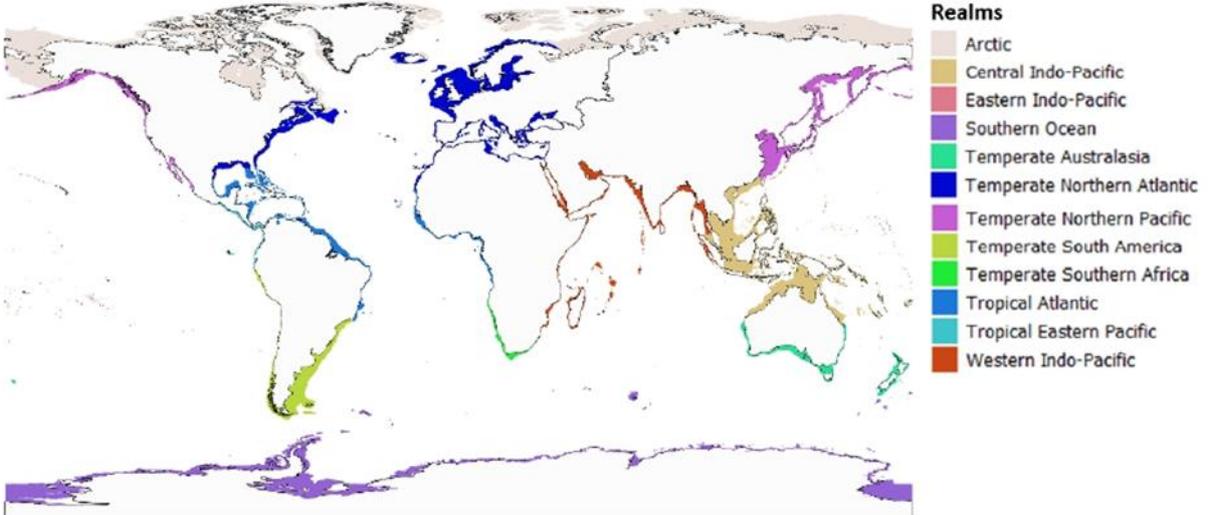
Geographic information fields

In the vector layer “ECOREGION”, “REALM” and “PROVINCE” fields describe each marine ecoregion.

- A realm is the broadest level of classification in the MEOW dataset. Realms represent large and distinct oceanographic regions based on factors such as ocean temperature, salinity, and productivity.
- Provinces are the next level of classification, providing a more detailed subdivision within each realm. Provinces are based on additional factors such as biogeography, species composition, and oceanographic features.
- Ecoregions are the finest level of classification. Ecoregions represent distinct ecological units within provinces, characterized by specific species compositions and ecological processes.

Analysis

This dataset complets the Global Ecological Zones (GEZ dataset), in order to also characterize coastal sites in terms of the global biogeographic context and the ecological patterns. For each study area, simply **identify the marine ecoregion** to which it belongs.



Marine Ecoregions (MEOW) (The Nature Conservancy, 2012)

Realms and provinces	Number of ecoregions		
Arctic	19	Lusitanian	3
Arctic	19	Mediterranean Sea	7
Central Indo-Pacific	40	Northern European Seas	7
Eastern Coral Triangle	4	Warm Temperate Northwest Atlantic	2
Java Transitional	2	Temperate Northern Pacific	17
Lord Howe and Norfolk Islands	1	Cold Temperate Northeast Pacific	6
Northeast Australian Shelf	2	Cold Temperate Northwest Pacific	6
Northwest Australian Shelf	2	Warm Temperate Northeast Pacific	3
Sahul Shelf	4	Warm Temperate Northwest Pacific	2
South China Sea	3	Temperate South America	15
South Kuroshio	1	Juan Fernandez and Desventuradas	1
Sunda Shelf	4	Magellanic	5
Tropical Northwestern Pacific	4	Tristan Gough	1
Tropical Southwestern Pacific	5	Warm Temperate Southeastern Pacific	4
Western Coral Triangle	8	Warm Temperate Southwestern Atlantic	4
Eastern Indo-Pacific	12	Temperate Southern Africa	5
Central Polynesia	3	Agulhas	2
Easter Island	1	Amsterdam-St Paul	1
Hawaii	1	Benguela	2
Marquesas	1	Tropical Atlantic	25
Marshall, Gilbert and Ellis Islands	2	Gulf of Guinea	6
Southeast Polynesia	4	North Brazil Shelf	2
Southern Ocean	21	St. Helena and Ascension Islands	1
Continental High Antarctic	6	Tropical Northwestern Atlantic	9
Scotia Sea	5	Tropical Southwestern Atlantic	5
Subantarctic Islands	7	West African Transition	2
Subantarctic New Zealand	3	Tropical Eastern Pacific	11
Temperate Australasia	17	Galapagos	3
East Central Australian Shelf	2	Tropical East Pacific	8
Northern New Zealand	3	Western Indo-Pacific	25
Southeast Australian Shelf	3	Andaman	3
Southern New Zealand	4	Bay of Bengal	2
Southwest Australian Shelf	3	Central Indian Ocean Islands	2
West Central Australian Shelf	2	Red Sea and Gulf of Aden	3
Temperate Northern Atlantic	25	Somali/Arabian	4
Black Sea	1	West and South Indian Shelf	2
Cold Temperate Northwest Atlantic	5	Western Indian Ocean	9

Dataset **Biodiversity Hotspots**

Description

Biodiversity hotspots are regions characterized both by exceptional levels of plant endemism and serious levels of habitat loss. These are Earth’s most biologically rich -yet threatened - terrestrial regions. To qualify as a biodiversity hotspot, an area must meet two strict criteria (CEPF, 2023):

- Contain at least 1,500 species of vascular plants found nowhere else on Earth (known as "endemic" species).
- Have lost at least 70 percent of its original surface area.

The definition of these hotspots makes it possible to identify the major regions of the world where biodiversity issues are particularly high, and in fact where conservation action is a priority.

Producer/supplier	Hoffman, M. <i>et al.</i>
Theme	Biodiversity areas
Data date and update	2016, no update announced
Spatial resolution	Not defined
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Production
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Unrestricted use (CC BY 4.0)
Internet link	https://zenodo.org/record/3261807#.YTd8_I4zaUn

Developed in 1988 at the University of Oxford by Normand Myers’ team, the concept of biodiversity hotspots was then taken up by the NGO Conservation International (CI), which expanded its outlines and popularized it for funders (Geoconfluences, 2023). Thus, the Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF) is today the conservation funder for 25 of the 36 hotspots (see list on next page).

Analysis

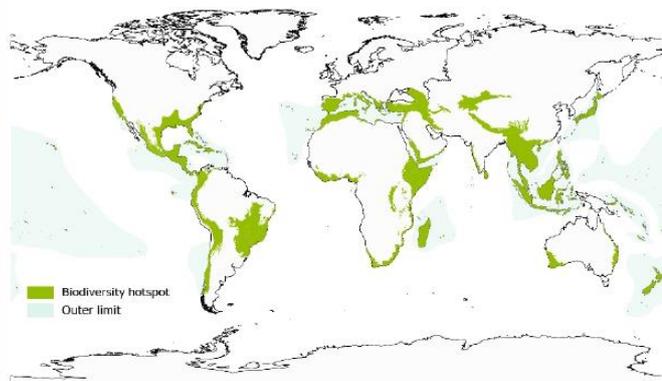
The vector layer consists of 2 types of entities:

- the “hotspot areas”: they refer to the 36 official biodiversity hotspots, and
- the “outer limits”: correspond to the geographical extension of these official areas, in order to include the insular environment in the biodiversity hotspot they belong to.

This dataset is used to identify which study areas are located within a biodiversity hotspot, thus areas very likely to host important biodiversity levels that need to be preferentially preserved, managed and restored or with particularly strong global environmental issues. For each study area concerned by the dataset, **identify the intersected biodiversity hotspot** and refer to the descriptions on the website to identify local biodiversity, the history of the area, the links between biodiversity and human societies, or planned management objectives (<https://www.cepf.net/node/1996>).

Limitations

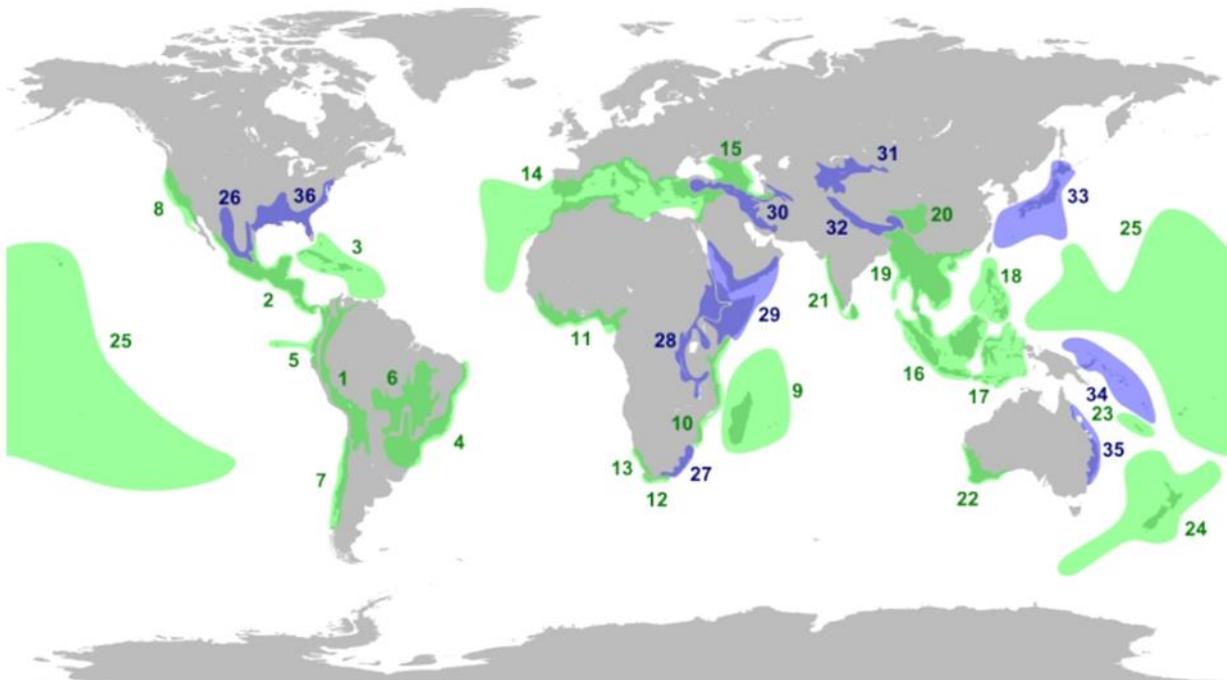
These zoning allows to identify major areas of global interest. In fact, there are a multitude of **other locations** not identified by this mapping where biodiversity issues are also very high (because criteria or scale of analysis are different for example). Thus, the fact that a site is not located in a global biodiversity hotspot does not mean that it is not linked to a rich biodiversity or a strong threat, or that it holds a reduced environmental interest.



Biodiversity Hotspots (Hoffman, M. et al., 2016)

List of 36 Biodiversity Hotspots:

1. The Tropical Andes
2. Mesoamerica
3. The Caribbean Islands
4. The Atlantic Forest
5. Tumbes-Chocó-Magdalena
6. The Cerrado
7. Chilean Winter Rainfall-Valdivian Forests
8. The California Floristic Province
9. Madagascar and the Indian Ocean Islands
10. The Coastal Forests of Eastern Africa
11. The Guinean Forests of West Africa
12. The Cape Floristic Region
13. The Succulent Karoo
14. The Mediterranean Basin
15. The Caucasus
16. Sundaland
17. Wallacea
18. The Philippines
19. Indo-Burma
20. The Mountains of Southwest China
21. Western Ghats and Sri Lanka
22. Southwest Australia
23. New Caledonia
24. New Zealand
25. Polynesia and Micronesia
26. The Madrean Pine-Oak Woodlands
27. Maputaland-Pondoland-Albany
28. The Eastern Afromontane
29. The Horn of Africa
30. The Irano-Anatolian
31. The Mountains of Central Asia
32. Eastern Himalaya
33. Japan
34. East Melanesian Islands
35. The Forests of East Australia
36. North American Coastal Plain



Mapping user guide annexes

Global mapping of ecological potential

Dataset identity sheets



Dataset

WDPA: Word Database On Protected Areas

Description

The World Database on Protected Areas (WDPA) is the most comprehensive global database of marine and terrestrial protected areas.

According to the International Union for Conservation of Nature (IUCN) “a protected area is a clearly defined geographical space, recognized, dedicated and managed, through legal or other effective means, to achieve the **long-term conservation of nature** with associated **ecosystem services and cultural values.**” (Dudley 2008)

Data for protected area (PA) records in the WDPA have been obtained from nearly 500 sources, and are referenced according to their **IUCN management category** (international standard levels of nature protection for classifying protected areas, more or less restrictive in terms of regulations, according to their management objectives).

Producer/supplier	UNEP-WCMC (ONU) and IUCN
Theme	Biodiversity areas
Data date and update	2023, monthly update
Spatial resolution	Variable*
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Compilation
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Internet link	https://www.protectedplanet.net/en

Preliminary treatments

The WDPA data is delivered in 3 separate vector layers. The data in these layers can be extracted according to the study areas and then merged to form a single layer.

**The data in the WDPA database come from a wide range of sources, often using different scales and techniques to generate their data.*

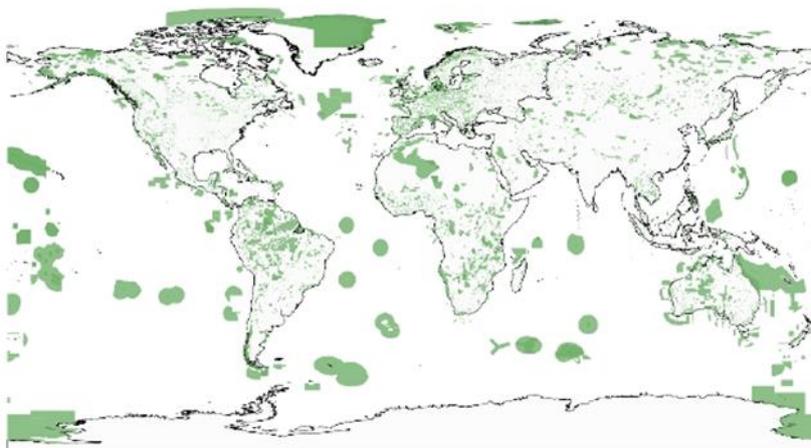
Analysis and indicator

WDPA dataset makes it possible to identify the geographic limits and the number of protected areas within the study zone, where special attention should be paid to avoid impacts or to reinforce synergic management within the site and the PA.

There are several parameters to characterise a site in terms of protected areas: the **number of protected areas** it contains, the **total surface/proportion** of protected areas, the **IUCN categories**(to assess the degree of protection and regulation of the area), the management authority (potential partner to improve management objectives within sites). This baseline information allows to identify no-go areas or restoration opportunities aligned with surrounding PA objectives.

Geographic information fields

- ORIG_NAME: name of the PA submitted by data provider in the original language.
- DESIG_TYPE: PA type designation
- DESIG_ENG: PA type designation, in english
- MANG_AUTH: person or group managing the PA.
- IUCN_CAT: IUCN PA level category
- area_ha: PA surface area within the study zone (indicator to be added)



WDPA and WDOECM (UNEP-WCMC and IUCN, 2023)

Limitations

- Although very complete and regularly updated, this dataset may omit some zoning. It may be useful to cross-reference and complete it with **more local databases on PA**.
- Some PA may lack certain information (IUCN category, management authority, etc.)
- The data providers in this dataset represent a wide range of stakeholders: environmental professionals, institutions, associations, etc. Thus, the spatial resolution and updating of the data may be **quite disparate** from one PA to another.



