

LES CAHIERS DE BIODIV'2050 :



Vers une évaluation de
l'empreinte biodiversité
des entreprises :
le Global Biodiversity
Score

N°11 - Novembre 2017

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
1. Genèse du projet	5
1.1 Historique des travaux de CDC Biodiversité sur la thématique « entreprises et biodiversité »	5
1.2 Objectif du projet	5
2. Recherche d'une complémentarité avec les initiatives nationales et internationales en lien avec la problématique d'empreinte biodiversité des entreprises	7
2.1 Les initiatives internationales	7
2.2 Les initiatives nationales	8
2.3 Projets d'empreinte biodiversité	9
3. Le Global Biodiversity Score : objectifs, caractéristiques recherchées et présentation générale	11
3.1 Les caractéristiques recherchées pour l'empreinte biodiversité GBS™ des entreprises	11
3.2 Spécifications souhaitées des données biodiversité en entrée de la méthodologie GBS™	12
3.3 Tour d'horizon des jeux de données existants répondant au cahier des charges fixé	12
3.4 Justification du choix des données du modèle GLOBIO	14
3.5 La méthodologie GBS en détail	16
4. Focus sur les données biodiversité du modèle GLOBIO utilisées en entrée de la méthodologie GBS™	21
4.1 L'indicateur biodiversité du modèle GLOBIO : le MSA	21
4.2 Fonctionnement général du modèle GLOBIO	22
5. La méthodologie GBS™ : première étape sur l'empreinte biodiversité des matières premières	29
5.1 Les données biodiversité utilisées en entrée	29
5.2 Le processus de réallocation des impacts	29
5.3 Exemple d'application pour une matière première agricole : le soja	34
5.4 Limites pour la première étape de la méthodologie GBS™ sur le calcul de l'empreinte des matières premières	36
6. La méthodologie GBS™ : développements en cours et défis à venir	37
6.1 Les développements en cours	37
6.2 Les défis restant à relever	41
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	43
GLOSSAIRE	44
ANNEXES	45
BIBLIOGRAPHIE	47

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : LAURENT PIERMONT
REDACTEUR EN CHEF : PHILIPPE THIÉVENT
COORDINATION : AURELIEN GUINGAND ET ANTOINE CADI
RÉDACTION : ANTOINE VALLIER
AVEC L'APPUI DE : LORA ROUVIERE ET ROSE CHOUKROUN
ÉDITION : MISSION ECONOMIE DE LA BIODIVERSITE
CRÉATION GRAPHIQUE : JOSEPH ISIRDI - www.lisajoseph.fr
CONTACT : meb@cdc-biodiversite.fr
PHOTO COUVERTURE : © PPAMPICTURE

EDITO

Longtemps considérée comme un espoir vain, la recherche d'indicateurs synthétiques susceptibles de rendre compte des impacts des activités économiques sur l'environnement est en train de changer profondément le monde de l'entreprise. En matière de lutte contre le changement climatique, l'adoption de la tonne équivalent carbone, qui exprime les effets sur le climat des différents gaz à effet de serre, en les rapportant à l'équivalent de l'effet sur le climat d'une tonne de CO₂ émise, structure désormais les politiques et actions de l'ensemble des acteurs. De la même façon, pour que la mobilisation en faveur de la biodiversité égale celle obtenue en faveur du climat, nous avons sans aucun doute besoin d'un indicateur de mesure simple et compréhensible. Un outil dont il ne faudra cependant pas oublier qu'il ne peut au mieux constituer qu'une approximation de l'infinie complexité et de la dynamique du vivant. Des initiatives à toutes les échelles avancent désormais dans cet objectif.

La notation des acteurs sur leurs impacts et actions en faveur de la biodiversité, qui se structurera dans un futur proche, nécessite une prise en compte des enjeux spécifiques des entreprises. Dans cet esprit, CDC Biodiversité propose ainsi de construire, en partenariat étroit avec les entreprises et institutions financières et sur la base des travaux scientifiques internationaux faisant consensus, l'équivalent biodiversité de la tonne équivalent carbone pour le changement climatique.

L'enjeu est la construction d'un outil présentant cinq qualités : représenter la biodiversité elle-même (et non pas uniquement sa valeur ou les services qu'elle rend) au risque, sinon, de détourner l'action de l'objectif visé ; être transparent et consensuel ; être à la fois compréhensible par le plus grand nombre et aisé à calculer par une entreprise ; s'exprimer par un nombre ; et être capable de rendre compte, par ses variations, des efforts accomplis par celui dont on mesure l'impact.

Nous pensons, à CDC Biodiversité, avoir identifié une méthodologie permettant d'atteindre cet objectif et de produire un indicateur, que nous appelons « Global Biodiversity Score », répondant aux conditions exposées ci-dessus. Nous avons engagé le développement qui est ouvert et partenarial. Afin qu'il soit le mieux adapté possible aux spécificités et contraintes de chaque secteur, nous proposons aux acteurs économiques de s'engager au sein du Club B4B+, club des entreprises pour une biodiversité positive, dans lequel sera co-construit le Global Biodiversity Score (GBS).

Au moment de la rédaction de ce 11ème Cahier de BIODIV'2050, qui est en même temps le premier d'une série consacrée à la production du GBS : « TRAVAUX DU CLUB B4B+ », le Club B4B+ comptait une vingtaine d'entreprises. J'invite tous ceux que le sujet intéresse et qui souhaitent être acteurs du développement engagé, à nous rejoindre.

LAURENT PIERMONT
Président de CDC Biodiversité



INTRODUCTION

La biodiversité, « tissu vivant » de la planète, est le socle des services écosystémiques dont dépendent les sociétés humaines (approvisionnement en matières premières, pollinisation, qualité de l'air, qualité de l'eau, régulation du climat). Elle garantit également la capacité des écosystèmes à faire face à des perturbations futures. Le monde connaît aujourd'hui une érosion massive de la biodiversité. La manifestation la plus visible de cette érosion accélérée est le nombre grandissant d'espèces en voie d'extinction. Parmi celles-ci, et au-delà des espèces remarquables, l'effondrement des populations des espèces dites « communes », a des conséquences importantes sur le fonctionnement même des écosystèmes. La perte de biodiversité est un enjeu qui concerne tous les écosystèmes et l'ensemble des géographies, de la forêt tropicale de Bornéo en Indonésie, aux espaces agricoles occidentaux, en passant par les grandes métropoles.

La biodiversité est également indispensable au fonctionnement sur le long terme des activités économiques. La majorité des secteurs économiques utilise et donc dépend, directement ou indirectement, des ressources naturelles et des services écosystémiques. Du fait de cette relation de dépendance, l'érosion actuelle de la biodiversité représente une menace pour le développement économique et la stabilité de nos sociétés. Face à l'importance de cette crise, la communauté internationale s'est mobilisée. L'Organisation des Nations Unies (ONU) a lancé, lors du Sommet de la Terre à Rio en 1992, la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) afin de donner un cadre et de fixer des objectifs, au niveau mondial, de lutte contre l'érosion de la biodiversité. Ainsi, les 196 Parties à la CDB

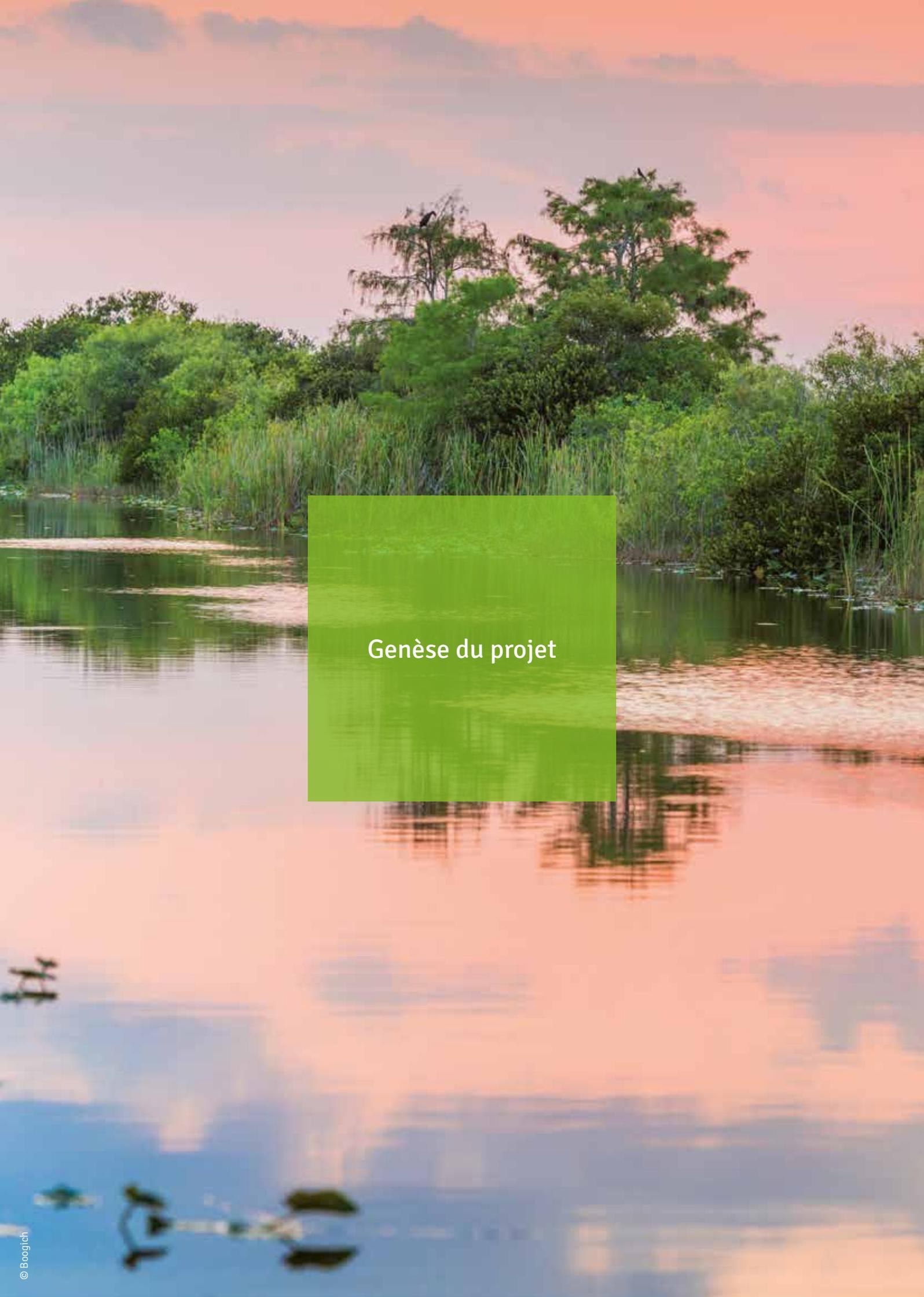
ont élaboré un Plan stratégique 2011-2020 pour la diversité biologique décomposé en 20 objectifs : les objectifs d'Aichi. La mobilisation du secteur privé y est clairement identifiée comme un enjeu crucial, tant en matière d'intégration de la biodiversité dans les politiques sectorielles pour réduire les pressions qui s'exercent sur les écosystèmes, que dans un objectif de mobilisation de ressources financières. En 2010, le premier rapport du « Groupe de haut niveau sur l'évaluation mondiale des ressources pour la mise en œuvre du Plan stratégique 2011-2020 » a estimé qu'il faudrait chaque année mobiliser entre 150 et 440 milliards de dollars, soit entre 0,20 % et 0,53 % du PIB mondial annuel⁽¹⁾, pour inverser la tendance de l'érosion de la biodiversité⁽²⁾. Or, le niveau actuel des dépenses mobilisées en faveur de la biodiversité est évalué à environ 50 milliards de dollars par an (Parker et al., 2012), ce qui représente seulement entre un sixième et un huitième du montant total nécessaire.

Dans ce contexte, les attentes sont fortes pour une mobilisation effective du secteur privé sur le sujet de la biodiversité. Elles émanent de l'ensemble des parties prenantes : pouvoirs publics, société civile, investisseurs et entreprises elles-mêmes. Une dynamique qui n'est pas sans rappeler celle engagée pour le climat quelques années auparavant.

(1) Sur la base du PIB mondial de 2013 évalué par la Banque mondiale à 75 621,858 milliards de dollars US. Source : <http://databank.worldbank.org/data/download/GDP.pdf>

(2) La fourchette des estimations est large du fait de la diversité des méthodologies possibles d'évaluation des coûts et des synergies potentielles avec des dépenses participant à différents objectifs, comme la lutte contre le changement climatique ou l'agriculture durable.





Genèse du projet

1

Genèse du projet

1.1 Historique des travaux de CDC Biodiversité sur la thématique « entreprises et biodiversité »

Les relations entre entreprises et biodiversité ont fait l'objet de travaux multiples ces dernières années au sein de CDC Biodiversité dans le cadre de la Mission Economie de la Biodiversité (MEB) de la Caisse des Dépôts⁽³⁾. Une analyse qualitative des risques et opportunités liés à la biodiversité en fonction des principaux secteurs de l'économie a permis dans un premier temps d'appréhender la diversité des situations des secteurs et des entreprises face à la biodiversité (CDC Biodiversité, 2015). Puis, pour approfondir cette démarche et renforcer son caractère opérationnel, une analyse comparative des outils standardisés à destination des entreprises pour la prise en compte de la biodiversité a été menée. Ce travail a été complété par la création d'un outil dédié, GoBIODIV+⁽⁴⁾, permettant aux entreprises de s'orienter, *via* un jeu de questions-réponses, vers les outils répondant au type d'utilisation (stratégique, site, produit, etc.) et au niveau d'expertise souhaité en matière de biodiversité (CDC Biodiversité, 2015).

L'ensemble de ces travaux a permis de mettre en évidence les manques et les limites des outils existants qui freinent l'intégration de la biodiversité par les entreprises. Le premier constat est qu'à l'échelle de la chaîne de valeur, les outils d'analyse sont rares et exclusivement qualitatifs. En effet, la majorité des outils quantitatifs concernent des périmètres d'analyse plus restreints (site de production, bâti) et les parties amont et aval sont très peu prises en compte. Le deuxième constat est que la biodiversité est principalement vue à travers le prisme des services écosystémiques. Cette approche présente de nombreux avantages parmi lesquels : la possibilité de s'intéresser aux dépendances et non plus seulement aux impacts en lien avec la biodiversité (ce qui permet d'avoir une information stratégique dans la gestion des risques), le caractère transversal de l'analyse qui permet d'intégrer plusieurs facteurs de risques environnementaux (eau, carbone, utilisation des terres) et la possibilité de valorisation monétaire des services écosystémiques qui produit une information immédiatement fongible dans le cadre économique classique. Cette approche présente néanmoins l'inconvénient de n'appréhender que de manière parcellaire la question de la biodiversité en tant que telle.

(3) <http://www.mission-economie-biodiversite.com/publication>

(4) <http://www.mission-economie-biodiversite.com/gobiodyv>

1.2 Objectif du projet

Pour répondre à ces interrogations, CDC Biodiversité a lancé une réflexion sur l'élaboration d'une méthodologie d'empreinte biodiversité pour les entreprises, tous secteurs économiques confondus, avec pour double objectif de garder l'approche transversale propre aux services écosystémiques tout en focalisant l'analyse sur la question de la biodiversité.

L'objectif de transversalité de l'analyse présuppose l'utilisation d'un indicateur synthétique et agrégé rendant compte de l'empreinte globale d'un acteur économique sur la biodiversité. Un tel indicateur constitue également un élément décisif pour faciliter l'appréhension du sujet biodiversité par les entreprises ainsi que pour évaluer et guider l'action (Di Fonzo, 2017). En effet, une valeur quantitative unique a l'avantage de produire une information facilement compréhensible, standardisée, transversale et reproductible, permettant, au-delà du suivi dans le temps, aux entreprises mobilisées de dresser un état des lieux de leurs impacts et de réorienter leur stratégie, de garantir l'efficacité des mesures engagées et de communiquer sur les résultats obtenus avec les différentes parties prenantes externes. Pour se convaincre du rôle de catalyseur qu'un indicateur unique de référence pour la biodiversité pourrait avoir, il suffit d'observer la manière dont l'utilisation de la tonne équivalent carbone a accéléré et structuré les politiques et actions en matière de lutte contre le réchauffement climatique. Elle a en particulier permis l'essor de notations extra-financières des entreprises basées sur le carbone. Le bilan carbone est aujourd'hui un critère de décision important pour une large classe d'investisseurs qui, par obligation ou opportunité, font le choix de réduire l'empreinte carbone de leurs portefeuilles, ce qui en retour a un impact significatif sur la mobilisation des entreprises. De telles dynamiques seraient possibles pour la biodiversité avec un indicateur agrégé unique.

Trouver un indicateur biodiversité synthétique a longtemps été considéré comme un espoir vain. La principale raison avancée est que l'étude de la biodiversité ne peut se faire que dans un contexte local, sa complexité, ses caractéristiques et les menaces qui pèsent sur elle étant extrêmement variables selon le site considéré. Suivant cette approche, chaque contexte nécessiterait un jeu d'indicateurs *ad hoc*. L'information sur la biodiversité étant par nature très disparate, le principe d'agrégation ne pourrait se faire qu'au prix d'approximations qui rendraient le résultat trop imprécis pour être pertinent. Aujourd'hui ce paradigme s'effrite. La spécificité locale de la biodiversité n'est bien sûr pas remise en cause, mais la possibilité, est apparue d'accéder à une information synthétique sur

■ VERS UNE ÉVALUATION DE L'EMPREINTE BIODIVERSITÉ DES ENTREPRISES : LE GLOBAL BIODIVERSITY SCORE

celle-ci, dans un cadre d'utilisation précis. Plusieurs initiatives émergent sur le sujet et, fait intéressant, proposent des approches méthodologiques convergentes.

Un indicateur agrégé n'a évidemment pas la prétention d'offrir la seule et unique métrique sur la biodiversité. Il ne peut pas se substituer aux indicateurs locaux pour prendre en compte la complexité des écosystèmes. Cependant, il peut apporter une analyse globale compatible et complémentaire à ceux-ci. Cette réconciliation des échelles est aujourd'hui un grand défi pour les indicateurs biodiversité, défi qui doit être relevé si l'on veut pouvoir rationaliser à grande échelle les enjeux liés à la biodiversité.

La méthodologie d'empreinte biodiversité Global Biodiversity Score (GBS) proposée par CDC Biodiversité a pour objectif de répondre aux besoins d'un indicateur agrégé rendant compte de l'empreinte globale d'une entreprise sur la biodiversité. L'indicateur repose sur deux piliers fondamentaux : une métrique quantitative unique et une prise en compte du périmètre élargi des activités de l'entreprise, plus communément appelé chaîne de valeur.

Dans un objectif de production d'une méthodologie prenant en compte les besoins et contraintes des utilisateurs finaux que sont les entreprises et les acteurs financiers, CDC Biodiversité a opté pour une approche pragmatique et opérationnelle en lançant le Club B4B+ (Business for Positive Biodiversity) qui rassemble les entreprises et autres acteurs engagés pour une biodiversité positive. Cette initiative a pour but de mobiliser des acteurs du secteur privé, principalement des entreprises issues de tous types de secteurs économiques, afin de définir avec elles les modalités et les obstacles pratiques du déploiement de la méthodologie GBS en conditions réelles : lien

et valorisation des cadres existants, accès à l'information, intégration aux processus de décisions internes, communication et reporting, etc.

Le fonctionnement général du Club B4B+, illustré par la Figure 1, est le suivant : CDC Biodiversité produit le contenu méthodologique lié au GBS dont elle alimente régulièrement les groupes de travail. Ce contenu fait ensuite l'objet de présentations et d'échanges avec les membres du Club et d'applications opérationnelles via des cas d'études. Les résultats des différents groupes de travail sont ensuite restitués à l'ensemble des membres dans le cadre de sessions plénières et mis à disposition sous forme d'outils opérationnels.

La présente étude constitue le résultat des réflexions initiées dans le cadre de la MEB et de la première année des travaux du Club B4B+. Elle se décompose de la manière suivante : le tissu d'initiatives et de projets partenaires dans lequel s'inscrit la construction de la méthodologie GBS est présenté dans la partie 2. Les objectifs et caractéristiques recherchées de l'empreinte biodiversité basée sur la méthodologie GBS et des données biodiversité utilisées en entrée sont ensuite décrits avant de présenter de manière générale le fonctionnement du GBS et des liens avec le Club des Entreprises pour une Biodiversité positive (Club B4B+). En quatrième partie, les données biodiversité produites par l'Agence Néerlandaise pour l'Évaluation Environnementale (PBL) dans le cadre du modèle GLOBIO sont présentées. Ces données ont été sélectionnées pour alimenter la méthodologie. Ensuite, l'approche permettant de passer de ces données biodiversité à l'empreinte biodiversité GBS des entreprises est décrite (Partie 5). Enfin, la feuille de route des travaux en cours et à venir concernant la méthodologie GBS est détaillée (Partie 6).