IUCN Management Categories

Category	Definition of Management Objective
Category Ia Strict Nature Reserve	Strictly protected areas set aside to protect biodiversity and also possibly geological or landform features, where human visitation, use and impacts are strictly controlled and limited to ensure protection of the conservation values. Such protected areas can serve as indispensable reference areas for scientific research and monitoring.
Category Ib Wilderness Area	Protected areas are usually large unmodified or slightly modified areas, retaining their natural character and influence, without permanent or significant human habitation, which are protected and managed so as to preserve their natural condition.
Category II National Park	Protected areas are large natural or near natural areas set aside to protect large-scale ecological processes, along with the complement of species and ecosystems characteristic of the area, which also provide a foundation for environmentally and culturally compatible spiritual, scientific, educational, recreational and visitor opportunities.
Category III Natural Monument/ Feature	Protected areas are set aside to protect a specific natural monument, which can be a landform, sea mount, submarine cavern, geological feature such as a cave or even a living feature such as an ancient grove. They are generally quite small protected areas and often have high visitor value.
Category IV Habitat/Species Management Area	Protected areas aim to protect particular species or habitats and management reflects this priority. Many category IV protected areas will need regular, active interventions to address the requirements of particular species or to maintain habitats, but this is not a requirement of the category.
Category V Protected Landscape/Seascape	A protected area where the interaction of people and nature over time has produced an area of distinct character with significant ecological, biological, cultural and scenic value; and where safeguarding the integrity of this interaction is vital to protecting and sustaining the area and its associated nature conservation/ other values.
Category VI Protected Area with Sustainable Use of Nature Resources	Protected areas conserve ecosystems and habitats, together with associated cultural values and traditional natural resource management systems. They are generally large, with most of the area in a natural condition, where a proportion is under sustainable natural resource management and where low-level non-industrial use of natural resources compatible with nature conservation is seen as one of the main aims of the area.

Dataset **KBA: Key Biodiversity Area**

Description

The Key Biodiversity Areas (KBA) are the most important places in the world for species and their habitats, based on elements of biodiversity across genetic, species and ecosystem levels. KBAs have outstanding ecological integrity, globally important ecosystems or significant populations of animals, fungi and plants. The conservation of KBAs help safeguard the most critical zones for nature.

KBA compiles several datasets: Important Bird and Biodiversity Areas (IBA), Alliance for Zero Extinction sites (AZE), Important Fungus Areas, Important Plant Areas, Prime Butterfly Areas. Among these data, sites qualify as global KBAs if they meet one or more of 11 criteria, clustered into five higher level categories (table).

KBAs are recognised by the International Finance Corporation *Performance Standard 6* and by the Equator Principles as likely Critical Habitat. The *Banks and Biodiversity* coalition recognise KBAs as No-Go areas under their policy area 3. Several banks have developed their own safeguarding standards that recognise KBAs as critical habitat or no-go areas ».

For more information on the links between the private sector and KBAs, see: <https://portals.iucn.org/library/node/47660>

Producer/supplier	BirdLife International
Theme	Biodiversity areas
Data date and update	2014, should be reviewed and updated nationally every 8-12 years
Spatial resolution	Variable*
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Compilation & modification
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Commercial use prohibited
Internet link	https://www.keybiodiversityareas.org/

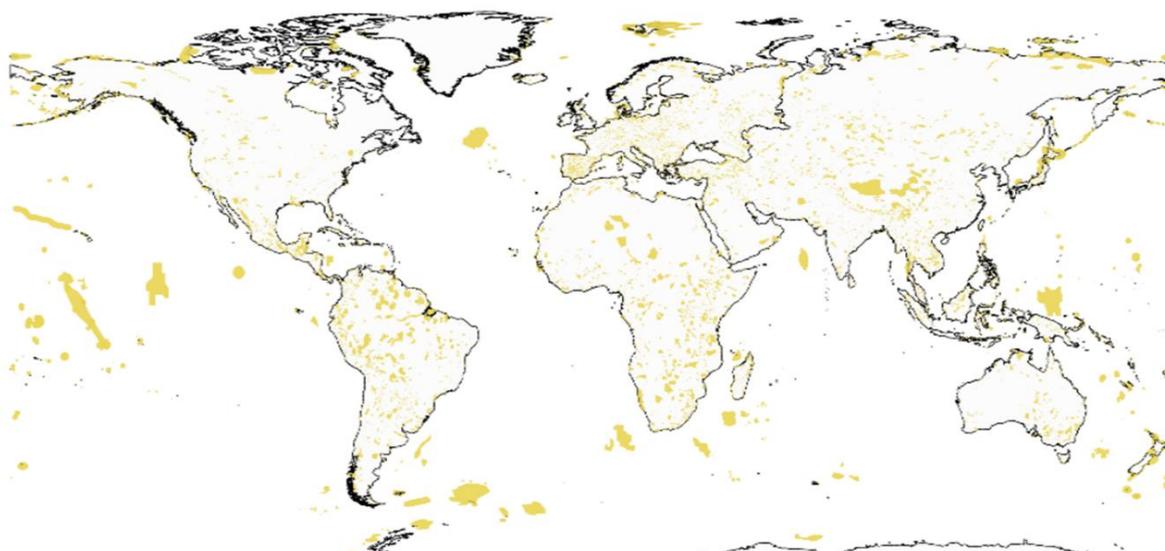
Geographic information fields

- NATNAME: name for Site used nationally
- SOURCE: origin of data
- IBASTATUS: if site is a confirmed IBA
- AZESTATUS: if site is a confirmed AZE

Preliminary step

The data is available for download **on request** and sent by e-mail within a few days.

*The data in the KBA dataset come from a wide range of sources, often using different scales and techniques to generate their data.



(BirdLife International, 2014)

KBA higher level	KBA criteria
A. Threatened biodiversity	Threatened species Threatened ecosystem types
B. Geographically restricted biodiversity	Individually geographically restricted species Co-occurring geographically restricted species Geographically restricted assemblages Geographically restricted ecosystem types
C. Ecological integrity	Sites of ecological integrity
D. Biological processes	Demographic aggregations Ecological refugia Recruitment sources
E. Irreplaceable sites	Irreplaceable sites through quantitative analysis

Analysis

The purpose of the KBAs criteria is to locate and highlight sites that make significant contributions to the global persistence of biodiversity.. The IBAs are used to identify the most favorable areas for the conservation of wild birds; and the AZEs are the sites that hold the last-remaining populations of 1,483 of the Earth's most threatened species. Special attention should be paid to avoid impacts in these areas, where restoration actions or ecological connectivity operations can also take place.

For each study area, calculate the **total area (or proportion) covered by KBA zoning**, then characterize the KBAs by their name, source, and whether they are also identified as IBAs or AZEs.

Limitations

The data providers in this dataset represent a wide range of stakeholders: environmental professionals, institutions, associations, etc. Thus, the spatial resolution and updating of the data may be **quite disparate** from one KBAa to another. Also, the absence of KBAs within the study zones does not mean that the site is in an ecologically poor location.

Dataset **Terrestrial habitats types**

Description

The database "terrestrial habitat types" developed by Martin Jung and his team offers a **mapping of land use, oriented to natural habitats**. Delineated following the IUCN classification scheme, this classification is derived from remote sensing data modelling and based on a global decision tree that intersects the best currently available global data on land cover, climate and land use. For metadata, refer to Jung M. *et al.*, 2020.

The database consists of several layers of data. For the purposes of this study, the most relevant dataset is the global composite image at native 100m Copernicus resolution, level 2 with **82 types of terrestrial habitats** (see table on next page).

There are many definitions of ‘habitat’, but they can broadly be described as the entirety of the physical conditions - including land cover and climate - that enable a species’ population to persist in space and time (Kearney, M., 2006).

Producer/supplier	Jung M., <i>et al.</i>
Theme	Ecosystems
Data date and update	2015, future updates mentioned
Spatial resolution	100 m
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Modelling
Manual/metadata	Yes
Format	Raster (TIF)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Unrestricted use (CC BY 4.0)
Internet link	https://zenodo.org/record/4058819#.Y--h1YSZOUK

Preliminary treatments

Download file entitled “iucn_habitat_classification_composite_lv2_ver004.zip”.

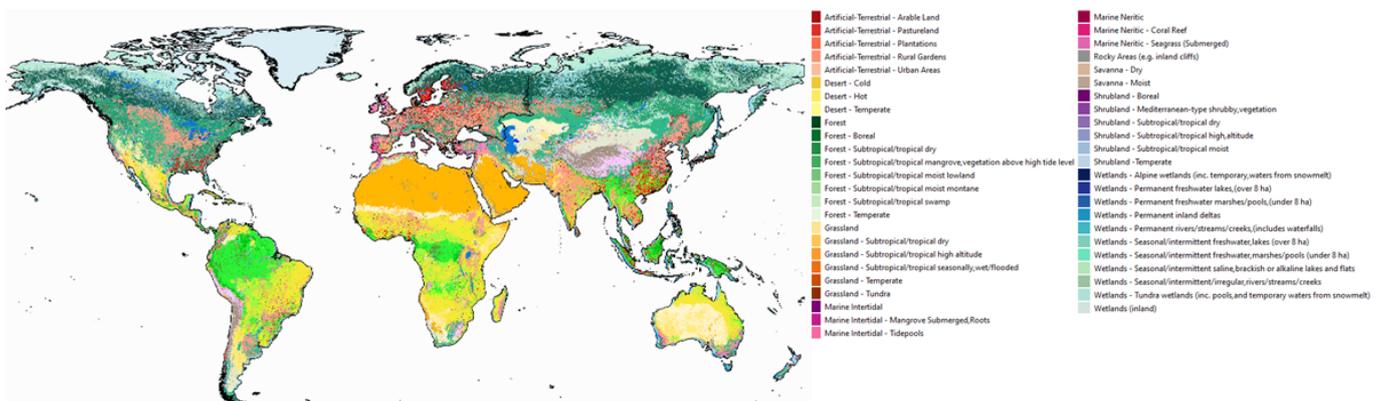
Once downloaded, the data is first clipped according to the perimeter of the study area, then vectorized (in order to minimize the size of the processed files).

Associate the raster pixel values with the legend of the corresponding habitat types (refer to the website).

Analysis

Habitat loss is one of the primary causes of biodiversity decline. There is a strong positive relationship between the extent and intactness of a species’ habitat and its population persistence. Knowledge about species’ habitats is critical to design site biodiversity management plans, conservation planning actions and to track changes on land use.

For each study area, determine the **proportion of area covered by each habitat**.



Terrestrial Habitats types (Jung M., *et al.*, 2015)

Limitations

- Based on spatial image modeling, it is possible that the dataset contains **classification errors** (omission or commission).
- The data layer dates back to 2015, thus change in land use (artificialization of soils, decline/advancement of agriculture, forests, erosion, etc.) can lead to differences in

IUCN habitat typology

Level 1	Level 2
1. Forest	1.1. Boreal
	1.2. Subarctic
	1.3. Subantarctic
	1.4. Temperate
	1.5. Subtropical/tropical dry
	1.6. Subtropical/tropical moist lowland
	1.7. Subtropical/tropical mangrove vegetation above high tide level
	1.8. Subtropical/tropical swamp
	1.9. Subtropical/tropical moist montane
2. Savanna	2.1. Dry
	2.2. Moist
3. Shrubland	3.1. Subarctic
	3.2. Subantarctic
	3.3. Boreal
	3.4. Shrubland –Temperate
	3.5. Subtropical/tropical dry
	3.6. Subtropical/tropical moist
	3.7. Subtropical/tropical high altitude
	3.8. Mediterranean-type shrubby vegetation
4. Grassland	4.1. Tundra
	4.2. Subarctic
	4.3. Subantarctic
	4.4. Temperate
	4.5. Subtropical/tropical dry
	4.6. Subtropical/tropical seasonally wet/flooded
	4.7. Subtropical/tropical high altitude
5. Wetlands (inland)	5.1. Permanent rivers/streams/creeks (includes waterfalls)
	5.2. Seasonal/intermittent/irregular rivers/streams/creeks
	5.3. Shrub dominated wetlands
	5.4. Bogs, marshes, swamps, fens, peatlands
	5.5. Permanent freshwater lakes (over 8 ha)
	5.6. Seasonal/intermittent freshwater lakes (over 8 ha)
	5.7. Permanent freshwater marshes/pools (under 8 ha)
	5.8. Seasonal/intermittent freshwater marshes/pools (under 8 ha)
	5.9. Freshwater springs and oases
	5.10. Tundra wetlands (inc. pools and temporary waters from snowmelt)
	5.11. Alpine wetlands (inc. temporary waters from snowmelt)
	5.12. Geothermal wetlands
	5.13. Permanent inland deltas
	5.14. Permanent saline, brackish or alkaline lakes
	5.15. Seasonal/intermittent saline, brackish or alkaline lakes and flats
	5.16. Permanent saline, brackish or alkaline marshes/pools
	5.17. Seasonal/intermittent saline, brackish or alkaline marshes/pools
	5.18. Karst and other subterranean hydrological systems (inland)
6. Rocky Areas (e.g., inland cliffs, mountain peaks)	
7. Caves & Subterranean Habitats (non-aquatic)	7.1. Caves
	7.2. Other subterranean habitats
8. Desert	8.1. Hot
	8.2. Temperate
	8.3. Cold

Level 1	Level 2
9. Marine Neritic	9.1. Pelagic
	9.2. Subtidal rock and rocky reefs
	9.3. Subtidal loose rock/pebble/gravel
	9.4. Subtidal sandy
	9.5. Subtidal sandy-mud
	9.6. Subtidal muddy
	9.7. Macroalgal/kelp
	9.8. Coral Reef (9.8.1. Outer reef channel ; 9.8.2. Back slope ; 9.8.3. Foreslope (outer reef slope) ; 9.8.4. Lagoon ; 9.8.5. Inter-reef soft substrate ; 9.8.6. Inter-reef rubble substrate)
	9.9. Seagrass (Submerged)
	9.10. Estuaries
10. Marine Oceanic	10.1. Epipelagic (0–200 m)
	10.2. Mesopelagic (200–1,000 m)
	10.3. Bathypelagic (1,000–4,000 m)
	10.4. Abyssopelagic (4,000–6,000 m)
11. Marine Deep Ocean Floor (Benthic and Demersal)	11.1. Continental Slope/Bathyl Zone (200–4,000 m)
	11.1.1. Hard Substrate
	11.1.2. Soft Substrate
	11.2. Abyssal Plain (4,000–6,000 m)
	11.3. Abyssal Mountain/Hills (4,000–6,000 m)
	11.4. Hadal/Deep Sea Trench (>6,000 m)
11.5. Seamount	
11.6. Deep Sea Vents (Rifts/Seeps)	
12. Marine Intertidal	12.1. Rocky Shoreline
	12.2. Sandy Shoreline and/or Beaches, Sand Bars, Spits, etc.
	12.3. Shingle and/or Pebble Shoreline and/or Beaches
	12.4. Mud Shoreline and Intertidal Mud Flats
	12.5. Salt Marshes (Emergent Grasses)
	12.6. Tidepools
12.7. Mangrove Submerged Roots	
13. Marine Coastal/Supratidal	13.1. Sea Cliffs and Rocky Offshore Islands
	13.2. Coastal Caves/Karst
	13.3. Coastal Sand Dunes
	13.4. Coastal Brackish/Saline Lagoons/Marine Lakes
	13.5. Coastal Freshwater Lakes
14. Artificial - Terrestrial	14.1. Arable Land
	14.2. Pastureland
	14.3. Plantations
	14.4. Rural Gardens
	14.5. Urban Areas
	14.6. Subtropical/Tropical Heavily Degraded Former Forest
15. Artificial - Aquatic	15.1. Water Storage Areas [over 8 ha]
	15.2. Ponds [below 8 ha]
	15.3. Aquaculture Ponds
	15.4. Salt Exploitation Sites
	15.5. Excavations (open)
	15.6. Wastewater Treatment Areas
	15.7. Irrigated Land [includes irrigation channels]
	15.8. Seasonally Flooded Agricultural Land
	15.9. Canals and Drainage Channels, Ditches
	15.10. Karst and Other Subterranean Hydrological Systems [human-made]
	15.11. Marine Anthropogenic Structures
	15.12. Mariculture Cages
	15.13. Mari/Brackish-culture Ponds
16. Introduced Vegetation	17. Other
	18. Unknown

Dataset **Global Forest Change**

Description

Global Forest Change (GFC) database offers several datasets on the world’s forest cover by period, as an evolution map of gain/loss/extent of forest cover between 2000 and 2019, based on time-series analysis of Landsat satellite images (Landsat 8 OLI). Trees are defined as vegetation taller than 5m in height. ‘Forest Loss’ is defined as a stand-replacement disturbance, or a change from a forest to non-forest state, by annual time scales. Encoded as either 0 (no loss) or else a value in the range 1–17, representing loss detected primarily in the year 2001–2019, respectively (Hansen M.C., *et al.*, 2019)

Producer/supplier	Hansen M.C., <i>et al.</i>
Theme	Ecosystems
Data date and update	2019, no update announced
Spatial resolution	30 m
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Modelling
Manual/metadata	Yes
Format	Raster (TIF tiles)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Unrestricted use (CC BY 4.0)
Internet link	https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.7.html

Preliminary treatments

The GFC dataset is divided into 504 raster tiles measuring approximately 1000 km x 1000 km each, covering the world. Considering the files size (around 10 GB) and the download and process timeframes, it is suggested to download only those tiles on which sites are located. Using GIS, assemble the tiles into a virtual raster, clip the virtual raster according to the perimeters of the study areas layer, then vectorise the clipped raster (this operation can take several hours).