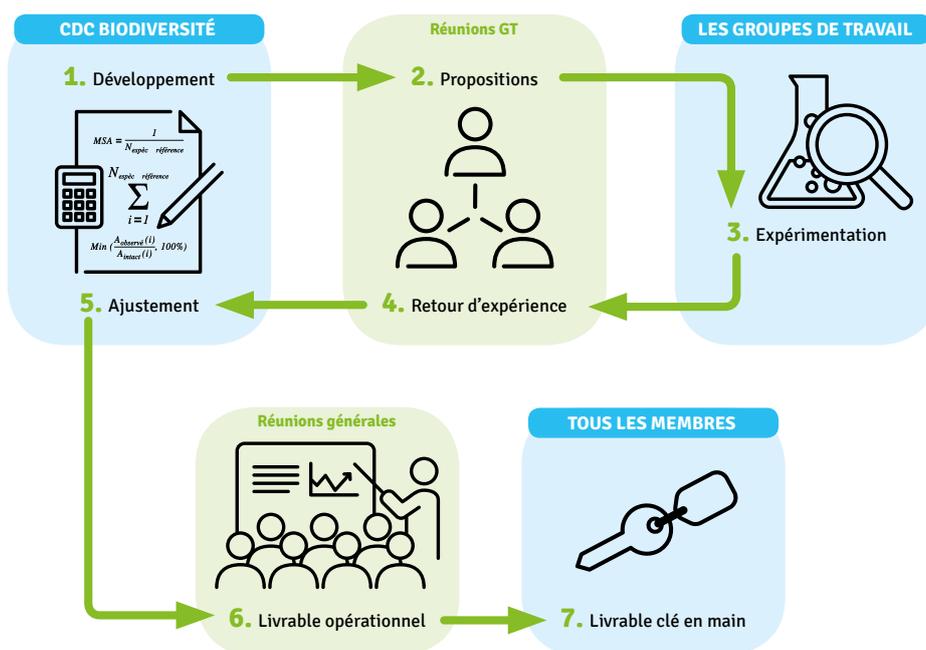


Figure 1 : Schéma de fonctionnement général du Club B4B+

2 Recherche d'une complémentarité avec les initiatives nationales et internationales en lien avec la problématique d'empreinte biodiversité des entreprises

Le travail en cours sur la méthodologie GBS™ ne se fait pas et ne doit pas se faire de manière isolée. De nombreuses parties prenantes, à l'échelle nationale et internationale, ont perçu le potentiel d'un indicateur quantitatif agrégé pour la meilleure prise en compte des interrelations des entreprises avec la biodiversité. Ainsi, à travers différentes initiatives et projets, plusieurs acteurs travaillent de manière complémentaire à l'atteinte de cet objectif. Ce tissu d'initiatives, dans lequel la méthodologie GBS™ s'inscrit, est présenté ci-dessous. De par le foisonnement d'initiatives sur le sujet, le panorama présenté ici n'a pas vocation à être exhaustif.

2.1 Les initiatives internationales

2.1.1 La Coalition sur le Capital Naturel (NCC⁽⁵⁾) et le Protocole sur le Capital Naturel

Prenant la suite de l'initiative *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) for Business and Enterprise*, la NCC a été lancée en décembre 2012. Les travaux du TEEB ont été précurseurs dans l'évaluation économique des services écosystémiques et l'analyse monétaire des externalités pour les entreprises. Ils ont permis une première prise de conscience de l'importance économique des services délivrés par les écosystèmes et du coût induit si ceux-ci venaient à disparaître. Dans une étude de 2008 (L. Braat, 2008), la perte de richesse due à la dégradation des services écosystémiques à horizon 2050 est évaluée à 6% du PIB mondial (soit 12 000 milliards d'euros).

La NCC reprend l'approche du TEEB et l'élargit en introduisant le concept de capital naturel qui est défini comme « la manière de désigner l'ensemble des bénéfices que nous tirons de la nature »⁽⁶⁾. Plus récemment, une distinction supplémentaire a été introduite entre le capital naturel

vivant (principalement la biodiversité et les écosystèmes) et non-vivant (le climat, l'eau, les ressources minières et énergétiques). La NCC a lancé en 2015 le Protocole sur le Capital Naturel (NCP⁽⁷⁾) qui vise à créer une méthodologie standardisée avec pour objectif une meilleure compréhension et quantification des impacts et dépendances des entreprises vis-à-vis des écosystèmes. Des guides sectoriels sont produits à cet effet : deux sont parus pour les secteurs du textile et de l'agroalimentaire⁽⁸⁾, et un troisième dédié au secteur financier est en cours.

Avec environ 250 signataires dans le monde, la NCC est une initiative de référence sur le capital naturel. Elle se place comme une initiative transversale dont la plus-value est de créer les ponts manquants entre les différentes communautés qui travaillent sur le capital naturel (entreprises, pouvoirs publics, recherche, associations) dans le but de faire émerger des consensus de bonnes pratiques. Historiquement, la NCC a beaucoup avancé sur la partie non-vivante du capital naturel et, à la lumière du manque de prise en compte des questions liées au capital naturel vivant, un projet de 3 ans a été lancé en 2017 dont l'objectif est de donner une place plus importante à la biodiversité dans le capital naturel.

2.1.2 La plateforme Business@Biodiversity de la Commission Européenne

En 2010, l'Union européenne s'est engagée à stopper l'érosion de la biodiversité à horizon 2020 en mettant en place le Plan stratégique défini par les 20 objectifs d'Aichi de la CDB. Fort du constat que le succès de l'initiative ne peut se faire qu'en partenariat avec les entreprises, elle a créé la plateforme EU Business@Biodiversity qui a pour but d'accompagner les entreprises afin de les aider à comprendre, quantifier et réduire leurs impacts sur la biodiversité. Pour cela, une approche partenariale visant, là encore, à fluidifier les échanges entre les différentes parties prenantes est mise en avant. Avec 300 membres, la plateforme est une initiative majeure au sein de l'Union européenne.

(5) Sigle en anglais de : *Natural Capital Coalition*

(6) <http://naturalcapitalcoalition.org/>

(7) Sigle en anglais de : *Natural Capital Protocol*

(8) <http://naturalcapitalcoalition.org/protocol/sector-guides/>

Le travail est décomposé en trois sous-groupes⁽⁹⁾, chacun ayant une thématique spécifique : comptabilité du capital naturel, innovation et, plus récemment, finance. Dans le groupe de travail Finance, créé en 2016, le besoin d'un indicateur agrégé a très vite émergé. En effet, ce type d'information est particulièrement pertinent pour les acteurs du secteur financier qui interagissent avec un très grand nombre d'entreprises issues de secteurs et de zones géographiques variés et qui peinent pour le moment à se saisir du sujet biodiversité du fait de la diversité et de la complexité de l'information actuellement disponible. A ce titre, la méthodologie GBS™ développée par CDC Biodiversité et un projet similaire⁽¹⁰⁾ porté par l'ASN Bank (CREM, PRé Consultants, 2016) ont été mis en avant et suscitent un intérêt chez les acteurs du secteur. Par ailleurs, dans la lignée de la volonté de la NCC de recentrer les analyses sur la biodiversité, le groupe Comptabilité du capital naturel effectue un travail de recensement des indicateurs dédiés à la biodiversité utilisables par les entreprises.

2.1.3 La Natural Capital Financial Alliance (NCFA)

Anciennement dénommée Déclaration sur le Capital Naturel, la NCFA est une initiative du secteur financier qui vise à intégrer les enjeux du capital naturel dans les différents actifs financiers de même que les cadres comptables ou de reporting. L'initiative est soutenue par un secrétariat composé de l'UNEP FI (*United Nation Environment Program Finance Initiative*) et du *Global Canopy Program* (GCP). Avec une quarantaine d'institutions financières signataires, la NCFA est une initiative de référence pour le secteur financier. Elle met régulièrement à disposition des outils opérationnels pour adresser une problématique spécifique : l'évaluation du risque lié à la déforestation, la prise en compte du risque lié à l'eau dans l'évaluation des obligations ou encore les risques dus à la sécheresse⁽¹¹⁾. Par ailleurs, la NCFA a été à ce titre mandatée par la NCC pour produire le guide sectoriel dédié à la finance du Protocole sur le Capital Naturel.

2.1.4 Le Business and Biodiversity Offsets Programm

Le BBOP est une initiative internationale fondée en 2004 et co-gérée par les ONG internationales Forest Trends and Wildlife Conservation Society qui vise à définir des standards et animer une communauté de pratiques à travers le monde autour de la mise en œuvre de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) à l'échelle de projets pour les entreprises de différents secteurs (secteur

minier, infrastructures, aménagements). Rassemblant aujourd'hui plus de 75 membres, cette initiative fait référence dans le domaine de l'ERC et de la mise en œuvre de la compensation écologique en particulier. En 2016, les travaux du BBOP se sont élargis au sujet de l'impact positif net des entreprises sur la biodiversité, tous secteurs confondus, et tentent désormais d'intégrer les réflexions autour de la mise en œuvre de l'ERC à la comptabilité du capital naturel plus largement, avec un focus particulier sur les enjeux biodiversité. CDC Biodiversité est membre du BBOP depuis sa création et participe activement aux réflexions de la communauté à travers son expérience de la compensation écologique et ses travaux sur l'empreinte biodiversité des entreprises.

2.2 Les initiatives nationales

2.2.1 Orée

Orée est une association multi-acteurs créée en 1992 qui rassemble plus de 170 entreprises, collectivités territoriales, associations professionnelles et environnementales, organismes académiques et institutionnels pour développer une réflexion commune sur les meilleures pratiques environnementales et mettre en œuvre des outils pour une gestion intégrée de l'environnement à l'échelle des territoires. Ses travaux s'articulent autour de trois axes majeurs ayant chacun leur groupe de travail dédié : biodiversité et économie, l'économie circulaire et l'ancrage local des entreprises. Par ailleurs, Orée est aussi le point focal pour la France de l'initiative pour les entreprises et la biodiversité de la CDB. Le groupe de travail biodiversité et économie s'est intéressé à la comptabilité environnementale en suivant notamment la thèse encadrée par Orée de Ciprian Ionescu (Ionescu, 2016). Ces travaux ont alimenté la réflexion au moment du lancement du projet GBS™.

2.2.2 Association française des Entreprises pour l'Environnement (EpE)

Créée en 1992, EpE regroupe une quarantaine de grandes entreprises françaises et internationales issues de tous les secteurs de l'économie. Groupe de réflexion, EpE accompagne ses membres pour qu'ils prennent mieux en compte l'environnement dans leurs décisions stratégiques et dans leur gestion courante. Leurs travaux s'articulent autour de quatre axes majeurs : le climat, la biodiversité, les ressources et la santé. Par ailleurs, EpE est le partenaire français du *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Ayant identifié l'enjeu d'une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les chaînes de valeurs, EpE a dédié une publication au recensement des initiatives portées par les entreprises françaises qui permettent d'avancer sur cette question (EPE, 2016).

(9) <http://ec.europa.eu/environment/biodiversity/business/workstreams/index-en.htm>

(10) ASN Bank a construit une méthodologie d'empreinte biodiversité adaptée aux acteurs du secteur de la finance et l'a mise en application pour calculer sa propre empreinte pour l'année 2016

(11) <http://www.naturalcapitalfinancealliance.org/>

2.3 Projets d'empreinte biodiversité

2.3.1 UICN USA : création d'un indice de retour sur investissement dédié à la biodiversité

L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) a lancé en 2017 un projet visant à élaborer une métrique mesurant le retour sur investissement des financements en matière de biodiversité (*Biodiversity Return-on-Investment Metric*, BRIM). Plus précisément, la métrique vise à quantifier l'impact des investissements sur le risque d'extinction des espèces. Les menaces pesant sur les espèces (déforestation, chasse, espèces invasives) peuvent en effet être réduites par les investissements, par exemple à travers l'établissement de zones protégées. BRIM évalue l'impact des investissements sur ces facteurs générateurs de danger d'extinction des espèces. La force de la métrique réside dans sa capacité à tenir compte d'investissements dans n'importe quelle région du monde abritant des espèces considérées comme localement ou globalement menacées selon la Liste Rouge des espèces menacées. Cette Liste Rouge référence l'état de conservation de 85 000 espèces.

CDC Biodiversité participe aux réflexions sur la création de cet indicateur en partageant ses compétences sur les indicateurs agrégés et son expérience de terrain sur les impacts d'actions en faveur de la biodiversité. Par ailleurs, il sera très intéressant pour la méthodologie GBS, qui utilise à ce stade des données modélisées sur la biodiversité, de consolider ses résultats en les comparant avec ceux du projet de l'UICN issus de données de terrain.

2.3.2 UICN : méthodologie pour un bilan biodiversité national

L'UICN a engagé un projet visant à évaluer l'empreinte des pays sur la biodiversité. Comme pour l'empreinte carbone le but est idéalement de comptabiliser, l'empreinte de la demande intérieure, en prenant en compte non seulement la production nationale (hors exportations) mais aussi l'ensemble des matières et produits importés et l'impact potentiel des ménages. Par exemple, si la France importe des produits manufacturés de Chine, alors, l'impact induit par la fabrication de ces produits lui sera imputée et inversement pour ses exports dont l'impact sera imputé aux pays importateurs. Comme pour le projet précédent, la métrique qui sera utilisée pour exprimer l'empreinte sera fondée sur la liste rouge mondiale des espèces menacées de l'UICN (décrite plus haut). Les synergies sont fortes entre la méthodologie GBS et ce projet. En effet, pour réaliser cet exercice, l'UICN international doit utiliser un outil d'analyse économique de type matrice entrée-sortie dont l'usage est également envisagé dans la méthodologie GBS.

2.3.3 Cambridge Institute for Sustainable Leadership/ Kering : empreinte biodiversité des matières premières

L'entreprise Kering a été précurseur en matière de comptabilité environnementale en élaborant en 2010 pour sa filiale Puma une méthodologie baptisée EP&L pour « *Environmental Profit & Loss account* ». Dans sa première version, la méthodologie prend en compte cinq pressions ayant un impact sur l'environnement : la consommation en eau, les émissions de gaz à effet de serre, l'émission de polluants chimiques dans l'air, la conversion des terres et le volume de déchets. Un bilan est fait pour chacune de ces pressions au niveau des sites de production de Puma et à différents niveaux de la chaîne d'approvisionnement. Cet exercice a permis à Puma de rationaliser ses impacts environnementaux et de mettre en lumière le fait que la majeure partie des impacts provenait des approvisionnements et plus particulièrement des matières premières.

Dans la première version de l'EP&L, la biodiversité est prise en compte en première approximation à travers l'utilisation des terres. Kering a donc souhaité en 2016 renforcer son analyse sur la biodiversité en lui accordant une place centrale (Becky Chaplin-Kramer, 2016). En partenariat avec le *Cambridge Institute for Sustainable Leadership* (CISL), Kering a lancé en 2016 un projet sur une empreinte biodiversité des matières premières dont les premiers résultats ont été publiés (Di Fonzo, 2017). Les solutions envisagées sont très similaires à celles du GBS[™] : utilisation de données modélisées globales sur la biodiversité, analyse de la production des matières premières, empreinte exprimée en unité surfacique, etc.

2.3.4 WCMC/Proteus : vers une empreinte biodiversité globale pour les entreprises des secteurs extractifs

Lancé en 2003, Proteus est une initiative commune entre l'*United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Center* (UNEP-WCMC) et plusieurs grandes entreprises du secteur extractif dont le but est de faciliter l'accès et améliorer la qualité de l'information sur la biodiversité. De par la diversité des lieux d'implantation des activités, le périmètre des données biodiversité est global. Proteus a notamment participé à l'amélioration de l'outil cartographique IBAT (*Integrated Biodiversity Assessment Tool*) de l'UICN ou encore aux travaux de standardisation des données pour la Base Mondiale sur les Aires Protégées.

Les travaux de Proteus ont permis à leurs membres de construire une expertise sur la biodiversité avec des outils de diagnostic et de mise en œuvre adaptés à une analyse au niveau des sites de production et d'extraction. Aujourd'hui, leurs réflexions prennent un nouveau tournant et s'orientent vers une approche plus globale pour répondre aux attentes exprimées par les membres

qui souhaitent pouvoir avoir une vision analytique et synthétique de leurs enjeux biodiversité sur l'ensemble de leurs sites, voire, de manière plus générale, à l'échelle de l'entreprise, en l'étendant aux périmètres amont et aval de leur chaîne de valeur. Dans ce contexte, la thématique des indicateurs agrégés a été identifiée par ce secteur comme essentielle et les dernières réunions ont été l'occasion pour Proteus de réunir les experts identifiés sur le sujet, dont CDC Biodiversité.

2.3.5 I Care & Consult : intégrer la biodiversité dans l'analyse du cycle de vie du produit

Pour avoir une vision globale des activités de l'entreprise, il faut s'intéresser à l'ensemble de la chaîne de valeur, c'est-à-dire aux activités sur les sites de production et à celles qu'elles impliquent en amont et en aval. Cette vision holistique est plus communément appelée l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) et peut s'appliquer à plusieurs entités, à l'entreprise mais aussi aux produits, aux pays, aux individus. La biodiversité est prise en compte de manière parcellaire dans les ACV. Les données quantitatives sur la biodiversité elle-même présentent comme principale faiblesse le manque d'exhaustivité sur les espèces étudiées et l'absence de spatialisation. Par conséquent, l'indicateur d'occupation des sols est communément utilisé comme proxy pour rendre compte partiellement des impacts sur

la biodiversité. Dans un travail conjoint pour SCORE LCA (SCORE Life Cycle Analysis), association créée en mars 2012 qui vise à promouvoir et à organiser une collaboration entre les acteurs industriels, institutionnels et scientifiques afin de construire les méthodes de quantification environnementales globales, en particulier de l'ACV, I Care & Consult et EVEA⁽¹²⁾ proposent une feuille de route pour l'intégration de la biodiversité dans l'ACV (CDC Biodiversité, 2015) (I Care, EVEA, 2014). Ce travail est la base du projet lancé par I Care & Consult en 2016, financé dans le cadre du Programme d'Investissement d'Avenir (PIA), qui vise à établir une Empreinte Biodiversité Produit (EBP). Ce projet est cofinancé par trois entreprises partenaires, l'Oréal, Avril et Kering, qui souhaitent participer à la construction de l'EBP et l'ont testé sur l'un de leurs produits. Les développements techniques sont effectués par I Care, en partenariat avec Sayari Environmental metrics.

L'intégration de la biodiversité en ACV nécessite, comme pour le GBS™, la disponibilité de données globales, quantitatives et spatialisées sur la biodiversité. Cette problématique commune a conduit les deux projets à collaborer dès leurs premiers stades de développement. L'approche envisagée pour l'ACV utilise les données du *Local Biodiversity Intactness Index* (LBII) développées plus en détail dans la partie suivante et qui présentent une forte compatibilité avec les données utilisées par la méthodologie GBS™.

(12) Bureau d'étude spécialisé en ACV : <http://www.evea-conseil.com/fr/fr/conseil/analyse-du-cycle-de-vie>



© Soht

3 Le Global Biodiversity Score : objectifs, caractéristiques recherchées et présentation générale

3.1 Les caractéristiques recherchées pour l'empreinte biodiversité GBS™ des entreprises

Dans un objectif de complémentarité avec les initiatives existantes présentées précédemment et pour répondre au mieux aux besoins des utilisateurs finaux, l'empreinte biodiversité GBS™ des entreprises doit :

- **être quantitative** : car l'entreprise ne perçoit que ce qu'elle mesure. Pour le moment, la biodiversité est principalement envisagée sous le prisme des services écosystémiques, parfois de manière quantitative, mais avec des métriques distinctes en fonction des services écosystémiques considérés. Actuellement, la seule façon de dresser un bilan global ou de hiérarchiser les enjeux *via* une métrique commune est de mobiliser un étalon monétaire. Cette analyse peut apporter plusieurs éléments de réponse mais ne peut se suffire à elle-même car elle n'a pas intrinsèquement de rationnel écologique.
- **prendre en compte l'ensemble de la chaîne de valeur** : à l'exemple de Puma, pour de nombreuses entreprises, les impacts sur la biodiversité proviennent principalement de la partie aval ou amont de la chaîne de valeur. Il est donc primordial que l'empreinte porte sur un périmètre le plus large possible. Cela permet de mobiliser l'ensemble des secteurs économiques et non plus seulement ceux qui ont un impact direct et visible et, ainsi, couvrir une proportion bien plus importante des impacts du secteur privé.
- **être synthétique** : une information synthétique pour l'ensemble de l'entreprise est un atout pour la communication, tant interne qu'externe, vis-à-vis des différentes parties prenantes : clients, consommateurs, investisseurs, pouvoirs publics, etc.
- **être centrée sur la biodiversité elle-même** : l'objectif est d'apporter une complémentarité à l'approche par les services écosystémiques qui présente des faiblesses structurelles liées à la non-exhaustivité des services qui sont pris en compte. En effet, il n'est pas possible de lister l'ensemble des services que la nature fournit aujourd'hui et encore moins anticiper ceux qu'elle pourrait rendre demain. En préservant la biodiversité elle-même, on maintient les services présents et on prend une assurance sur les services futurs. Cette assurance sur le futur est

double car la biodiversité permet à la fois de pérenniser les services actuels, en maximisant la résilience des écosystèmes, et elle porte en elle l'optionnalité de services non encore découverts ou utilisés. Par ailleurs, disposer d'une analyse biophysique en complément de l'information fournie par la quantification monétaire permet d'assurer une forme de rationalité écologique et d'éviter des situations où l'arbitrage économique n'irait pas en faveur d'une solution écologiquement cohérente. De plus, préserver un service peut se faire aux dépens d'un ou plusieurs autres, rendant le bilan global difficile à évaluer entre plusieurs scénarios possibles. Enfin, plus fondamentalement, la biodiversité ne se limite pas aux services qu'elle peut rendre.