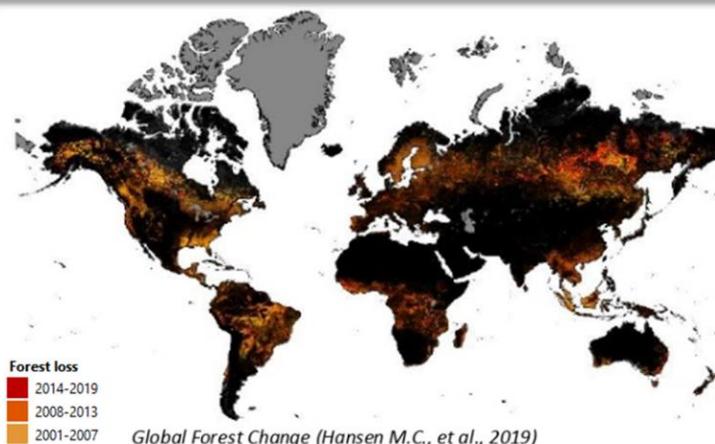
Analysis

Each pixel in the raster indicates the date on which the area it represents was deforested. The metric that can be calculated and analysed is **the area covered by pixels** in each study area, in order to **estimate the proportion of forest habitat lost**. The map display of this data also provides information on **the date of this destruction**, in order to estimate the current state of forest cover.

Areas with forest loss could represent reforestation opportunities. It is important to preserve and restore forests, not only for their intrinsic value, but also for the biodiversity they host, and the ecosystem services they provide like local temperature regulation, carbon sink, water quality, wood supply, soil formation and stabilisation, or educational and recreational functions.

Limitations

Although the data is precise (very fine resolution), the accuracy may be limited in some locations. Satellite image **modelling can include pixel classification errors** (omission or commission), which should be taken into account when interpreting the results.



Mapping user guide annexes

Global mapping of ecological potential

Database identity sheets



Dataset

Forest Landscape Integrity Index

Description

The Forest Landscape Integrity is an index showing the forest extent in 2000*, indicating, in addition, degrees of forest integrity (low, medium and high forest integrity). The integrity is based on human pressures and alteration of forest connectivity. To produce the Forest Landscape Integrity Index (FLII), four data sets were combined representing (Grantham H.S., et al., 2000):

- forest extent (2000, University of Maryland, Global Forest Change);
- 'observed' pressure from high impact, localized human activities for which spatial datasets exist, specifically: infrastructure, agriculture, and recent deforestation;
- 'inferred' pressure associated with edge effects, and other diffuse processes, (e.g. activities such as hunting and selective logging) modelled using proximity to observed pressures;
- anthropogenic changes in forest connectivity due to forest loss.

* Tree cover in the year 2000, defined as canopy closure for all vegetation taller than 5m in height.

Producer/supplier	Grantham H.S., et al.
Theme	Ecosystems
Data date and update	2000, future updates mentioned
Spatial resolution	300 m
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Compilation and modification
Manual/metadata	Yes
Format	Raster (TIF)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Unrestricted use (CC BY 4.0)
Internet link	https://www.forestlandscapeintegrity.com/download-data

Preliminary treatments

The data is available for download on **request** (fill in a **Google Form** allowing access to a Drive folder with the data).

Once downloaded, the data is first clipped according to the perimeter of the study area, then vectorized (in order to minimize the size of the processed files).

Analysis

The crossing of the human pressures and alteration of forest connectivity parameters leads to the attribution of a **score for each pixel**, the FLII, according to a gradient going from 0 to 10. This range is discretized to define three broad illustrative categories: low integrity (≤ 6.0), medium integrity (> 6.0 and < 9.6), and high integrity (≥ 9.6). Details on the calculation and the classes are provided on the next page.

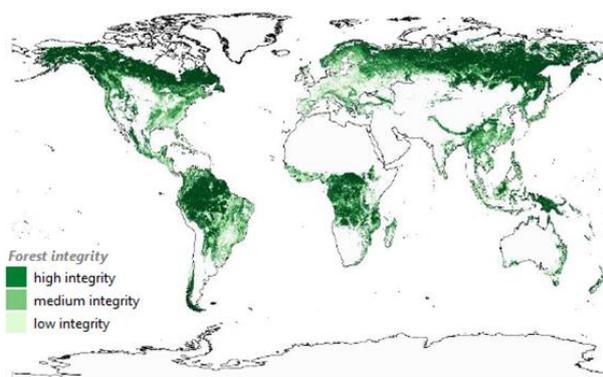
For each study area, calculate the FLII area provides an indication of the **forest cover surface**, and information on its **ecological quality**. Areas with medium to high integrity indexes could be preserved, while areas with a low index could represent a forest restoration opportunity.

Limitations

The limitations of this layer are mainly due to the the forest cover data that:

- may not be up to date since the forest cover dates from 2000
- produced by **modelling satellite images**, which leads to potential classification errors

Furthermore, this variable aggregation approach offers the advantage of combining and summarizing information but has the disadvantage of uncertainty linked to the reliability of the overlaying of different indicators from eventually heterogeneous sources.



Forest Landscape Integrity Index (Grantham H.S., et al., 2000)

Calculating the Forest Landscape Integrity Index

The FLII for forest pixel i is calculated as:

$$FLII_i = [10/3](3 - \min(3, [P_i + Q_i + LFC_i])), \text{ where}$$

P_i = observed human pressures within a pixel

Q_i = aggregate effect from inferred pressures (Q) on pixel i

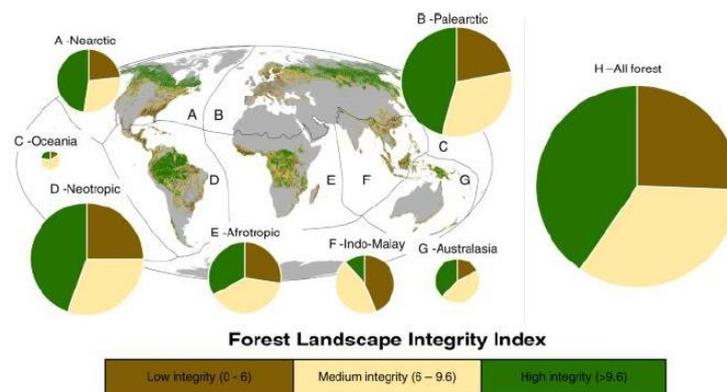
LFC_i = Lost Forest Configuration (LFC) on pixel i

The three constituent metrics, LFC, P , and Q , all represent increasingly modified conditions the larger their values become. To calculate a forest integrity index in which larger values represent less degraded conditions, therefore, the sum of those components is subtracted from a fixed large value (here, 3). Three was selected as assessment indicates that values of $LFC + P + Q$ of 3 or more correspond to the most severely degraded areas. The metric is also rescaled to a convenient scale (0-10) by multiplying by an arbitrary constant (10/3)

FLII ranges from 0 to 10, forest areas with no modification detectable using our methods scoring 10 and those with the most scoring 0

Forest integrity classes:

- **High Forest Integrity (scores ≥ 9.6):** Interiors and natural edges of more or less unmodified naturally regenerated (i.e., non-planted) forest ecosystems, comprised entirely or almost entirely of native species, occurring over large areas either as continuous blocks or natural mosaics with non-forest vegetation; typically little human use other than low-intensity recreation or spiritual uses and/or low-intensity extraction of plant and animal products and/or very sparse presence of infrastructure; key ecosystem functions such as carbon storage, biodiversity, and watershed protection and resilience expected to be very close to natural levels (excluding any effects from climate change) although some declines possible in the most sensitive elements (e.g., some high value hunted species).
- **Medium Forest Integrity (scores > 6.0 but < 9.6):** Interiors and natural edges of naturally regenerated forest ecosystems in blocks smaller than their natural extent but large enough to have some core areas free from strong anthropogenic edge effects (e.g., set-asides within forestry areas, fragmented protected areas), dominated by native species but substantially modified by humans through a diversity of processes that could include fragmentation, creation of edges and proximity to infrastructure, moderate or high levels of extraction of plant and animal products, significant timber removals, scattered stand-replacement events such as swidden and/or moderate changes to fire and hydrological regimes; key ecosystem functions such as carbon storage, biodiversity, watershed protection and resilience expected to be somewhat below natural levels (excluding any effects from climate change).
- **Low Forest Integrity (score ≤ 6.0):** Diverse range of heavily modified and often internally fragmented ecosystems dominated by trees, including (i) naturally regenerated forests, either in the interior of blocks or at edges, that have experienced multiple strong human pressures, which may include frequent stand-replacing events, sufficient to greatly simplify the structure and species composition and possibly result in significant presence of non-native species, (ii) tree plantations and, (iii) agroforests; in all cases key ecosystem functions such as carbon storage, biodiversity, watershed protection and resilience expected to be well below natural levels (excluding any effects from climate change).



Source : Grantham, H.S., Duncan, A., Evans, T.D. *et al.* Anthropogenic modification of forests means only 40% of remaining forests have high ecosystem integrity. *Nat Commun* **11**, 5978 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19493-3>

Dataset **Global Lakes and Wetlands Database**

Description

The Global Lakes and Wetlands Database (GLWD) database created by the WWF contains 3 datasets: level 1 - large lakes and reservoirs*; level 2 - smaller water bodies ; level 3 - wetlands. The three levels of GLWD are based on the combination of seven digital maps and attribute datasets as described on WWF, 2004). In order to study wetlands, level 3 is the most appropriate, comprising lakes, reservoirs, rivers and different wetland types in the form of a global raster map compiling previous data: "The GLWD-3 raster map of wetland areas, largely based on the wetlands map of the 1993 UNEP World Conservation Monitoring Centre. Only one class of GLWD-3 is based on remote sensing data (satellite imagery), (WWF, 2004).

*Lakes, reservoirs and rivers are can sometimes be considered wetlands, depending on their features and the criteria used to define wetlands.

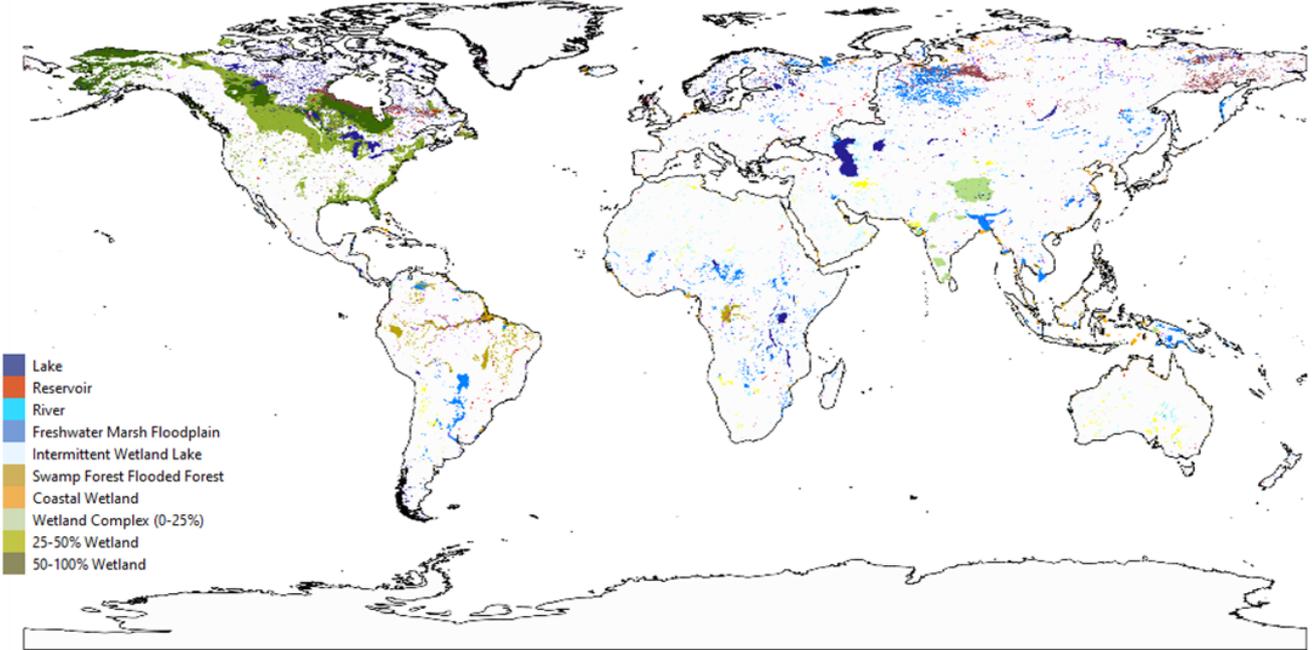
Producer/supplier	WWF
Theme	Ecosystems
Data date and update	n.d., no update announced
Spatial resolution	1 km
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Compilation
Manual/metadata	Yes
Format	Raster (TIF)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Commercial use prohibited
Internet link	https://www.worldwildlife.org/pages/global-lakes-and-wetlands-database

Preliminary treatments

The raw data contains an *avl* file. To use it in QGIS, previously open it with ArcGIS, then export it as a TIF raster. Once converted, clip the data according to the perimeter of the study area, then vectorize the raster.

Geographic information fields

The data describes a typology of 12 categories. The raster pixel values can be associated with the legend of the corresponding wetland types, (correspondence in the WWF, 2004).



Global Lakes and Wetlands Database (WWF)

Analysis

Wetlands are areas where **water is the primary factor** controlling the environment and the associated plant and animal life. They are among the world's most productive environments and support high concentrations of birds, mammals, reptiles, amphibians, fish and invertebrate species. Wetlands **provide many ecosystem services** like fish and fiber, water supply, water purification, climate regulation, flood regulation, coastal protection, recreational opportunities and tourism. Wetland ecosystems **host remarkable biodiversity**, since 40% of all species live or breed in wetlands (IUCN, 2020), yet over 85% of the world's wetlands have been lost in 300 years (UNEP, 2022). Identifying the location of wetlands allows to prioritize areas to be preserved or hydrological connections to be created or restored.

For each study area, calculate the **total area of wetlands** that it includes, and possibly study the detail by wetland type.

Limitations

- For methodological reasons, the sharp decline of wetlands in previous centuries has not necessarily been taken into account in this dataset. Thus, this leaves some lakes and wetlands being represented in their **historic instead of recent outlines**.
- The resolution of the dataset is relatively **coarse for a local scale** (1 km). This data is used to identify the largest wetlands and to understand the general context of the site, but cannot be used as a mapping of proven wetlands.
- It could be useful to supplement these results with other wetland datasets, such as RAMSAR data (wetlands of international importance, with a finer and more reliable layout, but data layer currently incomplete), and more local wetland maps.
- It is recommended to use this dataset for informational purposes only, without making it a map sheet and derive interpretations from this information, because the data is of too coarse a resolution and the inventory is too concise to allow this analysis. Suggested integration into documents: present wetlands data in another thematic map sheet describing land use (terrestrial habitats for example), as secondary information.