- **être réactive aux changements** : il faut pouvoir rendre compte des changements opérés par les utilisateurs finaux. Par exemple, si une entreprise met en place une action en faveur de la biodiversité, il faut que l'indicateur puisse capturer ce changement sur un horizon de temps cohérent avec la gestion de l'entreprise.
- **être consensuelle** : le consensus est essentiel pour le cadre d'utilisation visé. Afin que l'information soit pertinente et la plus solide possible face aux critiques, il faut qu'elle émerge d'un consensus suffisamment large. Les clés pour la création de ce consensus sont :
 - des données sur la biodiversité validées par la communauté scientifique,
 - la création d'une communauté autour de l'élaboration de la méthodologie regroupant tous les types de parties prenantes : recherche, pouvoirs publics, ONG et entreprises,
 - une totale transparence en adoptant un mode de travail en accès libre.
- **être complémentaire et compatible avec les indicateurs locaux** : la méthodologie envisagée n'entend pas être la réponse universelle à tout type d'analyse liant une activité économique à la biodiversité. Un florilège d'outils et de jeux d'indicateurs existent déjà pour les analyses locales comme, par exemple, dans le cadre de la conduite des études d'impact environnementales, des certifications ou des processus de validation du financement de projet. Chacun de ces outils répond aux spécificités du contexte local et est, par conséquent, le plus pertinent dans ce cadre d'utilisation précis. Il est donc nécessaire de conserver une compatibilité forte avec ces outils de sorte à pouvoir exploiter l'immense réservoir d'information disponible et d'en perdre le moins possible lors du passage à l'échelle macroéconomique.

3.2 Spécifications souhaitées des données biodiversité en entrée de la méthodologie GBS™

Le cahier des charges fixé pour le GBS des entreprises décrit précédemment implique que les données biodiversité utilisées en entrée de la méthodologie soient : **quantitatives, globales, consensuelles, transparentes, et enfin exprimées dans une métrique unique, compréhensible et communicable.**

Par ailleurs, pour renforcer la robustesse de la méthodologie sur le plan écologique, les données doivent aussi :

► **rendre compte de la perte d'abondance des espèces.** En effet, prendre uniquement en compte le risque d'extinction des espèces pose certains problèmes. D'une part, ce risque est difficilement estimable et, *in fine*, savoir si une espèce a totalement disparu n'est pas toujours évident. D'autre part, cet indicateur peut avoir tendance à sous-estimer le déclin d'une espèce (Gerardo Ceballos, 2017).

Par exemple, si la population d'un oiseau très commun, comme le passereau, diminue fortement tout en restant dans les seuils de viabilité de l'espèce, alors le risque d'extinction n'augmente pas, et ce même si l'impact sur la dynamique de population est élevé.

► **prendre en compte la biodiversité ordinaire** et pas uniquement la biodiversité remarquable. Les données doivent ainsi pouvoir capturer à la fois le déclin de l'orang outan à Bornéo et celui du passereau en France car les deux jouent un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes. En fonction de l'utilisation envisagée, il peut toutefois être intéressant d'introduire de manière optionnelle des jeux de pondération qui prennent en compte la patrimonialité ou la vulnérabilité de certaines espèces.

► **intégrer un lien quantitatif entre les pressions et les impacts sur la biodiversité.** Pour pouvoir élaborer le lien avec les activités économiques, il est essentiel que les données sur la biodiversité explicitent de manière intrinsèque un lien quantitatif avec une ou plusieurs pressions s'exerçant sur les écosystèmes. Cela permet ensuite de décomposer les activités économiques analysées en une somme de contributions aux différentes pressions considérées et d'en déduire alors un impact global associé. Cette référence aux pressions permet une réactivité dans le temps de la mesure d'empreinte dans le sens où il est possible, sur un horizon de temps court, de mesurer le changement de la contribution aux pressions et d'en déduire la variation de l'impact qui en résulte.

3.3 Tour d'horizon des jeux de données existants répondant au cahier des charges fixé

La liste de jeux de données suivante n'est pas exhaustive. Elle se concentre sur les données qui répondent en grande partie au cahier des charges fixé précédemment.

3.3.1 Les bases de données ACV

L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) sera présentée plus en détail dans la partie 6. Ce sont les données biodiversité utilisées par cet outil qui sont le sujet de ce paragraphe.

Les données de l'ACV concernant la biodiversité sont exprimées dans l'unité PDF pour *Potentially Disappeared Fraction*. Historiquement, cette métrique provient des modèles d'écotoxicologie utilisés pour évaluer les risques sanitaires et environnementaux de la mise sur le marché

de produits chimiques ou de médicaments. Ainsi, la toxicité potentielle d'une substance sur l'environnement est exprimée comme la fraction d'espèces qui disparaissent potentiellement lorsque celle-ci est introduite dans un environnement donné (l'atmosphère, le milieu aquatique ou le milieu marin). Des expériences en milieu contrôlé permettent de constituer des tables référençant la toxicité des produits sur la biodiversité exprimée en PDF par quantité de produit. Ces tables sont utilisées ensuite pour l'homologation des produits.

L'ACV a intégré très tôt ces données liées à l'écotoxicologie

et, par souci d'homogénéité, a adopté la PDF comme métrique pour exprimer les impacts sur la biodiversité. Les développeurs ACV ont alors étendu le champ des pressions considérées en ajoutant aux pressions liées à l'écotoxicité (terrestre, aquatique, marine) l'utilisation des terres, l'eutrophisation, l'acidification ou encore le réchauffement climatique. Le principal frein aujourd'hui à une meilleure prise en compte de la biodiversité dans l'ACV tient au fait que ces bases de données ne sont pas spatialisées.

Les données biodiversité utilisées doivent être quantitatives, globales, consensuelles, transparentes et exprimées dans une métrique unique facilement communicable

3.3.2 Le Local Biodiversity Intactness Index (LBII)

Le projet « *Projecting Responses of Ecological Diversity in Changing Terrestrial Systems* » (PREDICTS) a établi une base de données comptant près de 3 millions d'observations, pour quelques 50 000 espèces (Hudson et al., 2014). Les données sont issues de travaux scientifiques et, du fait d'une bonne représentativité des taxons, constituent l'une des bases les plus complètes de la biodiversité à l'échelle mondiale. Cette base de données est utilisée pour quantifier la façon dont les différents types d'utilisation des terres et d'intensité de pratiques impactent les espèces (Newbold et al, 2015). Sur cette base, les chercheurs ont développé le *Local Biodiversity Intactness Index* (LBII ; Purvis, 2016 ; Scholes et Biggs, 2005), indicateur qui fournit une estimation de l'état de préservation de la diversité spécifique par rapport à l'état originel de référence. Cette mesure dépend de trois critères : le type d'utilisation des sols, le niveau d'intensité de cette utilisation et l'écorégion considérée. Ce dernier point est la vraie force de cet indicateur car les écorégions sont pertinentes d'un point de vue écologique. Les résultats sont disponibles à une résolution de 1 km et peuvent être agrégés par pays ou autres régions administratives. De plus, le LBII peut être basé sur la richesse spécifique, l'abondance spécifique moyenne (MSA pour *Mean Species Abundance*), ou, actuellement en développement, sur la rareté régionale des espèces ou la diversité phylogénétique.

3.3.3 L'Empreinte écologique (WWF)

Développée par le WWF, l'empreinte écologique permet d'évaluer la surface permettant de produire les ressources nécessaires utilisées par une population et absorber les déchets qu'elle a générés à partir de six critères :

- la surface forestière nécessaire pour produire le bois,
- la surface de pâture nécessaire pour fournir les produits d'origine animale,
- la surface de terre cultivée pour produire des denrées agricoles,
- la surface maritime nécessaire pour produire les poissons et les fruits de mer,
- la surface au sol nécessaire aux logements et aux infrastructures,
- la surface forestière nécessaire pour absorber les émissions de CO₂ produites par l'énergie consommée.

Le principe commun pour calculer une surface est de prendre le rendement moyen pour la production d'un produit donné dans une zone géographique pertinente et, à partir de la quantité consommée, d'en déduire la surface nécessaire à sa production.



3.3.4 La Liste Rouge de l'UICN

La Liste Rouge de l'UICN est un inventaire mondial de l'état de conservation des espèces végétales et animales. Elle s'appuie sur une série de critères précis pour évaluer le risque d'extinction de milliers d'espèces et de sous-espèces. Ces critères s'appliquent à toutes les espèces et à toutes les parties du monde. La Liste Rouge renseigne également, pour un grand nombre d'espèces, la ou les causes principales de menace. Dans sa dernière édition (2017), la Liste Rouge mondiale compte 86 313 espèces étudiées dont 24 431 sont classées menacées.

Le système mis au point pour l'établissement de la Liste Rouge est le résultat d'un vaste processus de concertation, d'élaboration et de validation mené sur plusieurs années par les experts de la Commission de sauvegarde des espèces de l'UICN. Avec le système de la Liste Rouge de l'UICN, chaque espèce ou sous-espèce peut être classée dans l'une des neuf catégories suivantes : Eteinte (EX), Eteinte à l'état sauvage (EW), En danger critique (CR), En danger (EN), Vulnérable (VU), Quasi menacée (NT), Préoccupation mineure (LC), Données insuffisantes (DD), Non évaluée (NE). La classification d'une espèce ou d'une sous-espèce dans l'une des trois catégories d'espèces menacées d'extinction (CR, EN ou VU) s'effectue par le biais d'une série de cinq critères quantitatifs formant le cœur du système. Ces critères sont basés sur différents facteurs biologiques associés au risque d'extinction : taille de population, taux de déclin, aire de répartition géographique, degré de peuplement et de fragmentation de la répartition.

3.3.5 Le Living Planet Index (LPI) du WWF

Le LPI est une mesure de l'état global de la biodiversité basée sur l'évolution des populations d'un grand nombre d'espèces de vertébrés réparties sur l'ensemble du globe. La base de données source référence actuellement les historiques d'abondance de 18 000 populations couvrant plus de 3 600 espèces de mammifères, oiseaux, poissons, reptiles et amphibiens à travers le monde. Ces données ne sont pas des données de terrain mais sont collectées à partir de différentes sources du type articles scientifiques, bases de données en ligne ou rapports nationaux. En utilisant une méthode co-développée par la Société Zoologique de Londres (ZSL) et WWF, ces historiques sont agrégés pour produire un jeu d'indices rendant compte de l'état de la biodiversité. Le LPI a joué un rôle important pour mesurer les progrès vers l'objectif fixé par la CDB de réduire la vitesse de l'érosion de la biodiversité en 2010, objectif n'ayant pas été rempli d'après les indicateurs biodiversité utilisés. Suivant les niveaux d'agrégation, les données sont spatialisées à une résolution plus ou moins fine : continents, pays, région, biome.



© photoL

3.3.6 Les données modélisées GLOBIO

GLOBIO est un modèle développé par un consortium créé en 2003 composé du PBL, de l'UNEP GRID-Arendal⁽¹³⁾ et de l'UNEP-WCMC. Le modèle a été conçu pour calculer l'impact de pressions environnementales sur la biodiversité dans le passé, le présent et le futur. Il est fondé sur des relations de pressions-impacts issues de la littérature scientifique. Contrairement aux modèles précédents, le modèle GLOBIO n'utilise pas en entrée de données sur les espèces pour produire ses résultats. A la place, des données spatiales sur les différentes pressions environnementales sont mobilisées et un impact sur la biodiversité est estimé. Ces pressions sont principalement issues du modèle *Integrated Model to Assess the Global Environment* (IMAGE). Les pressions sur la biodiversité terrestre prises en compte incluent la conversion des terres, la fragmentation, l'empiètement, l'eutrophisation et le changement climatique. Les pressions sur la biodiversité aquatique incluent la conversion des zones humides, l'usage des terres dans les zones de captages des zones humides et des rivières, les perturbations hydrologiques des rivières et l'eutrophisation des lacs.

GLOBIO produit des résultats spatialisés pour la biodiversité terrestre, aquatique (eau douce) et marine avec une résolution de 0.5° par 0.5°, soit 50 km par 50 km à l'équateur. Ceux-ci peuvent être exprimés selon des métriques de type abondance spécifique moyenne (MSA) ou en surfaces de répartition d'écosystèmes.

(13) GRID-Arendal est un centre financé par le gouvernement Norvégien situé à Arendal en Norvège. Il collabore avec l'UNEP sur les questions des données et des évaluations environnementales. Il fait notamment partie du réseau GRID qui pour but de fournir des données environnementales consolidées et robustes pour appuyer les travaux de recherche et les politiques publiques

GLOBIO est un outil opérationnel pour appuyer et piloter les politiques publiques à un niveau global ou national. A ce titre, il est au centre d'études mandatées par des institutions de référence telles que la CDB, l'initiative Finance du PNUE, la FAO, le FMI ou encore l'OCDE visant notamment à comprendre quelles pourraient être les conséquences de différents scénarios de développement futur sur la biodiversité. Plus spécifiquement, il est utilisé dans le cadre de la CDB pour mieux comprendre les dynamiques actuelles et anticiper les conséquences de divers scénarios de politiques publiques et, ainsi, établir ses recommandations pour atteindre les objectifs d'Aichi (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2014). Par ailleurs, le modèle GLOBIO a fait l'objet d'une évaluation par la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES, 2017), organe scientifique de la CDB équivalent, dans le domaine de la biodiversité, au Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC). Cette évaluation valide la robustesse du modèle et précise son cadre d'utilisation, compatible avec celui de la méthodologie GBS™.

3.4 Justification du choix des données du modèle GLOBIO

Le Tableau 1 présente les caractéristiques des indicateurs et données associées présentées précédemment.

Lors du choix des données d'entrée sur la biodiversité pour la méthodologie GBS™, les données ACV ont été écartées. Les deux raisons principales ayant conduit à cette décision sont le fait que la métrique PDF soit basée sur le risque

Tableau 1 : Récapitulatif des caractéristiques des différents jeux de données sur la biodiversité

Caractéristiques	GLOBIO	Liste Rouge IUCN	LPI WWF	Empreinte Ecologique	LBII	ACV
Quantitative	X	X	X	X	X	X
Globale et spatialisée	X	X	X	X	X	
Consensuelle	X	X	X	X	X	X
Métrique Unique	X		X	X	X	X
Compréhensible pour un non-expert	X	X	X	X		
Centrée sur la biodiversité elle-même	X	X	X		X	X
Abondance prise en compte	X		X		X	
Biodiversité ordinaire	X		X			X
Lien quantitatif avec les pressions	X			X	X	X

d'extinction et que les données ne soient pas, à ce stade, spatialisées. Les données ACV présentent toutefois un fort potentiel d'informations qui évolue rapidement, notamment sur le sujet de la spatialisation. Une complémentarité avec les autres données biodiversité est envisagée dans le développement de la méthodologie, notamment dans le but d'intégrer des pressions absentes aujourd'hui dans le modèle GLOBIO, comme les pollutions terrestres, aquatiques et marines.

Le LBII présente un potentiel très intéressant. Pour l'évaluation de la pression « utilisation des terres », l'indicateur et les données associées semblent plus robustes et complets que le modèle GLOBIO, dans la mesure où des données biodiversité terrain sont intégrées et qu'une granularité spatiale au niveau des écorégions est possible, contre 6 biomes de référence considérés par GLOBIO. En revanche, seule la pression liée à l'utilisation des terres est prise en compte, restreignant ainsi fortement le cadre d'utilisation et la richesse de l'analyse en introduisant notamment un biais structurel favorable aux pratiques à haut rendement. En effet, un haut rendement implique une plus petite surface utilisée et donc une pression d'utilisation des terres moins importante s'accompagnant généralement par l'augmentation d'autres pressions : pollution, changement climatique, eutrophisation, etc. Le LBII considère trois niveaux d'intensité d'utilisation des sols impactant la biodiversité. Cependant, les impacts sont mesurés uniquement sur l'espace considéré, les impacts de l'intensification sur la biodiversité environnante et mondiale, liés au changement climatique par exemple, n'étant pas pris en compte. Par conséquent, le LBII sous-estime *a priori* les impacts négatifs liés à l'intensification et présente un biais favorable aux solutions à haut rendement. Néanmoins, une solution hybride consistant à remplacer les données GLOBIO par les données LBII pour l'utilisation des terres est envisageable car les deux jeux de données peuvent être exprimés dans la même unité sans perte de résolution. Cette solution permettrait d'affiner et de lier à des données de terrain cette pression bien souvent prépondérante.

L'empreinte écologique présente un biais favorable aux rendements élevés encore plus marqué que celui du LBII. Ici, la surface nécessaire à la production de ressources naturelles est uniquement calculée à partir du rendement moyen pour la ressource et la zone géographique en question. En cas d'augmentation du rendement, l'empreinte écologique diminue mécaniquement sans aucune contrepartie liée aux moyens mis en œuvre pour intensifier la production. De

plus, l'empreinte écologique ne s'intéresse pas en tant que telle à la biodiversité et n'est de ce fait pas une méthodologie d'empreinte biodiversité adaptée.

La Liste Rouge de l'UICN et le LPI sont deux sources pertinentes d'informations sur l'état actuel et l'évolution de la biodiversité à l'échelle mondiale. Toutefois, même si la Liste Rouge contient de l'information sur l'origine de la menace sur les espèces étudiées, ce lien n'est pas assez explicite à ce stade pour être exploité directement dans une méthodologie comme le GBS™. En effet, il paraît difficile, en l'état, de lier les activités économiques aux menaces listées. LPI et Liste Rouge peuvent être utilisés dans les approches évaluatives de l'environnement basées sur le « modèle état-pression-réponse » mais il n'existe pas de base de données globale rendant compte des résultats de ces études permettant d'explicitier un lien quantitatif entre pression et réponse. A ce titre, une étude sur des données historiques pourrait être intéressante.

Concernant la méthodologie GBS™, le choix s'est donc porté sur l'utilisation des données GLOBIO car elles correspondent le mieux au cahier des charges fixé. Les données sont bien spatialisées et quantitatives. De plus, le consortium PBL, UNEP GRID Arendal et UNEP-WCMC à l'origine du projet, l'utilisation du modèle dans le cadre de la CDB et sa revue par l'IPBES sont des gages de validité scientifique renforcés par le fait que ces données soient publiques et produites par un modèle transparent, à la disposition de tous. La métrique MSA, décrite en détail par la suite, présente des qualités

intéressantes. Schématiquement, le MSA est un ratio rendant compte de l'état de la biodiversité observée par rapport à la biodiversité d'un état de référence. Ainsi, le ratio est à 100% lorsque l'écosystème est intact puis se dégrade au fur et à mesure que les pressions augmentent jusqu'à atteindre 0% lorsque plus aucune des espèces initialement présentes n'est observée dans le milieu. Pour un non-spécialiste, il est facile d'appréhender cette dégradation graduelle allant, de manière schématique, d'une forêt vierge à un espace entièrement artificialisé. Ceci est un atout dans le cadre d'utilisation visée, dans la mesure où cela répond aux besoins de communication interne et externe des entreprises envers tous types de public. Par ailleurs, le MSA répond au cahier des charges écologique fixé, puisqu'il capture l'évolution de la biodiversité ordinaire en se basant à la fois sur l'abondance et la richesse spécifiques. Enfin, d'un point de vue technique, les données intègrent un lien direct entre plusieurs pressions environnementales et leurs impacts sur la biodiversité. Les données GLOBIO présentent

Le choix s'est porté sur les données GLOBIO car elles correspondent le mieux au cahier des charges fixé

malgré tout certaines faiblesses. En particulier, le modèle n'utilise pas en entrée directement des données de terrain sur les espèces mais des relations pressions-impacts issues, en partie, de la modélisation. Ainsi, il n'y a pas à ce stade d'ancrage au réel pour les données biodiversité à proprement parler.

La disponibilité, la robustesse et l'uniformisation des données biodiversité à l'échelle globale sont des enjeux clairement identifiés par la communauté internationale, un objectif d'Aichi lui étant d'ailleurs spécifiquement consacré (objectif 19). Par conséquent, de nombreuses initiatives se créent et travaillent sur le sujet. Cette forte activité génère des progrès réguliers et il est dès lors indispensable de garder le maximum de flexibilité par rapport aux données biodiversité utilisées en entrée. Si les données GLOBIO semblent aujourd'hui les mieux adaptées à l'exercice la possibilité d'un changement en faveur d'un jeu de données plus robuste doit être maintenue, dès lors que celui-ci répond au cahier des charges fixé.

3.5 La méthodologie GBS en détail

Calculer l'empreinte biodiversité d'une entreprise *via* le GBS revient à établir un lien quantitatif entre son activité et des impacts sur la biodiversité. Ces impacts sont la conséquence de la contribution de l'activité économique de l'entreprise aux différentes pressions menaçant la biodiversité que la CDB regroupe en cinq catégories : l'utilisation des terres, les pollutions, l'introduction d'espèces invasives, le changement climatique et la surexploitation des ressources. Dès lors, l'empreinte biodiversité d'une entreprise peut être calculée en deux temps. Le premier temps consiste à faire le lien entre l'activité économique de l'entreprise et les pressions affectant la biodiversité, c'est-à-dire à analyser quantitativement la contribution de l'activité économique de l'entreprise à ces pressions. Le second temps consiste à analyser l'impact de ces pressions sur la biodiversité.



Ce second temps repose sur les données biodiversité évoquées précédemment, notamment les données GLOBIO retenues puisqu'elles sont spécifiquement fondées sur des **relations de type pression – impact**. Ainsi, une fois la contribution de l'activité économique d'une entreprise aux différentes pressions identifiée, les données biodiversité issues du modèle GLOBIO permettent de déduire les impacts engendrés sur la biodiversité relativement aisément, du moins pour les pressions prises en compte dans le modèle.