Dataset

Natural Earth : Rivers, lakes and reservoirs

Description

Natural Earth database provides two datasets on hydrographic features. These are two vector data layers:

- rivers and lake centerlines: single-line drainages including optional lake centerlines, and
- lakes and reservoirs: natural and artificial lakes waterbodies.

Datasets are derived from World Data Bank 2 and additional sources like recent satellite imagery.

Producer/supplier	Natural Earth
Theme	Ecosystems
Data date and update	n.d., no update announced
Spatial resolution	1:10m
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Modification
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Unrestricted use
Internet link	https://www.naturalearthdata.com/

Geographic information fields

Rivers

- FEATURECLASS: the type of waterway (river, canal, lake centerline)
- NAME: name of the waterway (available in many languages)
- SCALERANK: level of branch in the hydrographic network, gives the importance of the waterway

Lakes

- FEATURECLASS: the type of water body (lake, alkaline lake or reservoir)
- NAME: name of the water body (not provided for all entities, but available in many languages)

Analysis

The hydrographic network (rivers and lakes) is an essential compartment in environment. It is one of the main ecosystems on the planet, home to many species, provides important ecological continuities and ecosystem services such as water supply, fisheries or navigation (transport).

- **Lakes.** Calculate the surface of waterbodies contained in the study area, identify the type, and name.
- **Rivers.** Calculate the length of the waterway that passes through the study area, identify the scale rank, and name.

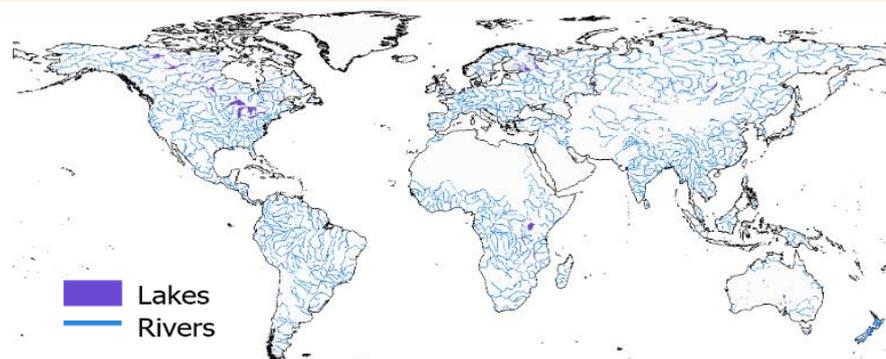
Limitations

These two datasets are quite limited for local use, due to the scale of resolution of the datasets but also to the method of data collection.

- **Lake** data: this is not an exhaustive inventory of waterbodies (main ones only).
- **River** data: contains only major rivers, and omits much of the global hydrographic network. The layout of the shape file is very simplified and does not follow the real watercourses perfectly. This induces 1 to 2 km shifts, which is not negligible for the study area analysis of a few hundred meters.

These limitations should be taken into account when interpreting results.

- It is recommended to use this dataset for informational purposes only, without making it a map sheet and derive interpretations from this information, because the data is of too coarse a resolution and the inventory is too concise to allow this analysis. Suggested integration into documents: present wetlands data in another thematic map sheet describing land use (terrestrial habitats for example), as secondary information.



Natural Earth Rivers, lakes and reservoirs (Natural Earth)

Dataset

Saltmarshes and mangroves

Description (saltmarshes)

This dataset displays the extent of the knowledge regarding the distribution of saltmarsh globally, drawing from occurrence data (surveyed and/or remotely sensed), (Mcowen, C. et al, 2015). Saltmarshes are areas of low-lying ground along a coast, which are regularly flooded by seawater, and where salt-tolerant plants grow (Park C., et al., 2013).

Producer/supplier	Mcowen C., <i>et al.</i>
Theme	Ecosystems
Data date and update	2015, no update announced
Spatial resolution	Between 1:10 000 and 1:100 000
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Production & modelling
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Commercial use prohibited (CC BY-NC 4.0)
Internet link	https://data.unep-wcmc.org/datasets/43

Geographic information fields

The "NAME" field gives English name of the feature as provided by the data provider. This may provide some additional information about the type of saltmarshes.

Description (mangrove)

A mangrove is a tropical evergreen tree or shrub which grows in coastal areas, particularly on tidal flats and estuaries (Park C., et al., 2013). The primary objective of the Global Mangrove Watch (GMW) has been to provide countries lacking a national mangrove monitoring system with first cut mangrove extent and change maps, to help safeguard against further mangrove forest loss and degradation (Bunting P., et al., 2020). The GMW has generated a global baseline map of mangroves in 2010 using ALOS PALSAR and Landsat (optical) data, and changes appeared with the updates (2020).

Producer/supplier	Bunting P., <i>et al.</i>
Theme	Ecosystems
Data date and update	2020, no update announced
Spatial resolution	25 m
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Modelling
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Unrestricted use (CC BY 4.0)
Internet link	https://data.unep-wcmc.org/datasets/5

Analysis (both)

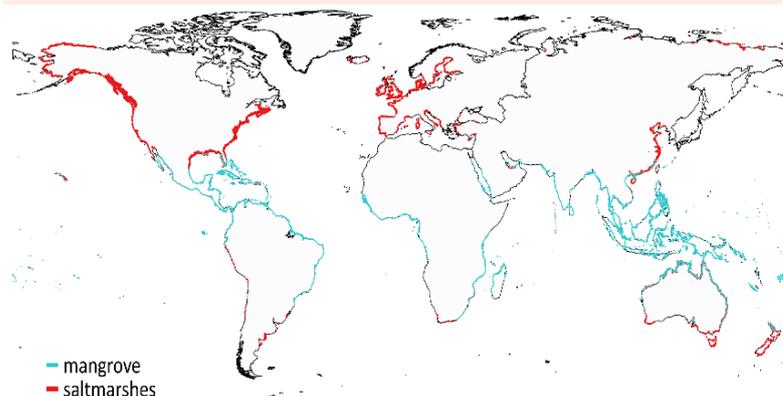
The biodiversity of marine habitats depends on these particular ecosystems, which is why it is important to preserve them.

These two datasets concern the study areas located on the shoreline. Calculate the **area of each habitat** (mangrove and saltmarshes) within the study areas.

Covering a vast area of earth, marine and coastal ecosystems are essential to the proper functioning of the planet. They provide several services, including nutrition for wildlife and humans, life cycle maintenance for flora and fauna, and carbon sequestration (Océan et Climat, s.d.). Thus, special attention should be given to the preservation or restoration of these habitats.

Limitations (both)

Both types of habitats provide insight into the ecological richness of coastal areas but are not representative of coastal biodiversity and ecosystems. For coastal study sites with a strong marine/coastal component, complete with other habitat datasets likely to be found in the study areas.



Global Mangrove Watch (Bunting P., et al., 2020) and Global Distribution of Saltmarshes (Mcowen, C. et al, 2015)

Dataset

Seagrasses and coral reefs

Description (seagrasses)

This dataset shows the **global distribution** of seagrasses, and is composed of two subsets of point and polygon occurrence data (UNEP-WCMC, 2020).

Seagrasses are the only flowering plants that can live underwater. They grow in sediment on the sea floor with erect, elongate leaves and a buried root-like structure (rhizome) (Seagrass-Watch, 2023).

Producer/supplier	UNEP-WCMC (ONU)
Theme	Ecosystems
Data date and update	2020, no update announced
Spatial resolution	1:1 000 000
Projection	World Mollweide (ESRI:54009)
Method	Compilation
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Commercial use prohibited
Internet link	https://data.unep-wcmc.org/datasets/7

Geographic information fields

The "scientific" and "vernacular" fields give the scientific and vernacular names of the species identified in the polygon (not always reported).

Preliminary treatments

The data, initially in World Mollweide, must be re-projected in Mercator WGS 84 using GIS tools.

Description (coral reefs)

This dataset shows the **global distribution** of coral reefs in tropical and subtropical regions. It is the most comprehensive global dataset of warm-water coral reefs to date, acting as a foundation baseline map for future, more detailed, work (UNEP-WCMC, 2018).

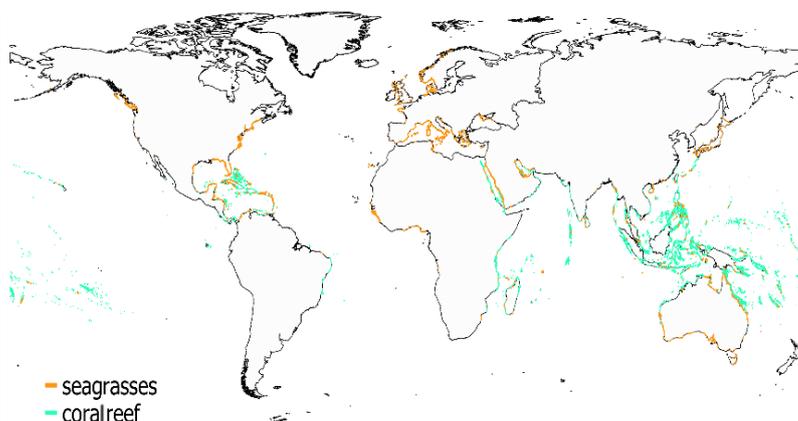
Coral are small colonial invertebrates that live in shallow seas found in the coastal zones of warm tropical and subtropical ocean (Park C., et al., 2013).

Producer/supplier	UNEP-WCMC (ONU)
Theme	Ecosystems
Data date and update	2018, no update announced
Spatial resolution	30 m
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Compilation
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Commercial use prohibited
Internet link	https://data.unep-wcmc.org/datasets/1

Analysis (both)

Both compiled from multiple data sources (sources in the respective metadata documents), these two datasets provide a fairly recent overview of two major marine habitats. They are important for the balance of ecosystems, and are home to tens of thousands of marine and terrestrial species.

These two datasets concern the study areas located on the shoreline. Calculate the **area of each habitat** (seagrasses and coral reefs) within the study areas.



Global Distribution of Seagrasses (UNEP-WCMC, 2020), Global Distribution of Coral Reefs (UNEP-WCMC, 2018)

Dataset **IUCN Red List Maps**

Description

Established in 1964, the IUCN Red List of Threatened Species has evolved to become the world’s most comprehensive information source on the global conservation status of animal, fungi and plant species. Threatened species are any species which are vulnerable to extinction in the near future. Among the different categories of species vulnerability established by the IUCN, only species in the "critically endangered" (CR), "endangered" (EN) and "vulnerable" (VU) categories are considered here as “threatened”.

The dataset is composed of the distribution area of fauna and flora threatened species (known range of each species) according their conservation status. Four taxa were chosen for this study: plants, amphibians, reptiles and mammals. Data are provided by several experts around the world, constitution of maps and distribution areas from occurrence data (IUCN imposes data standards, attributes, format).

Producer/supplier	IUCN
Theme	Threatened species
Data date and update	2022, Red List is updated at least twice each year
Spatial resolution	Not defined
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Compilation
Manual/metadata	Yes
Format	Vector (shapefile)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Commercial use prohibited
Internet link	https://www.iucnredlist.org/resources/spatial-data-download

Preliminary treatments

- Download the 4 datasets. Some datasets are in 2 parts: clip the vector layers according to the perimeters of the study area, then merge the 2 parts to make only one layer per dataset.

Information: some layers are quite heavy (> 1.5 GB each) and may take some time to display in a GIS software.

- Sort through the attribute table of the layer, keeping entities that meet the following criteria only:
 - Category: Threatened species (CR, EN, VU)
 - Presence: species with a high probability of occurrence, referred to as "existing" (code 1/2/3)

Geographic information fields

- CLASS: species taxonomic group (plants, mammals, amphibians, reptiles)
- SCI_NAME: species scientific name
- CATEGORY: conservation status (category of vulnerability) according to the IUCN Global Red List
- PRESENCE: status (present/past) of the species in this area (presence codes: 1-extant, 2-probably extant, 3-possibly extant, 4-possibly extinct, 5-extinct, 6-presence uncertain)

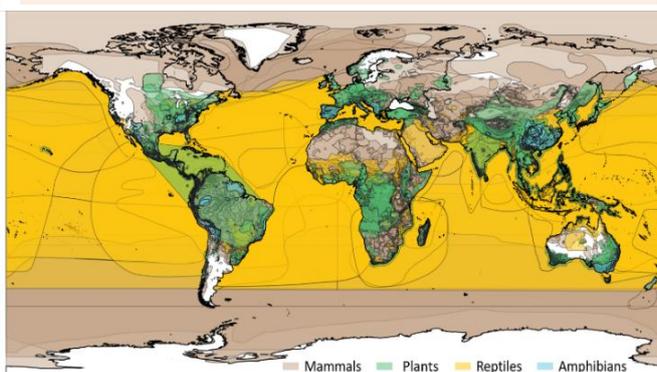
Please refer to the paper for more metadata (IUCN, 2022).

Limitations

- This dataset provides an overview of the potential main threatened species of a territory, but it is important to note that only 4 taxonomic groups are represented here (a large number of **taxa are missing**, like birds or aquatic species).
- The distribution maps **are a depiction of a taxon’s distribution**; this doesn’t equate to either the spread of extinction risk or the occupied range area. The maps simply intend to: inform Red List assessments, help to identify conservation priorities, visualize a representation of geographical area within which species can be found (IUCN, 2022).

Analysis

The Red List is a critical indicator of the health of the world’s biodiversity. For each study area, **list the potential species** and their conservation status, calculate **the total number of threatened species** with a range comprising the site’s buffer, calculate the **details by taxonomic group and threat level** (this can take the form of a stacked bar chart). Sites that have identified the potential threatened species within their territories can implement actions targeting the preservation or the restoration of their habitats.



IUCN Red List Maps (IUCN, 2022)

Mapping user guide annexes

Global mapping of ecological potential

Database identity sheets



Dataset

Global Human Footprint

Description

Human pressures on the environment are changing spatially and temporally, with profound implications for the planet's biodiversity and human economies. They result in land changes that have a direct impact on biodiversity: degradation of ecosystems, fragmentation of habitats, disturbance of species, environmental pollution, etc. The human footprint database locates and quantifies the **direct and indirect human pressures** on the environment globally, based on **8 variables**: built environments, population density, electric infrastructure (night-time lights), crop lands, pasture lands, roads, railways, navigable waterways (metadata of variables available in Venter O., *et al.*, 2016).

Producer/supplier	Venter O., <i>et al.</i>
Theme	Human impacts and carbon resources
Data date and update	2009, no update announced
Spatial resolution	1 km
Projection	World Mollweide (ESRI:54009)
Method	Modification & production
Manual/metadata	Yes
Format	Raster (TIF)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Unrestricted use (CC0 1.0)
Internet link	https://datadryad.org/stash/dataset/doi:10.5061/dryad.052q5

Preliminary treatments

Once downloaded, the data is first clipped according to the perimeter of the study area, then vectorized (in order to minimize the size of the processed files).

The data, initially in World Mollweide, must be re-projected in Mercator WGS 84 using GIS tools.

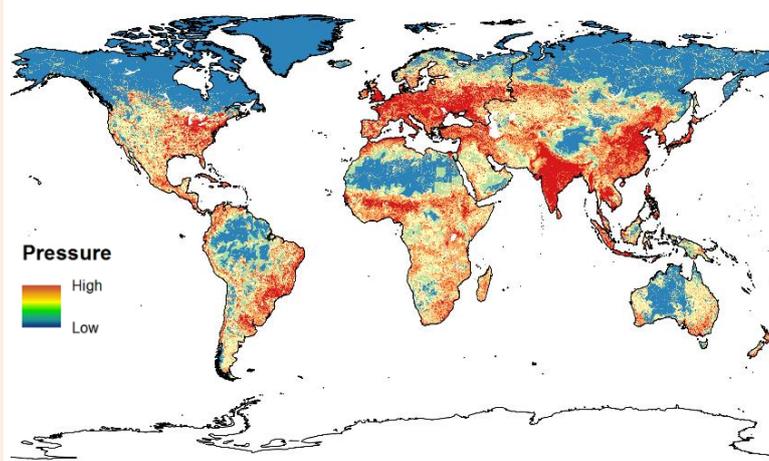
Analysis

The 8 variables of pressure were overlaid to create the standardized Human Footprint map indicating the degree of pressure in an area, from 0 to 50: 0 - no pressure, 1-2 - low pressure, 3-5 - moderate pressure, 6-11 - high pressure, 12-50 - very high pressure (Venter O. *et al.*, 2016). Areas with reduced level of pressures should be primarily preserved, while areas with high level of pressures can be restored. The **surface proportions of the different pressure levels** that compose every study area can be calculated.