L'analyse quantitative de la contribution de l'activité économique de l'entreprise aux pressions menaçant la biodiversité peut s'appuyer sur deux outils. Le premier est l'analyse de cycle de vie ou ACV, outil principal d'analyse de l'ensemble de la chaîne de valeur de l'entreprise, c'est-à-dire des processus impliqués dans l'activité. Ces processus sont répartis classiquement en trois sous-périmètres : amont (approvisionnement et acheminement des matières premières), sur site (processus de fabrication des produits transformés, stockage) et aval (transport, utilisation et recyclage des produits). Si, comme nous l'avons dit, les données biodiversité utilisées dans l'ACV sont trop peu détaillées pour être utilisées dans la méthodologie GBS™, les données intermédiaires issues de l'étape dite d'« inventaire » et des premières étapes de l'étude d'impact permettent de déduire des **relations de type activité – pression**. Ces données portent en effet sur les matières premières et ressources utilisées, l'emprise au sol des sites de production et les émissions de polluants chimiques et atmosphériques engendrés par les procédés de fabrication. Les modèles matriciels de type entrée-sortie sont le second outil mobilisable pour analyser la chaîne de valeur d'une entreprise. Les plus aboutis proposent en effet une décomposition des flux de matières premières entre les secteurs économiques des différents pays, et certains intègrent des modules dédiés à l'étude des impacts environnementaux induits.

La méthodologie GBS™ consiste donc essentiellement à rendre possible le dialogue entre ces différents outils via la mise en cohérence des données utilisées et l'établissement des ponts techniques et méthodologiques nécessaires pour établir une **relation activité – pression – impact**.

Les éléments de cette relation activité – pression – impact sont résumés sur le schéma général de fonctionnement de la méthodologie GBS™ de la Figure 2. Le

rectangle « Activités » regroupe les acteurs financiers et les entreprises, mettant en évidence leur contribution aux pressions menaçant la biodiversité respectivement via leurs investissements et leur chaîne de valeur. Ces pressions sont détaillées dans le rectangle central, le lien entre activités économiques et pressions sur la biodiversité étant établi à l'aide des outils ACV et des modèles entrée – sortie. Enfin, l'impact de ces pressions sur la biodiversité est déterminé à l'aide du modèle GLOBIO. L'empreinte calculée par la méthodologie GBS™ est le produit de l'intégration des résultats issus de ces outils.

Les travaux du Club B4B+ s'articulent autour de deux groupes de travail qui s'intéressent au déploiement de la méthodologie GBS pour les deux principales catégories d'acteurs concernés que sont les entreprises et les institutions financières.

► **le groupe « chaîne de valeur »** travaille sur les enjeux liés à la chaîne de valeur des entreprises, en particulier l'approvisionnement et l'empreinte directe des sites et procédés de production. Ses réflexions portent, entre autres, sur les contours et la faisabilité d'un « bilan matière » le plus complet possible et de l'utilisation des données issues de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV). Les secteurs particulièrement concernés sont extrêmement variés, depuis l'industrie agro-alimentaire et automobile aux aménageurs et transporteurs.

► **le groupe « finance »** travaille plus spécifiquement sur l'empreinte des financements et des investissements.

Une approche d'analyse sectorielle des différents types d'actifs financiers y est développée. Les secteurs particulièrement concernés sont logiquement le secteur bancaire, les investisseurs ou encore l'assurance.

Le schéma de la Figure 2 présente les interactions entre la méthodologie GBS et le Club B4B+. Ces interactions consistent tout d'abord dans la co-construction de la méthodologie GBS par le biais des réunions et expérimentations avec les groupes de travail « finance » et « chaîne de valeur ». Dans un deuxième temps, le Club B4B+ jouera également un rôle de conseil auprès des entreprises en les accompagnant dans l'identification des leviers d'action à leur portée pour améliorer leur empreinte biodiversité une fois le système de notation instauré.

La méthodologie GBS™ établit une relation activité - pression - impact fondée sur le dialogue entre données biodiversité et outils issus du monde de l'entreprise

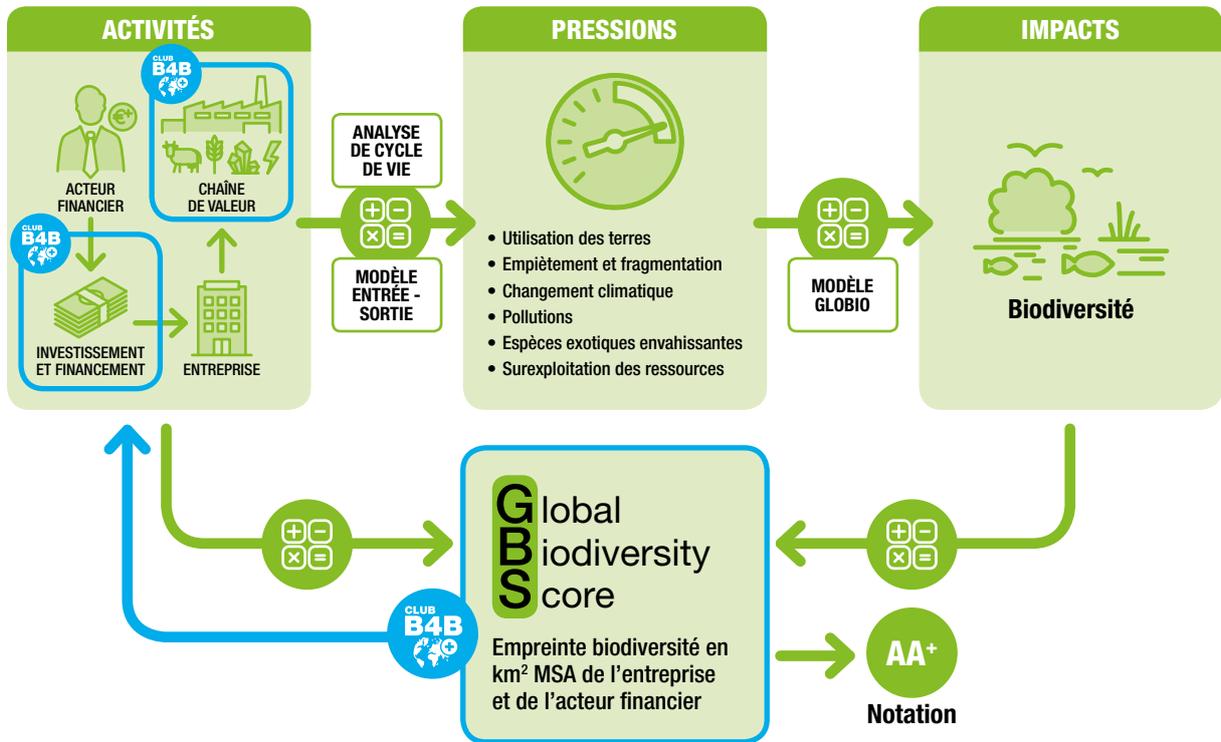


Figure 2 : Interactions entre la méthodologie GBS et le Club B4B+





Focus sur
les données
biodiversité du
modèle GLOBIO
utilisées en
entrée de la
méthodologie GBS™

4 Focus sur les données biodiversité du modèle GLOBIO utilisées en entrée de la méthodologie GBS™

La méthodologie GBS™ utilise en entrée le jeu de données issu du modèle GLOBIO développé par le consortium PBL, UNEP GRID-Arendal et UNEP-WCMC. Pour la méthodologie GBS™, les données utilisées ont plus spécifiquement été produites dans le cadre d'une étude mandatée par la CDB à l'occasion du 4^{ème} Global Biodiversity Outlook (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2014). Cette partie décrit en détail le fonctionnement du modèle GLOBIO du PBL et les données produites.

4.1 L'indicateur biodiversité du modèle GLOBIO : le MSA

L'abondance moyenne spécifique (MSA) est la métrique utilisée dans le modèle GLOBIO pour rendre compte de l'état de la biodiversité d'un écosystème. Cet indicateur se calcule comme la moyenne des ratios d'abondance (tronqués à 1 et exprimés en pourcentage) entre l'état observé et l'état de référence pour, et uniquement pour, les espèces présentes à l'état de référence. Le MSA s'exprime ainsi en pourcentage compris entre 0% et 100%. La question de l'état de référence sera abordée plus en détail ultérieurement. A ce stade, il est défini simplement comme l'état primaire, intact et non perturbé par des activités humaines pour chaque espèce pendant une période prolongée. Le MSA est défini comme :

$$MSA = \frac{1}{N_{\text{espèces référence}}} \sum_{i=1}^{N_{\text{espèces référence}}} \text{Min} \left(\frac{A_{\text{observé}}(i)}{A_{\text{intact}}(i)}, 100\% \right)$$

Avec

MSA = ratio MSA pour le milieu observé

$N_{\text{espèces référence}}$ = nombre total d'espèces dans le milieu de référence

$A_{\text{dégradé}}(i)$ = abondance de l'espèce i dans le milieu observé

$A_{\text{intact}}(i)$ = abondance de l'espèce i dans le milieu de référence

Les ratios par espèce étant tronqués à 1⁽¹⁴⁾, une espèce se développant au détriment des autres entraîne une diminution de l'indice. En effet, dans ce cas de figure, les ratios de ces dernières diminuent sans que celui de l'espèce dominante n'augmente. De plus, les espèces exotiques ne sont

pas prises en compte dans le calcul du MSA, leur développement au détriment des espèces endémiques impliquant donc la diminution du ratio global. Le MSA permet aussi de rendre compte des processus d'homogénéisation. En effet, dans un scénario où un nombre limité d'espèces s'impose dans tous les écosystèmes, puisque celles-ci contribuent au MSA uniquement dans le cas où elles étaient initialement présentes, le MSA moyen des écosystèmes baisse. Le MSA est applicable aux écosystèmes terrestres comme aquatiques.

Dans cette étude, le MSA (défini par la formule ci-avant) et son équivalent surfacique le km^2MSA sont utilisés. Ce dernier est le produit du MSA par la surface à laquelle il s'applique (exprimée en km^2). Par exemple, une surface de 1 km^2 de champs cultivés de manière intensive ($MSA = 10\%$) a pour valeur $1 \times 10\% = 0,1 \text{ km}^2\text{MSA}$. De même, le passage d'un MSA de 100% à 75% pour une surface de 1 km^2 correspond à une perte de $(100\% - 75\%) \times 1 = 0,25 \text{ km}^2\text{MSA}$. Notons d'ailleurs que l'on observerait la même perte de 0,25 km^2MSA avec un scénario où le MSA reste à 100% sur 75% de la surface (0,75 km^2) et passe à 0% sur les 25% restants (0,25 km^2), comme illustré dans la Figure 3.

Cette gymnastique d'esprit consistant à envisager comme équivalents une perte diffuse sur une surface et une perte totale sur la portion de celle-ci est importante à garder en tête pour les interprétations futures des résultats exprimés en km^2MSA . D'une certaine manière, elle permet d'interpréter une perte de $x \text{ km}^2\text{MSA}$ comme la conversion de $x \text{ km}^2$ d'un écosystème intact en surface complètement artificialisée, ce qui, pour le cadre d'utilisation envisagé, présente des vertus de communication évidentes. Il faut toutefois garder en tête que cette image n'est pas tout à fait exacte au regard du modèle dans la mesure où, comme cela a été dit, le MSA ne prend en compte que les espèces endémiques. Un MSA de 0% peut donc aussi correspondre à un écosystème composé uniquement d'espèces exotiques.