Limitations

- The Human Footprint is a **static and dated view** of human pressures on the environment (calculated over the period 1993-2009). Given the pace of change in societies and territories, there is a strong need for an up-to-date understanding of the spatial and temporal trends in human pressures (Venter O. *et al.*, 2016).
- The **spatial resolution** is quite coarse (1 km).
- This **variable aggregation approach** offers the advantage of combining and summarizing information but has the disadvantage of uncertainty linked to the reliability of the overlaying of different indicators from eventually heterogeneous sources.

However, the data provides a general indication of the human footprint, and remains contextual.



Global Human Footprint (Venter O., *et al.*, 2009)

Dataset

Vulnerable carbon

Description

These datasets provide global **maps of carbon density** (aboveground, belowground biomass carbon and soil organic carbon stocks) for the year 2010 and 2018 at ~300-m spatial resolution. Input maps were collected from published literature, and where necessary, updated to cover the focal time period.

The database consists of three main thematic layers:

- **Manageable** carbon: carbon in terrestrial and coastal ecosystems that could experience an anthropogenic land-use conversion event.
- **Vulnerable** carbon: carbon that would be released in a typical land-use conversion.
- **Irrecoverable** carbon: carbon that, if lost, would not recover by mid-century.

In the context of an environmental potential analysis, the selected relevant data layer is **vulnerable carbon**. It corresponds to the amount of carbon lost and released in the event of disturbance/exploitation or if the reserves were destroyed (e.g. by logging, land clearing or forest fire) (Noon, M.L., et al., 2021).

Producer/supplier	Noon M., <i>et al.</i>
Theme	Human impacts and carbon resources
Data date and update	2018, no update announced
Spatial resolution	300 m
Projection	Mercator WGS 84 (EPSG:4326)
Method	Compilation & modification
Manual/metadata	Yes
Format	Raster (TIF)
Accessibility	Free and downloadable
Licence	Commercial use prohibited (CC BY-NC 4.0)
Internet link	https://zenodo.org/record/4091029#.YdmX4SZOUk

Preliminary treatments

Download file entitled "Vulnerable_Carbon_2018.zip".

Once downloaded, the data is first clipped according to the perimeter of the study area, then vectorized (in order to minimize the size of the processed files).

The raster pixel values can be associated with the legend of the corresponding carbon rate (please refer to Noon M., *et al.*, 2021).

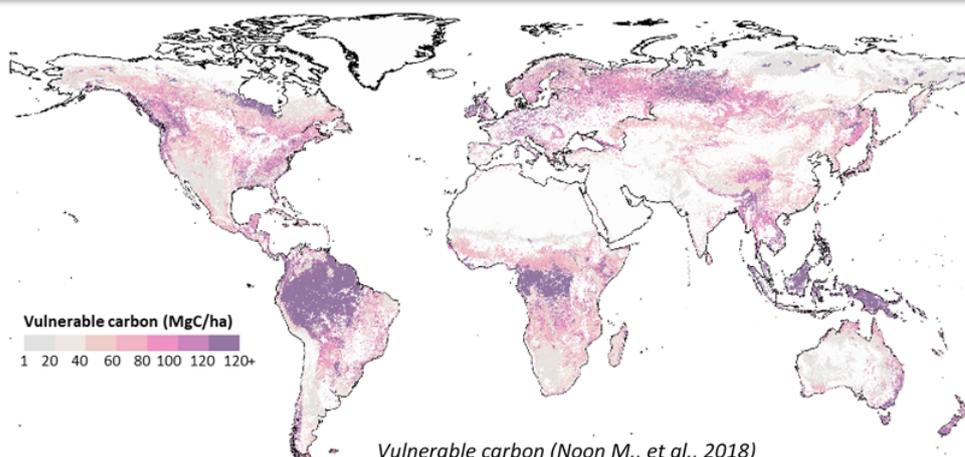
Analysis

Carbon sinks absorb more carbon than they release. Protecting carbon sinks within the site's territory is essential for tackling climate change and keeping climate stable.

Each pixel of the raster represents a carbon density, expressed as the megagrams (Mg) of carbon (C) potentially stocked per hectare (ha) of land. For each study area, calculate **the total amount of vulnerable carbon** (MgC/ha), and the **areas of carbon sinks by density category** (ha), (see the scale presented in Noon M., *et al.*, 2021).

Limitations

This data provides an **approximate estimate** of the carbon content of ecosystems (non-exhaustive inventory) : some ecosystems were not included in the methodology.



Calculating the Vulnerable carbon values

To assess the vulnerability criterion, we quantified average carbon losses from biomass and soils due to the most common anthropogenic disturbances: conversion to agriculture in grasslands, wetlands and tropical forests; forestry in boreal and temperate forests; and aquaculture or built infrastructure in coastal ecosystems. We considered the feasible loss events that would alter the land cover (for example, forest to soy field) as opposed to activities that might reduce the carbon content but not constitute full conversion (for example, forest degradation due to charcoal collection or selective logging). Vulnerable carbon is therefore the portion that would be lost in a hypothetical but typical conversion event; it does not characterize the likelihood of that conversion event. Note that directly incorporating irrecoverable carbon into climate mitigation strategies would require further assessing the likelihood of disturbance or conversion due to direct anthropogenic pressures or climate shifts.

Details on the calculations and assumptions summarized in Table S5 (Noon M., et al., 2018).

Table S5. Approaches for calculating vulnerable SOC by ecosystem

Ecosystem	Primary driver of anthropogenic conversion (assumption)	Vulnerable SOC: how calculated (standard error in parentheses)	Source / explanation
Tropical & subtropical forests (all types)	Agriculture	Initial C x 21.3% (+/- 4.1%)	Emissions factor from Don et al 2011, normalized to 30 cm based on Sanderman methodology.
Tropical & subtropical grasslands	Agriculture	Initial C x 25.2% (+/- 3.3%)	
Montane grasslands	Agriculture	Modeled	In the absence of montane grassland-specific data, we used a Carbon Response Function (CRF) for temperate grasslands from Poeplau et al. 2011 ²³ .
Tropical & subtropical wetlands (non-peat, both forested and herbaceous)	Agriculture/ development	Initial C x 100% or 450 (+/- 67) MgC ha ⁻¹ (whichever is smaller)	Sjogersten et al 2014 ³¹ find no significant difference in CO ₂ fluxes between tropical wetlands on organic (peat) and mineral soils; we therefore treat non-peat tropical wetlands the same as tropical peatlands.
Temperate forests (all types)	Forestry	Initial C x 0%	In a meta-analysis of 75 studies reporting 432 SOC response ratios for harvested temperate forests, Nave et al. (2010) report no significant SOC change in forest mineral soils ⁵³ .
Temperate grasslands	Agriculture	Modeled	We used a Carbon Response Function (CRF) for temperate ecosystems' conversion to cropland from Poeplau et al. 2011 to model the SOC response of this transition ²³ .
Temperate wetlands (non-peat, both forested and herbaceous)	Agriculture/development	Initial C x 42% (+/- 16.8%)	Estimate from Nahlik & Fennessy 2016 ³⁰ .
Boreal forests (all types)	Forestry	Initial C x 0%	Studies suggest that forestry/ timber has no meaningful effect on mineral SOC stocks in boreal forests, therefore we assumed 0% change ^{55,56} .
Boreal grasslands and shrublands	Agriculture/development	Initial C x 0%	We assumed the same CRF as for temperate grasslands.
Boreal wetlands (non-peat, both forested and herbaceous)	Agriculture/development	Initial C x 42% (+/- 16.8%)	In absence of a boreal-specific study, we applied the same loss as temperate wetlands.
Mangroves	Aquaculture/development	Initial C x 81% (+/- 15.7%)	Estimate from Kauffman et al. 2017 ³⁵
Seagrasses	Aquaculture/development	Initial C x 72% (standard error not available)	Estimate from Macreadie et al. 2014 ³⁷
Salt marshes	Aquaculture/development	Initial C x 60% (+/- 8%)	Estimate from Van de Broek et al. 2019 ³⁸
Tropical peatlands	Agriculture	Initial C x 100% or 450 (+/- 67) Mg C ha ⁻¹ (whichever is smaller)	Estimate based on IPCC emissions factors.
Temperate & boreal peatlands	Agriculture	Initial C x 100% or 135 (+/- 33) Mg C ha ⁻¹ (whichever is smaller)	

Annexe 3 : Export des atlas en PDF

Le code en langage R ci-dessous permet de convertir en lot plusieurs documents type texte ou présentation en PDF, en conservant une qualité satisfaisante et les hyperliens actifs. Remplacer le chemin d'accès et les formats par les paramètres souhaités. Veiller au préalable à avoir la suite Libre Office installée (gratuit).

```
install.packages("docxtractr")
install.packages("stringr")
library(docxtractr)
library(stringr)

setwd("C:/chemin_accès_dossier_des_docs_a_convertir")
#Récupérer tous les fichiers du répertoire de travail
all_files <- list.files()
#Filtrer uniquement les fichiers avec l'extension .pptx
pptx_files <- all_files[ which(stringr::str_detect(all_files, "\\..pptx"))]
# Conversion de tous les fichiers pptx en pdf à l'aide de la fonction remplaçant l'extension
for(i in seq_along(pptx_files)) {
  convert_to_pdf(path = pptx_files[i], pdf_file = paste0(str_remove(pptx_files[i], "\\..pptx"), ".pdf"))}
```

Annexe 4 : Exemples des planches cartographiques thématiques

Cover page
Datasets board
Location
Global Ecological Zones
Marine ecoregion
Biodiversity hotspots
WDPA
KBA
IUCN species
Terrestrial habitats
Wetlands
Forest
Marine ecosystems
Human footprint
Vulnerable carbon
Limits and bibliography
Datasets references

Ecological atlas

Multi-thematic geographical overview of activity sites



Country: xxx
Site activity: xxx

Site: xxx

Project title

Author, date

Corporate logo

Company description _____

Bibliographical reference of the atlas _____



From left to right : Hairy Woodpecker (Turdus merula) ; Seascape in the Looz Islands in Bourneville Bouffais (Crestat, France) ; Field pansy (Viola arvensis) ; Quarry landscape in Imraye Cleric site (Brittany, France).

Gaining insight into the ecological settings

Mapping the ecological context of a site is an essential step to understand and improve knowledge on the ecological stakes and to anticipate the impacts of the different phases of the operations, thus allowing to:

- Assess the sensitivity of the site and anticipate risks
- Adapt the response to impacts according to the local context
- Reinforce the overall mitigation approach and biodiversity action plans

The atlas also makes it possible to provide an ecological potential analysis of the sites. This atlas is the result of the combination of several public cartographic databases for the characterization, quantification and evaluation of the ecological context of sites and their surroundings. It leads to the identification of "potential" ecological features of interest (based on spatial databases analysis instead of field observations), which should be taken into account to improve the management, preservation and restoration of the natural heritage on the sites.

How it this atlas structured ?

This atlas presents an assessment of the ecological context within a 5 km radius buffer around the GPS point of each site (or group of sites when they are spatially adjacent), following the map-crossing of this buffer areas with 17 spatial datasets. The diagnosis is structured around 5 main themes: ecoregions, biodiversity areas, ecosystems, threatened species, human impacts and carbon resources. Every theme encompasses a series of a cartographic visualizations and key figures for the understanding of the ecological settings of every site. These figures provide indicators of surface coverage of ecological features, expressed as a proportion of the site's surface covered by the data (%) or as an absolute area value (ha).

In the following maps, the buffers may have a slightly flattened shape. This is due to the projection system, but the buffers measure a radius of 5km throughout the polygon. Moreover, it may be possible that the results of the cross-referencing with all 17 databases are not displayed here because some sites are not concerned by all the data.

Cover page	Metadata : themes and datasets						
Datasets board	Theme	Name	Producer	Abstract	Date	Spatial resolution	Internet link
Location	Ecoregions	Global Ecological Zones	FAO FOM Forestry Department	The 19 global ecological zones refer to the main large-scale biomes, based on climate and vegetation.	2010	/	Link to resource
Global Ecological Zones		Marine Ecoregions	The Nature Conservancy	Biogeographic classification of the world's coastal and continental shelf waters, following a nested hierarchy of realms, provinces and ecoregions.	2012	/	Link to resource
Marine ecoregion	Biodiversity areas	Biodiversity Hotspots	Hoffman M. et al.	Identification of the 36 biodiversity hotspots in the world. Biodiversity hotspots are Earth's most biologically rich, yet threatened, terrestrial regions.	2016	/	Link to resource
Biodiversity hotspots		World Database on Protected Areas (WDPA)	UNEP-WCMC, IUCN	Compilation of the world's protected areas, marine or terrestrial, and their classification according to the 7 IUCN categories (referring to levels of protection)	2023	Variable	Link to resource
WDPA		Key Biodiversity Area	BirdLife International	Most important places in the world for species and their habitats, based on elements of biodiversity across genetic, species and ecosystem levels.	2014	Variable	Link to resource
KBA	Ecosystems	Terrestrial Habitats types	Jung M., et al.	Spatially characterization of 47 terrestrial habitat types, as defined in the IUCN habitat classification scheme, based on land cover, climate and land use.	2015	100 m	Link to resource
IUCN species		Global Forest Change	Hansen M.C., et al.	Forest decline over the period 2001-2019 (deforested areas).	2019	30 m	Link to resource
Terrestrial habitats		Forest Landscape Integrity Index	Grantham H.S., et al.	Forest extent in 2019, with indicators of human pressures and alteration of forest connectivity.	2000	300 m	Link to resource
Wetlands		Global Lakes and Wetlands Database	WWF	Different wetland types, and also lakes, reservoirs, and rivers.	n.d.	1 km	Link to resource
Forest		Natural Earth Rivers, lakes and reservoirs	Natural Earth	Main rivers and lakes	n.d.	/	Link to resource
Marine ecosystems		Global Distribution of Saltmarshes	Mcowen C., et al.	Distribution of saltmarsh (marine habitat).	2015	/	Link to resource
Human footprint		Global Distribution of Seagrasses	UNEP-WCMC, Short FT	Distribution of seagrasses (marine habitat).	2020	/	Link to resource
Vulnerable carbon		Global Distribution of Coral Reefs	UNEP-WCMC, WorldFish Centre, WRI, TNC	Distribution of coral reefs (marine habitat).	2018	30 m	Link to resource
Limits and bibliography	Threatened species	IUCN Red List Maps	IUCN	Distribution area of fauna and flora threatened species, based on IUCN Red List of Threatened Species™.	2022	/	Link to resource
Datasets references		Human impacts and carbon resources	Global Human Footprint	Venter O., et al.	Level of direct and indirect human pressures on the environment globally, based on a compilation of 8 variables	2009	1 km
			Vulnerable carbon	Noon M., et al.	Mapping of carbon sinks: extent of potential carbon loss in the event of disturbance/exploitation.	2018	300 m
	Study areas	Sites	? Company	Surrounding layer (5 km) of company's sites, produced from the GPS points layer of the sites, provided by the company.	2023	/	

N.B. 1. The dates provided in the table of datasets and on the atlas maps are those of the data (time of acquisition), while the dates given in the bibliographic references are those of the publication of the data or the associated article. "n.d." means "no date".
N.B. 2. For each thematic page of the atlas, an insert (grey box) provides a brief explanation of the dataset represented. For further information, please consult the dataset sheets, available in the mapping user guide appendix (Régner A., Forero S., 2023).

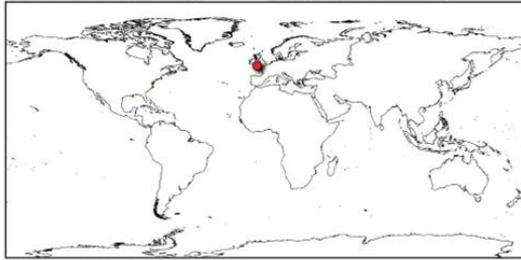
Cover page
Datasets board
Location
Global Ecological Zones
Marine ecoregion
Biodiversity hotspots
WDPA
KBA
IUCN species
Terrestrial habitats
Wetlands
Forest
Marine ecosystems
Human footprint
Vulnerable carbon
Limits and bibliography
Datasets references

Site location

Project title
Author, date



Map 1 - Location of the XXXX site on the world map



Data source: XXXX Company's sites (2023)
Background map: World Continents (ESRI, 2010)

Legend - Map 1
● XXXX site

Legend - Map 2

- Site's buffer(s)
- XXXX site Office building 2
- XXXX site Office building 3
- XXXX site Solid waste treatment1
- XXXX site Solid waste treatment2
- XXXX site Offset area
- XXXX site Plant 1
- XXXX site Plant 2
- XXXX site Plant 3
- XXXX site Plant 4
- XXXX site Rehabilitated area 1
- XXXX site Rehabilitated area 2
- XXXX site Lab 1
- XXXX site Lab 2
- XXXX site Lab 3
- XXXX site Lab 4
- XXXX site Water treatment 1
- XXXX site Water treatment 2
- XXXX site Water treatment 3
- XXXX site Office building 1
- XXXX site Office building 2

Name(s) of IMERYs site(s)

Map 2 - Location of the XXXX site and its buffer of a 5km radius



Data source: XXXX Company's sites (2023)
Background map: Open Street Map

Country:XXXXXXXXXXXX
Projection: WGS 84

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Page 3

Cover page
Datasets board
Location
Global Ecological Zones
Marine ecoregion
Biodiversity hotspots
WDPA
KBA
IUCN species
Terrestrial habitats
Wetlands
Forest
Marine ecosystems
Human footprint
Vulnerable carbon
Limits and bibliography
Datasets references

Ecoregions: Global Ecological Zones

Project title
Author, date



Location of the site within the Global Ecological Zones



Data source: Global Ecological Zones (FAO, 2010)
Background map: Google satellite

Country: XXXX XX
Projection: WGS 84

Legend

- XXXX site
- Global ecological zone (world)**
- Water
- Subtropical desert
- Subtropical steppe
- Subtropical mountain system
- Subtropical dry forest
- Subtropical humid forest
- Temperate steppe
- Temperate mountain system
- Temperate oceanic forest
- Polar
- Tropical desert
- Tropical shrubland
- Tropical mountain system
- Tropical dry forest
- Tropical moist forest
- Tropical rainforest

What are the Global Ecological Zones?

An Ecological Zone (EZ) is defined as "a zone or area with broad yet relatively homogeneous natural vegetation formations, similar (not necessarily identical) in physiognomy" (Rakonczay Z., 2002).
The Global Ecological Zones recognize 20 ecological zones, gathered in five major domains (similar to the Köppen-Trew-artha climatic groups): tropical, subtropical, temperate, boreal, and polar. The Global Ecological Zones classification and maps categorize FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) forest statistics into broad forest types.

Ecological zone: Tropical mountain system

All months without frost: in marine areas over 18°C.
Approximate > 1000 m altitude (local variations).

(FAO, 2013)

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Page 4

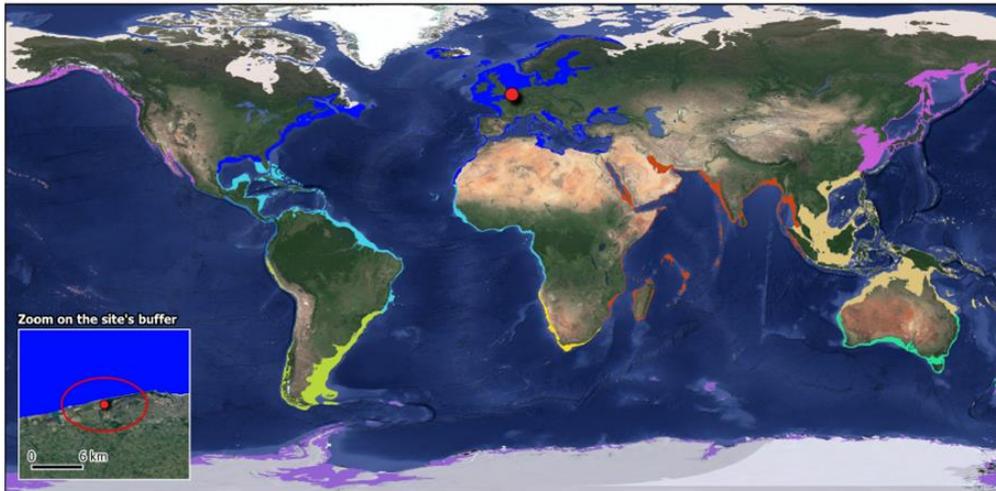
- Cover page
- Datasets board
- Location
- Global Ecological Zones
- Marine ecoregion
- Biodiversity hotspots
- WDPA
- KBA
- IUCN species
- Terrestrial habitats
- Wetlands
- Forest
- Marine ecosystems
- Human footprint
- Vulnerable carbon
- Limits and bibliography
- Datasets references

Ecoregions: Marine ecoregions

Project title
Author, date



Location of the site within the major marine biomes



Legend

- XXXX site
- Marine ecoregions**
 - Arctic
 - Central Indo-Pacific
 - Eastern Indo-Pacific
 - Southern Ocean
 - Temperate Australasia
 - Temperate Northern Atlantic
 - Temperate Northern Pacific
 - Temperate South America
 - Temperate Southern Africa
 - Tropical Atlantic
 - Tropical Eastern Pacific
 - Western Indo-Pacific

Data source: Marine Ecoregions (The Nature Conservancy, 2012)
Background map: World Continents (ESRI, 2010)

Country: XXXX
Projection: WGS 84

What are marine ecoregions?

The Marine Ecoregions Of the World dataset shows a biogeographic classification of the world's coastal and continental shelf waters, following a nested hierarchy of realms, provinces and ecoregions.

The regions aim to capture generic patterns of biodiversity across habitats and taxa, with regions extending from the coast to the 200m depth contour.

Realm	Province	Ecoregion
Temperate Northern Atlantic	Northern European Seas	North Sea

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

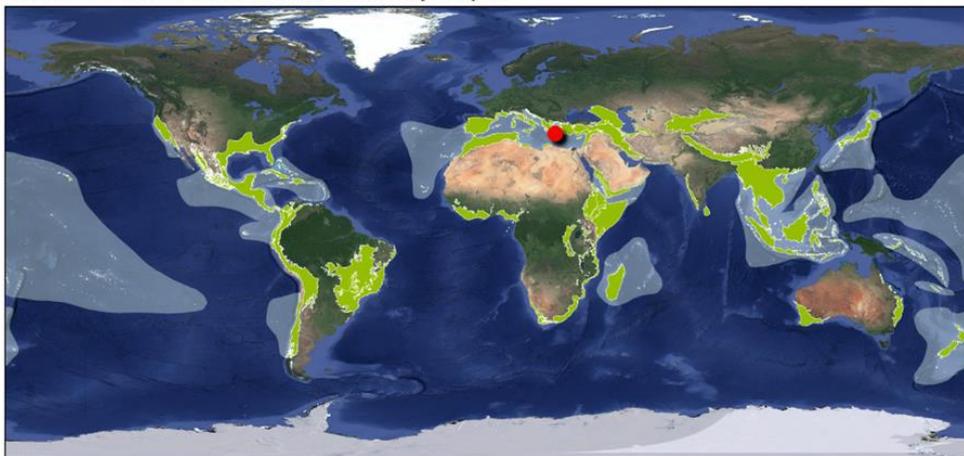
- Cover page
- Datasets board
- Location
- Global Ecological Zones
- Marine ecoregion
- Biodiversity hotspots
- WDPA
- KBA
- IUCN species
- Terrestrial habitats
- Wetlands
- Forest
- Marine ecosystems
- Human footprint
- Vulnerable carbon
- Limits and bibliography
- Datasets references

Biodiversity areas: Biodiversity hotspots

Project title
Author, date



Location of the site within the world's biodiversity hotspots



Legend

- XXXX site
 - Hotspots biodiversity**
 - Hotspot area
 - Outer limit
- Hotspot area refers to the 36 official biodiversity hotspots
• Outer limit corresponds to the geographical extension of these official areas, in order to include the insular environments.

What are biodiversity hotspots?

Biodiversity hotspots are regions characterized both by exceptional levels of plant endemism and serious levels of habitat loss. These are Earth's most biologically rich - yet threatened - terrestrial regions.

To qualify as a biodiversity hotspot, an area must meet two strict criteria:

- Contain at least 1,500 species of vascular plants found nowhere else on Earth (known as "endemic" species).
- Have lost at least 70 percent of its original surface area.

(CEPF, 2023)

Data source: Biodiversity Hotspots (Hoffman, M. et al., 2016)
Background map: Google satellite

Country: XXXX
Projection: WGS 84

Hotspot: Mediterranean Basin

The Mediterranean Basin stretches from Cabo Verde in the west to Jordan and Turkey in the east, and from Italy in the north to Tunisia in the south. It also includes parts of Spain, France, the Balkan States, Greece, Turkey, and the nations of North Africa and the Middle East, as well as some 5,000 islands scattered around the Mediterranean Sea. West of the mainland, the hotspot includes a number of Atlantic islands: the Canaries, Madeira, the Selvages, the Azores and Cabo Verde.

Rivaling the natural diversity in the hotspot (which includes approximately 30,000 plant species), is its cultural, linguistic and socio-economic diversity. The region contains some of the world's first and greatest civilizations, and the oldest sovereign state of San Marino, which dates back to 301 A.D.

Many of the ecosystems reached an equilibrium long ago with human activity dominating the landscapes. However, this delicate balance is in a precarious state as many local communities depend on remaining habitats for fresh water, food and a variety of other ecosystem services.

(CEPF, 2023)

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

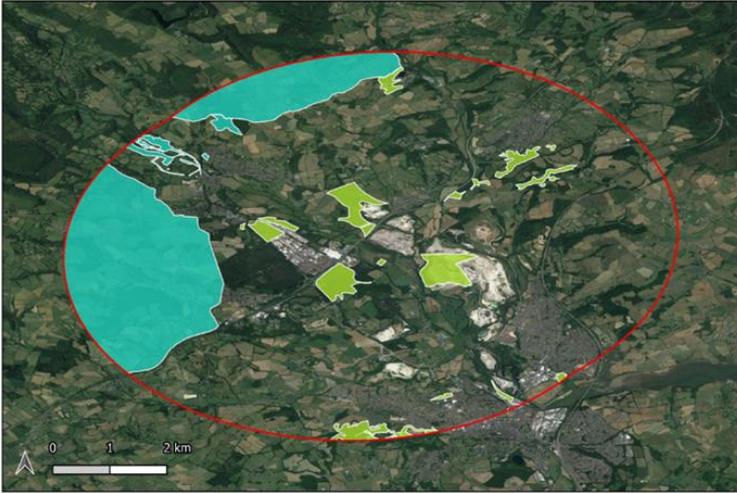
Cover page
Datasets board
Location
Global Ecological Zones
Marine ecoregion
Biodiversity hotspots
WDPA
KBA
IUCN species
Terrestrial habitats
Wetlands
Forest
Marine ecosystems
Human footprint
Vulnerable carbon
Limits and bibliography
Datasets references

Biodiversity areas: Protected areas (1/2)

Project title
Author, date



Presence of protected areas within the site's perimeter



Data source: WDPA and WDOECM (UNEP-WCMC and IUCN, 2023)
Background map: Google satellite
Country: XXXX
Projection: WGS 84

What is the WDPA?

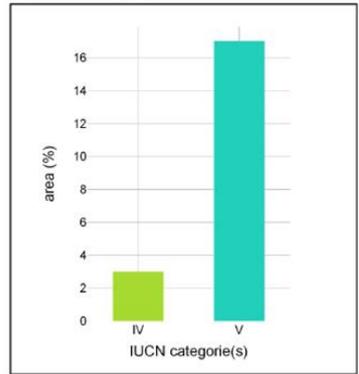
The World Database on Protected Areas is the most comprehensive global database of marine and terrestrial protected areas. According to the International Union for Conservation of Nature (IUCN) "a protected area is a clearly defined geographical space, recognized, dedicated and managed, through legal or other effective means, to achieve the long term conservation of nature with associated ecosystem services and cultural values." (Dudley 2008).

Data for protected area records in the WDPA have been obtained from nearly 500 sources, and are referenced according to their IUCN category (international standard for classifying protected areas according to their management objectives)*. The protected areas mapped here are listed in the next table. The absence of a management category does not in any way reduce the importance of a protected area, nor does it imply that the site is not being adequately managed or should be excluded from analysis.



N.B. 1. The map legend is the full classification of IUCN protected area classification. The site is not necessarily affected by all the classes displayed in the legend.
N.B. 2. The mention "not reported" displayed in the legend and on the graph groups together the areas identified as "not reported", "not assigned" and "not applicable" in the dataset.

Proportion of protected areas (by IUCN category) within the site's buffer



Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Cover page
Datasets board
Location
Global Ecological Zones
Marine ecoregion
Biodiversity hotspots
WDPA
KBA
IUCN species
Terrestrial habitats
Wetlands
Forest
Marine ecosystems
Human footprint
Vulnerable carbon
Limits and bibliography
Datasets references

Biodiversity areas: Protected areas (2/2)

Project title
Author, date



Protected areas within the site's buffer

Name (original)	Desingation (english)	Desingation (original)	Management authority	IUCN category	Area (ha)
XXXX Park	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	14
XXXX Marsh	Local Nature Reserve	Local Nature Reserve	Not Reported	IV	4
XXXX Prairie	Nature Reserve	Nature Reserve	National Trust	V	7
XXXX Caves and Oaklands	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	28
XXXX Moor	Local Nature Reserve	Local Nature Reserve	Not Reported	IV	45
XXXX River	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	41
XXXX Lake	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	14
XXXX Peak	Nature Reserve	Nature Reserve	National Trust	V	47
XXXX Woodland	Local Nature Reserve	Local Nature Reserve	Not Reported	IV	23
XXXX Hills	National Park	National Park	Not Reported	V	1460
XXXX Farm	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	26
XXXX Heathlands	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	2
XXXX Royal Garden	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	1
XXXX Ruins	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	63
XXXX Old Growth Forest	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	1
XXXX Rocky heights	Local Nature Reserve	Local Nature Reserve	Not Reported	IV	3
XXXX Covent	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	51
XXXX Riverwalk	Site Of Special Scientific Interest (Gb)	Site Of Special Scientific Interest (Uk)	Not Reported	IV	46
XXXX Birds Haven	Local Nature Reserve	Local Nature Reserve	Not Reported	IV	3

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Cover page

Datasets board

Location

Global Ecological Zones

Marine ecoregion

Biodiversity hotspots

WDPA

KBA

IUCN species

Terrestrial habitats

Wetlands

Forest

Marine ecosystems

Human footprint

Vulnerable carbon

Limits and bibliography

Datasets references

Biodiversity areas : Key Biodiversity Areas

Presence of Key Biodiversity Areas within the site's perimeter



Data source: KBA (BirdLife International, 2014)
Background map: Google satellite
Country: XXXX
Projection: WGS 84

KBAs within the site's buffer

National name	Source	IBA status	AZE status
XXXX Estuary	BirdLife International: Global IBA Layer 13th June 2008	confirmed	no
XXXX Flood plains	Provided by Local Environmental NGO in June 2016, but initially prepared in 2011	confirmed	no

What are KBAs?

The Key Biodiversity Areas are the most important places in the world for species and their habitats, based on elements of biodiversity across genetic, species and ecosystem levels. The conservation of KBAs help safeguard the most critical zones for nature.

KBA compiles several datasets: Important Bird and Biodiversity Areas, Alliance for Zero Extinction sites, Important Fungus Areas, Important Plant Areas, Prime Butterfly Areas.

Among these data, sites qualify as global KBAs if they meet one or more of 11 criteria, clustered into five higher level categories: threatened biodiversity, geographically restricted biodiversity, ecological integrity, biological processes and irreplaceability.

Additional data:
IBA areas: Important Bird Areas (Bird Life International)
AZE areas: threatened species areas (Alliance for Zero Extinction)

Legend

Site's buffer

KBA's names

XXXX Flood plains

XXXX Estuary

26% of the site's buffer is covered by KBAs

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Page 9

Cover page

Datasets board

Location

Global Ecological Zones

Marine ecoregion

Biodiversity hotspots

WDPA

KBA

IUCN species

Terrestrial habitats

Wetlands

Forest

Marine ecosystems

Human footprint

Vulnerable carbon

Limits and bibliography

Datasets references

Threatened species (1/2)

IUCN Red List species: range of endangered amphibians, mammals, reptiles and plants

Plants



Mammals



Amphibians



Reptiles



Data source: IUCN Red List Maps (IUCN, 2022)
Background map: Google satellite
Country: XXXX
Projection: WGS 84

What is the IUCN Red List?

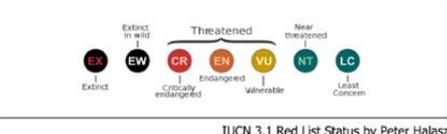
Established in 1964, the IUCN Red List of Threatened Species has evolved to become the world's most comprehensive information source on the global conservation status of animal, fungi and plant species.

What is a threatened species?

Threatened species are any species which are vulnerable to extinction in the near future. Among the different categories of species vulnerability established by the IUCN, only species in the "critically endangered" (CR), "endangered" (EN) and "vulnerable" (VU) categories are considered here as "threatened".

This assessment illustrates the known range of endangered amphibians, mammals, reptiles and plants.

The distribution maps are a depiction of a taxon's distribution; this does not equate to either the spread of extinction risk or the occupied range area. The maps simply intend to: inform Red List assessments, help to identify conservation priorities, visualize a representation of geographical area within which species can be found (IUCN, 2022). Species whose range is mapped here are listed on the following page.



IUCN 3.1 Red List Status by Peter Halasz

Legend

Site's buffer

IUCN categories

Vulnerable

Endangered

Critically endangered

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Page 10

Cover page
Datasets board
Location
Global Ecological Zones
Marine ecoregion
Biodiversity hotspots
WDPA
KBA
IUCN species
Terrestrial habitats
Wetlands
Forest
Marine ecosystems
Human footprint
Vulnerable carbon
Limits and bibliography
Datasets references

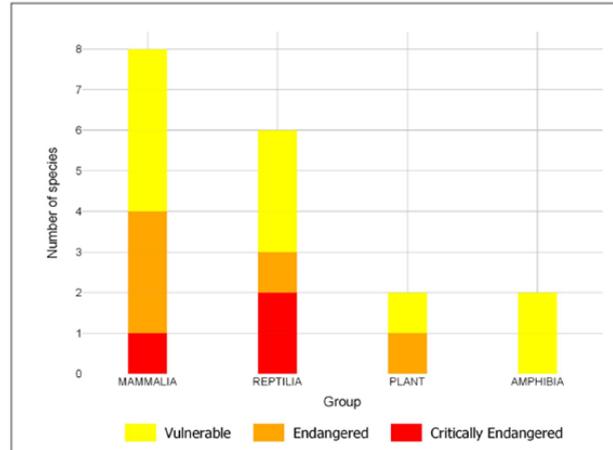
Threatened species (2/2)

Project title
Author, date
Corporate logo

List of threatened animal and/or plant species with a range within the site's buffer

Plant/animal group	Scientific name	Threat status
AMPHIBIA	Rana iberica	VU
AMPHIBIA	Pelobates cultripes	VU
MAMMALIA	Balaenoptera musculus	EN
MAMMALIA	Balaenoptera borealis	EN
MAMMALIA	Balaenoptera physalus	VU
MAMMALIA	Nyctalus lasiopterus	VU
MAMMALIA	Arvicola sapidus	VU
MAMMALIA	Physeter macrocephalus	VU
MAMMALIA	Oryctolagus cuniculus	EN
MAMMALIA	Eubalaena glacialis	CR
PLANT	Rumex rupestris	VU
PLANT	Genista ancistrocarpa	EN
REPTILIA	Demochelys coriacea	VU
REPTILIA	Chelonia mydas	EN
REPTILIA	Caretta caretta	VU
REPTILIA	Lepidochelys kempii	CR
REPTILIA	Eretmochelys imbricata	CR
REPTILIA	Vipera latastei	VU

Number of threatened species (by animal or plant group and by level of threat) with a range within the site's buffer



Data source: IUCN Red List Maps (IUCN, 2022) Country:XXXX

Total number of threatened species with a range comprising the site's buffer: **18**

N.B. Please note that the species listed in the table are not necessarily present in the area of the site; these are probable ranges where the species are likely to be found.

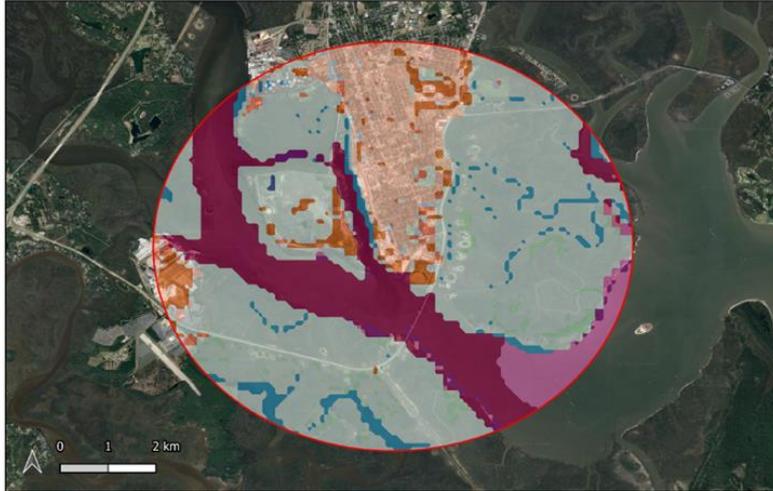
Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Cover page
Datasets board
Location
Global Ecological Zones
Marine ecoregion
Biodiversity hotspots
WDPA
KBA
IUCN species
Terrestrial habitats
Wetlands
Forest
Marine ecosystems
Human footprint
Vulnerable carbon
Limits and bibliography
Datasets references

Ecosystems: Terrestrial habitat types

Project title
Author, date
Corporate logo

Habitat types within the site's buffer



Data source: Terrestrial Habitats types (Jung M., et al., 2015)
Background map: Google satellite

Country: XXXX
Projection: WGS 84

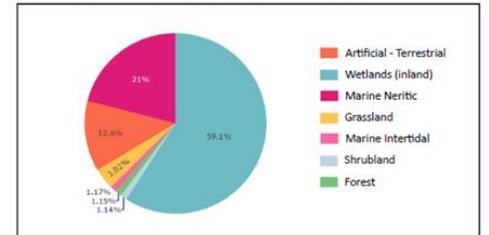
Legend	
Site's buffer	
Habitats	
Artificial-Terrestrial - Plantations	Marine Neritic
Artificial-Terrestrial - Urban Areas	Marine Neritic - Seagrass (Submerged)
Forest - Subtropical/tropical swamp	Shrubland - Temperate
Forest - Temperate	Wetlands - Permanent freshwater lakes (over 8 ha)
Grassland - Temperate	Wetlands - Permanent inland deltas
Marine Intertidal	Wetlands - Seasonal/intermittent saline brackish or alkaline lakes and flats
Marine Intertidal - Tidepools	Wetlands (inland)

What are the terrestrial habitat types?

Habitat loss is one of the primary causes of biodiversity decline. There are many definitions of 'habitat', but they can broadly be described as the entirety of the physical conditions - including land cover and climate - that enable a species' population to persist in space and time. There is a strong positive relationship between the extent and intactness of a species' habitat and its population persistence. Knowledge about species' habitats is critical to design landscape management plans, conservation planning and analysis of past trends and future scenarios of species' extinction risk. Terrestrial habitat classes have been delineated following the IUCN classification scheme by intersecting data on land cover, climate and land use (Jung M., et al, 2020).

N.B. Differences in thematic resolution and definitions can lead to large variations in area-based land-cover estimates and errors.

Proportion of habitats types within the site buffer



Additional information on wetlands and the hydrographic system

Wetlands: 50-100% Wetland: 5382 ha (i.e. 68%)
Lake: 1309 ha (i.e. 16%)

Hydrographic network: No data or information

Data sources: Global Lakes and Wetlands Database (WWF), Natural Earth Rivers, lakes and reservoirs (Natural Earth)

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Cover page

Datasets board

Location

Global Ecological Zones

Marine ecoregion

Biodiversity hotspots

WDPA

KBA

IUCN species

Terrestrial habitats

Wetlands

Forest

Marine ecosystems

Human footprint

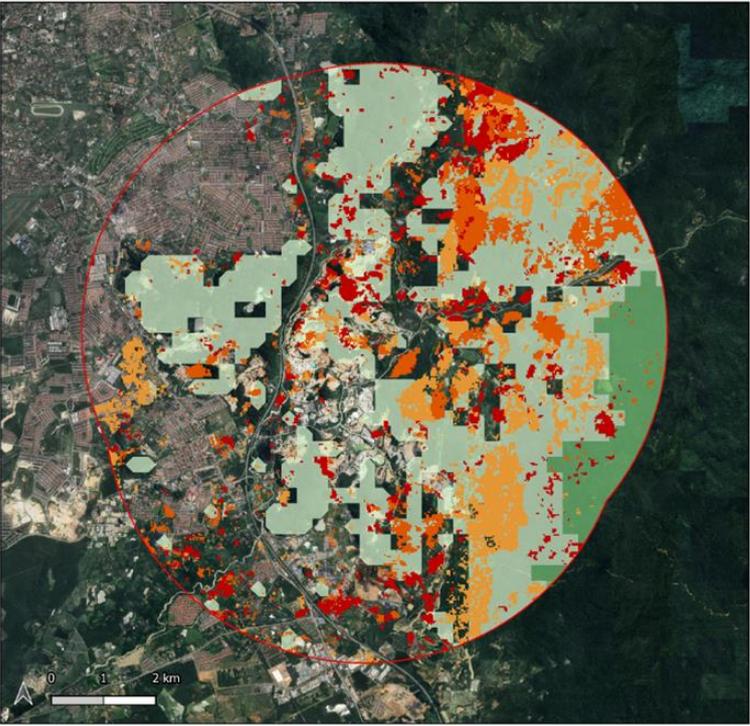
Vulnerable carbon

Limits and bibliography

Datasets references

Ecosystems: Forest integrity and deforestation

Forest condition : forest landscape integrity and deforestation within the site's buffer



Data sources: Global Forest Change (Hansen M.C., et al., 2019), Forest Landscape Integrity Index (Grantham H.S., et al., 2000)
Background map: Google satellite

Country: XXXX
Projection: WGS 84

Project title
Author, date

Corporate logo

What is the forest integrity?
The Forest Landscape Integrity is an index showing the forest extent in 2000, indicating, in addition, degrees of forest integrity. The integrity is based on human pressures and alteration of forest connectivity (Grantham H.S., et al., 2020). Areas with medium to high integrity indexes could be preserved, while areas with a low index could represent a forest restoration opportunity.

And what about forest loss?
The Global Forest Change data shows the forest loss over the period 2001-2019. Each class in the legend thus indicates the time period of deforestation. Areas with forest loss could represent reforestation opportunities (Hansen M.C., et al., 2013).

Legend

Site's buffer

Forest integrity

- low integrity
- medium integrity
- high integrity

Forest loss

- 2001-2007
- 2008-2013
- 2014-2019

Proportion of wooded and deforested area within the site's buffer, by integrity level (forest cover) and year of deforestation (forest loss)

Forest integrity area:		Forest loss area:	
low integrity:	4427 ha (i.e. 44 %)	2001-2007:	1026 ha
medium integrity:	522 ha (i.e. 5 %)	2008-2013:	434 ha
high integrity:	0 ha (i.e. 0 %)	2014-2019:	513 ha
Sum:	4950 ha (i.e. 49 %)	Sum:	1974 ha

N.B. 1. The map legends are the full legends of the databases. All the classes displayed in the legend are not necessarily on the map.
N.B. 2. It may be that some areas (particularly forest loss) are so small that items are not visible on the map. Please refer to the box above for the site's composition. (Figures are rounded; zeros can therefore simply mean values less than 1).
N.B. 3. These forestry datasets are derived from modelling. Approximations of location, type or area are therefore possible. The figures presented above, calculated by GIS, provide orders of magnitude rather than exact values.

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Page 13

Cover page

Datasets board

Location

Global Ecological Zones

Marine ecoregion

Biodiversity hotspots

WDPA

KBA

IUCN species

Terrestrial habitats

Wetlands

Forest

Marine ecosystems

Human footprint

Vulnerable carbon

Limits and bibliography

Datasets references

Ecosystems: Marine ecosystems

Marine ecosystems within the site's buffer



Data source: Global Distribution of Saltmarshes (Mcowen, C. et al, 2015), Global Distribution of Seagrasses (UNEP-WCMC, 2020), Global Distribution of Coral Reefs (UNEP-WCMC, 2018), Global Mangrove Watch (Bunting P., et al., 2020)
Background map: Google satellite

Country: XXXX
Projection: WGS 84

Project title
Author, date

Corporate logo

What are marine ecosystems?
Marine ecosystems are saltwater aquatic ecosystems like estuaries and coastal areas, along with the open sea and oceans.

This includes but is not limited to:

Coral reefs: small colonial invertebrates that live in shallow seas found in the coastal zones of warm tropical and subtropical ocean (Park C., et al., 2013).

Mangrove: a tropical evergreen tree or shrub which grows in coastal areas, particularly on tidal flats and estuaries (Park C., et al., 2013).

Saltmarshes: an area of low-lying ground along a coast, which is regularly flooded by seawater at average high tide during the growing season, and where salt-tolerant plants grow (Park C., et al., 2013).

Seagrasses: they are the only flowering plants that can live underwater. They grow in sediment on the sea floor with erect, elongate leaves and a buried root-like structure (rhizome). There are about 60 species of fully marine seagrasses (Seagrass-Watch, 2023).

Covering a vast area of the earth, marine and coastal ecosystems are essential to the proper functioning of the planet. They provide several services, including nutrition for wildlife and humans, life cycle maintenance for flora and fauna, and carbon sequestration (Océan et Climat, s.d.). Thus, special attention should be given to the preservation or restoration of these habitats.

Legend

Site's buffer

Marine ecosystems

- Saltmarshes
- Seagrasses

Informations

Saltmarshes: 252 ha
Seagrasses: 409 ha
Seagrasses scientific name: *Zostera marina*
Seagrasses vernacular name: Eelgrass

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Page 14

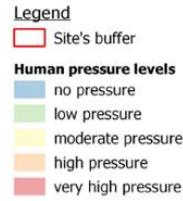
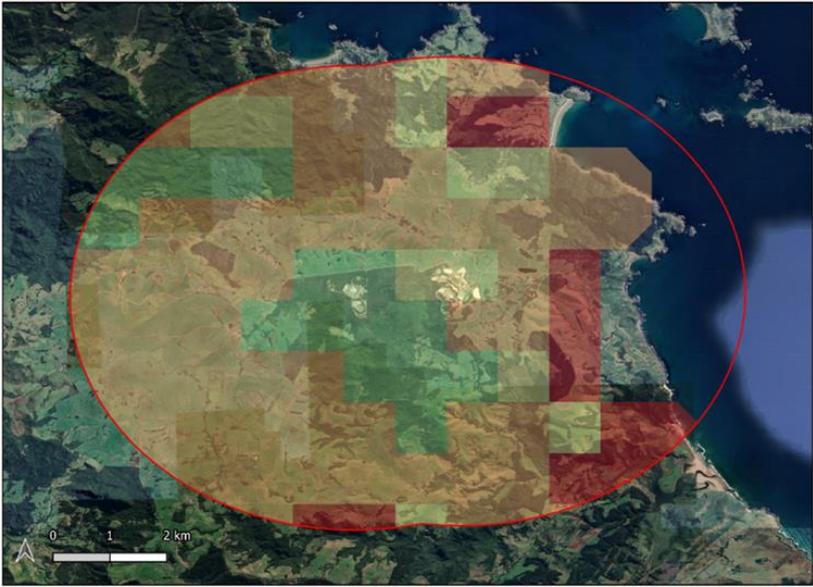
- Cover page
- Datasets board
- Location
- Global Ecological Zones
- Marine ecoregion
- Biodiversity hotspots
- WDPA
- KBA
- IUCN species
- Terrestrial habitats
- Wetlands
- Forest
- Marine ecosystems
- Human footprint**
- Vulnerable carbon
- Limits and bibliography
- Datasets references

Human impacts and carbon resources: Human footprint

Project title
Author, date

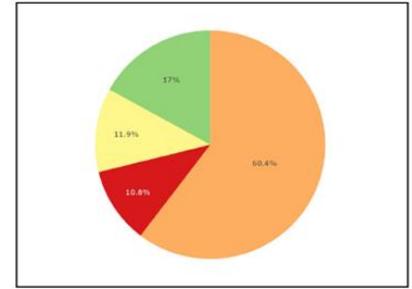
Corporate logo

Characterisation of the human footprint within the site's buffer



N.B. Common legend for the map and graph

Proportion of different degrees of human pressures within the site



Data sources: Global Human Footprint (Venter O., et al., 2009)
Background map: Google satellite

Country: XXXX
Projection: WGS 84

What does the human footprint mean?

What does the human footprint mean? Human pressures on the environment are changing spatially and temporally, with profound implications for the planet's biodiversity and human economies. The human footprint refers to the direct and indirect human pressures on the environment globally, based on 8 variables : built environments, population density, electric infrastructure (night-time lights), crop lands, pasture lands, roads, railways, navigable waterways. These 8 pressures were overlaid to create the standardized Human Footprint map indicating the degree (low to very high) of pressure in an area. Areas with reduced level of pressures should be preserved (Venter O. et al., 2016).

Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

- Cover page
- Datasets board
- Location
- Global Ecological Zones
- Marine ecoregion
- Biodiversity hotspots
- WDPA
- KBA
- IUCN species
- Terrestrial habitats
- Wetlands
- Forest
- Marine ecosystems
- Human footprint
- Vulnerable carbon**
- Limits and bibliography
- Datasets references

Human impacts and carbon resources: Vulnerable carbon

Project title
Author, date

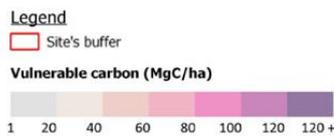
Corporate logo

Distribution and quantification of vulnerable carbon sinks



Data sources: Vulnerable carbon (Noon M., et al., 2018)
Background map: Google satellite

Country: XXXX
Projection: WGS 84



Average of vulnerable carbon value estimate within the site buffer: **40 MgC/ha**

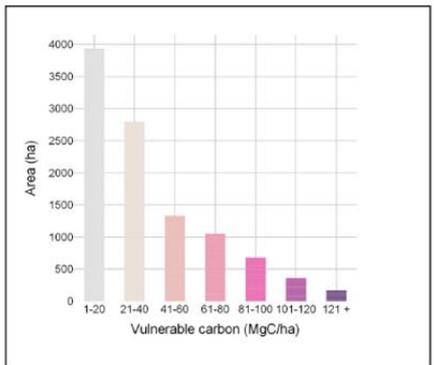
N.B. The map legend is the full legend of the database. All the classes displayed in the legend are not necessarily on the map. Please refer to the diagram on the right side for the site's composition.

What is vulnerable carbon?

Based on the global maps of carbon density in 2018, vulnerable carbon is the amount of carbon lost in the event of disturbance/exploitation. In other words, it corresponds to the amount of carbon that would be released if the reserves were destroyed (e.g. by logging or forest fire) or in a typical land-use conversion (Noon, M.L., et al.). It is expressed as the megagrams (Mg) of carbon (C) potentially stocked per hectare (ha) of land.

Carbon sinks absorb more carbon than they release. Protecting carbon sinks is essential for tackling climate change and keeping climate stable.

Area of carbon stocks on the site's buffer, according to the amount of carbon stored



Site(s): xxx | Site activity: xxx | Country: xxx

Cover page
Datasets board
Location
Global Ecological Zones
Marine ecoregion
Biodiversity hotspots
WDPA
KBA
IUCN species
Terrestrial habitats
Wetlands
Forest
Marine ecosystems
Human footprint
Vulnerable carbon
Limits and bibliography
Datasets references

Disclaimer and limits

This cartographic work is based on the processing and analysis of global digital spatial data. This is a **general diagnosis** carried out on the company's sites worldwide, providing information on the main ecological stakes. It is important to use it as a tool for raising awareness and communicating, rather than an exact and exhaustive knowledge base. When analysing the cartographic work carried out, attention should be paid to three main points:

Data heterogeneity : the datasets used have variable parameters, including data date, data producer, acquisition method, and spatial resolution.

Data acquisition method: the content of a dataset may be based on different acquisition methods. Most of these are: **compilation** of several datasets from different sources, which results in a certain heterogeneity within the same dataset, such as spatial resolution, date or data producer; or **modelling**, using satellite images and artificial intelligence, and which may therefore result in mapping or identification errors.

Surface indicators: the surface areas (in hectares or percentages) displayed in the atlas are calculated using GIS software (calculations in WGS84 based on the ellipsoid). They gave an approximative overview of the extent of some ecological features and their values should be taken as a global indication.

For more information on the limits of each dataset, **please consult the dataset sheets, available in the mapping user guide appendix** (Régnier A., Forero S., 2023).

Bibliographic references

CEPF, (2023). *Biodiversity Hotspots Defined*. Critical Ecosystem Partnership Fund. Source link: <https://www.cepf.net/our-work/biodiversity-hotspots/hotspots-defined>; visited on May 2023.

CEPF, (2023). *Explore the Biodiversity Hotspots*. Critical Ecosystem Partnership Fund. Source link: <https://www.cepf.net/our-work/biodiversity-hotspots>; visited on May 2023.

Dudley N., (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland, Switzerland: IUCN. With Stolton S., Shadie P., and Dudley N., 2013. IUCN WCPA Best Practice Guidance on Recognising Protected Areas and Assigning Management Categories and Governance Types, Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 21, Gland, Switzerland: IUCN. p. 2/143.

IUCN, (2021). *Mapping Standards and Data Quality for the IUCN Red List Spatial Data (Version 1.19, May 2021)*. Prepared by the IUCN SSC Red List Technical Working Group. p. 4/28

Océan et Climat, (s.d.). *Les services écosystémiques marins et côtiers*. Plateforme Océan & Climat. Source link: <https://ocean-climate.org/services-ecosystemiques-marins-cotiers/#>; visited on May 2023.

Park C., Allaby M., (2013). *Oxford Dictionary of Environment and Conservation* (second edition). Oxford University Press.

Régnier A., Forero S., (2023). *Ecological atlas, Mapping user guide*. PatriNat, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.

Rakonczay Z., (2002). *Biome-Specific Forest Definitions*. Report 1 to the UNFCCC secretariat. Report number: FCCC/TP/2002/1. Affiliation: United Nations Organisation, UNFCCC secretariat. p.10/33.

Seagrass-Watch, (2023). *What is seagrass?* Seagrass-Watch Global Seagrass Observing Network. Source link: <https://www.seagrasswatch.org/seagrass/>; visited on May 2023.

Warning. Neither the data nor any work derived from or based upon this atlas may be put to Commercial Use without the prior written permission of the data producers. Please refer to the references on the next page in order to contact the data producers if needed.

Page 17

Cover page
Datasets board
Location
Global Ecological Zones
Marine ecoregion
Biodiversity hotspots
WDPA
KBA
IUCN species
Terrestrial habitats
Wetlands
Forest
Marine ecosystems
Human footprint
Vulnerable carbon
Limits and bibliography
Datasets references

Dataset references

BirdLife International (2021). Key Biodiversity Areas dataset. *Digital boundaries of Key Biodiversity Areas from the World Database of Key Biodiversity Areas*. Developed by the KBA Partnership: BirdLife International, International Union for the Conservation of Nature, American Bird Conservancy, Amphibian Survival Alliance, Conservation International, Critical Ecosystem Partnership Fund, Global Environment Facility, Re:Wild (formerly GWC), NatureServe, Rainforest Trust, Royal Society for the Protection of Birds, Wildlife Conservation Society and World Wildlife Fund. March 2021 Version. Data link: <http://www.keybiodiversityareas.org/kba-data/request>; visited on March 2023.

Bunting P., Rosenqvist A., Lucas R., Rebelo L.M., Hilarides L., Thomas N., Hardy A., Itoh T., Shimada M., Finlayson C.M., (2018). Mangrove dataset. *The Global Mangrove Watch - a New 2010 Global Baseline of Mangrove Extent*. Remote Sensing 10(10): 1669. doi: 10.3390/rs1010669. Paper link: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0179302>; data link: <https://data.unep-wcmc.org/datasets/45>; visited on March 2023.

FAO FOM Forestry Department, (2013). Global Ecological Zones (GEZ) dataset. *Global Ecological Zones (second edition)*. Data link: <https://data.apps.fao.org/map/catalog/strv/eng/catalog/search?id=47105&currTab=simple#/metadata/2fb209d0-fd34-4e5e-a3d8-a13c241eb61b>; visited on March 2023.

Grantham H.S., Duncan A., Evans T.D., Jones K. R., Beyer H. L., Schuster R., Walston J., Ray J. C., Robinson J. G., Callow M., (2020). Forest Landscape Integrity Index (FLII) dataset. *Anthropogenic modification of forests means only 40% of remaining forests have high ecosystem integrity*. Nat Commun 11, 5978 (2020). Paper link: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19493-3>; data link: <https://www.forestlandscapeintegrity.com/download-data>; visited on March 2023.

Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S. V., Goetz S. J., Loveland T. R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C. O., Townshend J. R. G., (2013). Global Forest Change dataset. *High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change*. Science 342 (15 November): 850–53. Data link: http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.7.html; visited on March 2023.

Hoffman M., Koenig K., Bunting G., Costanza J., Kristen W.J., (2016). Biodiversity Hotspots dataset (version 2016.1). Developed and supported by Conservation International (CI) and Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF). Data link: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=f88ec2af7cfc40c7af89d9b7e922d4d8>; visited on March 2023.

IUCN, (2022). IUCN Red List of Threatened Species dataset. Data link: <https://www.iucnredlist.org/resources/spatial-data-download>; visited on March 2023.

Jung M., Dahal P.R., Butchart S.H.M., Donald P.F., De Lamo X., Lesiv M., Kapos V., Rondinini C., Visconti P., (2020). Terrestrial habitat types dataset. *A global map of terrestrial habitat types (Version 004)*. Paper link: <https://www.nature.com/articles/s41597-020-00599-8>; data link: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4058819>; visited on March 2023.

The dates provided in the table of datasets (p.1) and on the atlas maps are those of the data (time of acquisition), while the dates given in the bibliographic references are those of the publication of the data or the associated article.

Mcowen C., Weatherdon L.V., Bochove J., Sullivan E., Blyth S., Zockler C., Stanwell-Smith D., Kingston N., Martin C.S., Spalding M., Fletcher S., (2017). Saltmarshes dataset. *A global map of saltmarshes (v6.1)*. Biodiversity Data Journal 5: e11764. Paper link: <https://doi.org/10.3897/BDJ.5.e11764>; data link: <https://doi.org/10.34892/07wk-ws51>; visited on March 2023.

Natural Earth, (n.d.). Rivers, lake centerlines, lakes and reservoirs dataset. Data link: <https://www.naturalearthdata.com/downloads/10m-physical-vectors/>; visited on March 2023.

Noon M., Goldstein A., Ledezma J.C., Roehrdanz P., Cook-Patton S.C., Spawn-Lee S.A., Wright T.M., Gonzalez-Roglich M., Hole D.G., Rockström J., Turner W.R., (2021). Irrecoverable carbon dataset. *Mapping the irrecoverable carbon in Earth's ecosystems*. Paper link: <https://www.nature.com/articles/s41893-021-00803-6>; Data link: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4091029>; visited on March 2023.

The Nature Conservancy, (2012). Marine Ecoregions dataset. *Marine Ecoregions and Pelagic Provinces of the World*. GIS layers developed by The Nature Conservancy with multiple partners, combined from Spalding et al. (2007) and Spalding et al. (2012). Cambridge (UK): The Nature Conservancy. DOIs: 10.1641/B570707; 10.1016/j.oecoman.2011.12.016. Data link: <https://data.unep-wcmc.org/datasets/38>; visited on March 2023.

UNEP-WCMC, IUCN, (2023). WDPA dataset. Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) and World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM), Cambridge, UK: UNEP-WCMC and IUCN. Data link: <https://www.protectedplanet.net/>; visited on March 2023.

UNEP-WCMC, Short FT, (2021). Seagrasses dataset. *Global distribution of seagrasses (version 7.1)*. Seventh update to the data layer used in Green and Short (2003). Cambridge (UK): UN Environment World Conservation Monitoring Centre. Data link: <https://doi.org/10.34892/x6r3-d211>; visited on March 2023.

UNEP-WCMC, WorldFish Centre, WRI, TNC, (2021). Coral reefs dataset. *Global distribution of warm-water coral reefs, compiled from multiple sources including the Millennium Coral Reef Mapping Project (version 4.1)*. Includes contributions from IMaRS-USF and IRD (2005), IMaRS-USF (2005) and Spalding et al. (2001). Cambridge (UK): UN Environment World Conservation Monitoring Centre. Data link: <https://doi.org/10.34892/t2wk-5t34>; visited on March 2023.

Venter O., Sanderson E.W., Magrath A., Allan J.R., Beher J., Jones K.R., Possingham H.P., Laurance W.F., Wood P., Fekete B.M., Levy M.A., Watson J.E.M., (2016). Global Human Footprint dataset. *Global terrestrial Human Footprint maps for 1993 and 2009*. Dryad, data link: <https://doi.org/10.5061/dryad.052q5>; visited on March 2023.

WWF, (2004). Global Lakes and Wetlands dataset. Paper link: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169404001404>; data link: <https://www.worldwildlife.org/pages/global-lakes-and-wetlands-database>; visited on March 2023.

Page 18

RÉSUMÉ

La réalisation d'un atlas cartographique des potentialités écologiques, fondé sur l'utilisation de différentes bases de données, permet aux acteurs économiques de mieux connaître l'environnement dans lequel sont implantées leurs activités. Cette première étape permet une analyse globale à l'échelle d'un réseau de sites dans un objectif d'anticipation d'impacts potentiels sur la biodiversité, mais aussi d'évitement d'impacts ou d'opération de réhabilitation de sites post-exploitation.

Pour concevoir ce travail d'évaluation cartographique, un cadre méthodologique standardisé est ici proposé, fondé sur l'exploitation de jeux de données géographiques accessibles contenant des couches d'informations sur l'environnement, telles que les aires protégées, l'indice d'intégrité des forêts, le mode d'occupation du sol, les aires de répartition des espèces menacées, etc. L'application de ce cadre méthodologique consiste en la réalisation d'un projet SIG, mené grâce à des outils numériques d'analyse de données spatiales et statistiques, et composé de plusieurs étapes allant de l'acquisition des données à leur représentation finale, en passant par leur gestion, traitement et analyse.

La réalisation de ce travail conduit à la production de documents graphiques et/ou textuels, jouant le rôle d'outils de communication et sensibilisation, dans le but de porter à connaissance le patrimoine naturel potentiel dans le territoire des sites d'étude.

Destiné à de grandes échelles géographiques, ce cadre méthodologique comporte des intérêts mais également des limites qui sont abordés, accompagnés de perspectives d'amélioration ou d'adaptation à des contextes particuliers.

PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD)

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel

Jardin des Plantes

CP41 – 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire

75005 Paris

www.patrinat.fr