Figure 3 : Illustration de l'équivalence entre diminution du MSA et artificialisation partielle

(14) Troncature consécutive à l'usage de la fonction minimum dans le calcul du MSA

4.2 Fonctionnement général du modèle GLOBIO

Le modèle GLOBIO est un modèle spatialisé dont le périmètre s'étend à l'ensemble du globe terrestre. Ce dernier est découpé en cellules de 0.5° par 0.5° (50 km par 50 km à l'équateur), soit $720 \times 360 = 259\,200$ cellules. L'objectif du modèle est d'évaluer l'état de la biodiversité sur chacune de ces cellules. Pour cela, il utilise une méthodologie de type pressions-impact. Il fonctionne donc en deux temps, à savoir 1) le calcul de l'intensité des pressions cumulées sur chaque cellule et 2) leur traduction en impact sur la biodiversité.

Les pressions prises en compte pour la biodiversité terrestre sont : l'utilisation des terres, la fragmentation des espaces naturels, les dépôts aériens azotés, les infrastructures, l'empiètement sur les espaces naturels et le changement climatique. L'évolution de ces pressions est modélisée par le modèle IMAGE⁽¹⁵⁾, tandis que l'évaluation de leurs impacts respectifs sur la biodiversité constitue le cœur des analyses du modèle GLOBIO. Pour ce faire, il opère une méta-analyse d'articles scientifiques de référence (environ 300) de la manière suivante : chacun de ces articles, dont les résultats ont été préalablement traduits en MSA⁽¹⁶⁾, fournit un ou plusieurs points dans l'espace pression-impact propre à un biome (une forêt tempérée par exemple) et une pression donnée (les dépôts aériens azotés par exemple). Des régressions sur les nuages de points ainsi constitués sont ensuite réalisées pour chaque couple pression-impact pour expliciter une relation entre un niveau d'intensité de pression et un impact exprimé en MSA.

(15) Le modèle IMAGE est utilisé par le GIEC pour étudier différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre. Quatre scénarios sont définis : les RCP pour Representative Concentration Pathways. Les données utilisées en entrée du modèle GLOBIO sont issues du scénario RCP2.6 qui le plus favorable et est compatible avec une limitation du réchauffement climatique à 2° à horizon 2100. Le fonctionnement du modèle IMAGE est présenté en Annexe

(16) Cette méthode nécessite que les résultats des articles puissent être exprimés en MSA. De plus, l'état de référence est propre à chaque étude

4.2.1 Revue des pressions sur la biodiversité prises en compte

A L'UTILISATION DES TERRES

Les données pour l'occupation des sols, *i.e.* la caractérisation du type de sol et son utilisation dans le passé, le présent et le futur, sont issues du modèle IMAGE. Le modèle a été construit en partant de la carte de référence *Global Land Cover 2000* (GLC2000) qui représente la couverture terrestre pour l'année 2000. Un travail a ensuite été effectué sur les différentes catégories de couverture de la carte GLC2000 pour les regrouper en catégories homogènes selon leur valeur de MSA et pour prendre en compte l'intensité de l'utilisation dans le cas des terres cultivées (espaces sylvicoles inclus) et des pâtures. L'intensité a été évaluée sur la base des travaux de J. Dixon (Dixon, 2001) pour les cultures, sur les données du modèle IMAGE pour les pâtures et enfin sur les données de la FAO (2001) pour les forêts. Treize catégories d'usage des sols ont ainsi été retenues dans le modèle GLOBIO. Trois catégories font référence à des états naturels dans le sens où ils ne sont pas dédiés à une activité particulière : forêt naturelle, prairie naturelle et glaces. Ainsi, les dix autres catégories correspondent à des types d'utilisations : culture intensive, culture extensive, culture de biocarburants, culture irriguée, prairie cultivée, forêt type plantation, forêt exploitée, forêt exploitation sélective, forêt exploitation sélective à faible impact et espaces urbains. Parmi ces catégories, on distingue deux sous-catégories, **les espaces à dominante humaine** à savoir les espaces urbains et ceux dédiés aux cultures (intensive, extensive, biocarburants et irriguée) et les autres espaces (catégories restantes).

89 articles de référence ont été sélectionnés pour évaluer cette pression et ses impacts sur chaque biome. Enjeu majeur sur les problèmes de déforestation, le biome « forêt tropicale » est surreprésenté dans cette sélection. Toutefois, les études sur les autres biomes confirment la tendance générale. Certains biomes présentent une variance de résultats importante, en particulier les forêts secondaires. Pour les aires urbaines, aucune étude appropriée n'a pu être trouvée et la valeur MSA de 5% a été assignée par opinion d'expert. Les résultats sont résumés par la Figure 4.



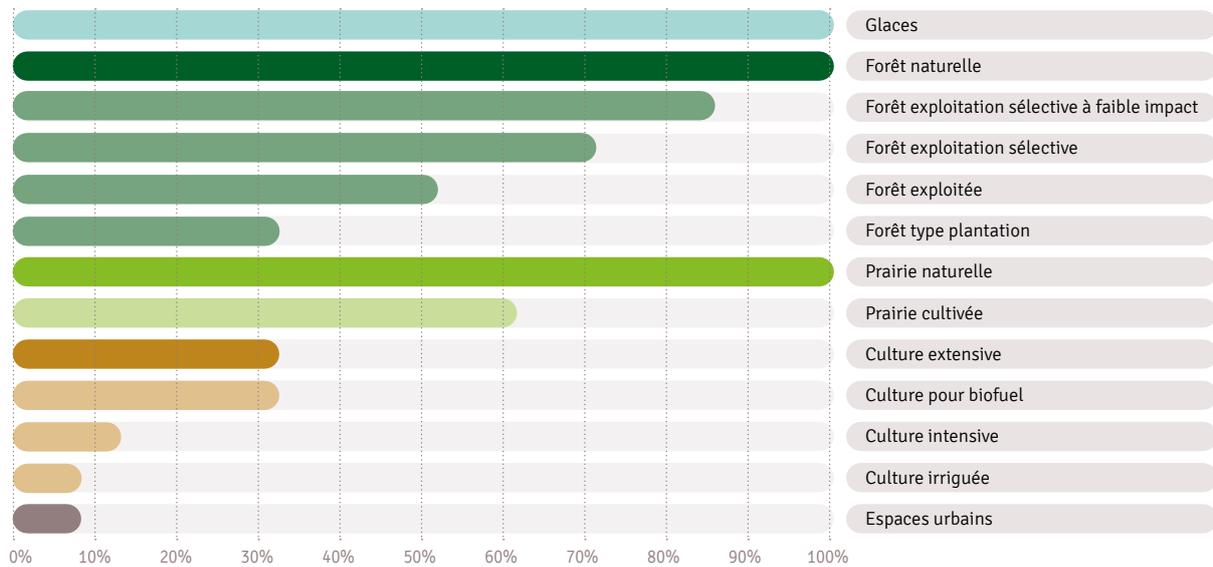


Figure 4 : Valeurs de MSA par type d'utilisation des terres (Alkemade R., 2009)

B LA FRAGMENTATION DES MILIEUX NATURELS

Le nombre d'individus d'une population pour une espèce donnée est lié positivement à la taille de l'espace qu'elle peut occuper. Aujourd'hui, l'activité humaine réduit et fragmente les espaces naturels. L'isolation de ces espaces naturels et leur taille réduite entravent leur fonctionnement écologique et engendrent l'appauvrissement de leur biodiversité.

La taille des espaces naturels a été évaluée en reclassant tout d'abord les catégories GLC2000 en deux classes : les espaces utilisés par l'homme (les cultures agricoles et les surfaces urbaines) et les espaces naturels (tout le reste). En superposant à cela une carte des infrastructures, la taille des patches naturels a ainsi pu être calculée. Six jeux de données, sur un grand échantillon d'espèces, ont été utilisés pour établir la relation entre le MSA et la taille du patch. La proportion d'espèces dont la population se révèle viable a été utilisée comme proxy du MSA (Verboom, 2007).

C L'EMPIÈTEMENT

L'empiètement correspond à la capacité de nuisances exercée par des installations humaines sur les zones naturelles avoisinantes. Le concept est similaire à celui des infrastructures mais est ici étendu aux espaces « à dominante humaine ». De la même manière, les impacts directs (bruit, pollutions, etc.) et indirects (accès favorisé à la pratique de la chasse, du tourisme, etc.) sont pris en compte. Dans GLOBIO, un MSA de 70% est affecté sur une zone de 20 km autour des installations humaines tous types de biomes confondus. Pour cette pression, la base d'articles de références sur lesquels la règle de calcul a été fondée n'est pas disponible.

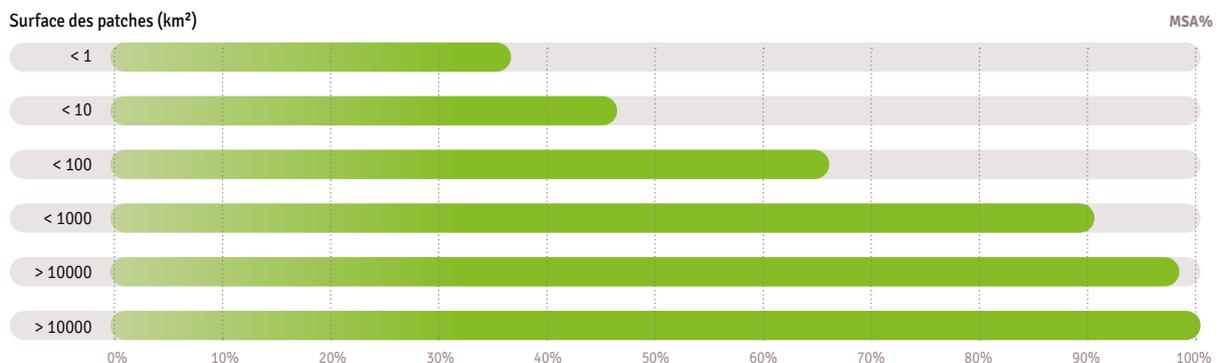


Figure 5 : MSA en fonction de la surface des patches naturels (Alkemade R., 2009)

D LE CAS DES INFRASTRUCTURES

Comme cela a été dit, les infrastructures impactent la biodiversité en participant à la fragmentation. Par ailleurs, elles ont aussi une capacité de nuisance sur les espaces naturels environnants. Les impacts directs (bruit, pollution, bordures de route, etc.) et indirects (augmentation inhérente du tourisme et de la chasse) sont ainsi pris en compte. La partie artificialisation des sols en elle-même est intégrée dans la partie « utilisation des terres ».

Une carte globale des infrastructures linéaires (routes, rails, lignes électriques et pipelines) à l'échelle mondiale a été conçue à partir de la base de données Digital Chart of the World (DCW, DMA 1992). Les zones d'impact de différentes largeurs variant en fonction du biome sont

calculées suivant la méthodologie UNEP/RIVM (2004). 74 études ont été utilisées pour déterminer l'impact des infrastructures sur l'abondance des espèces. Les groupes d'espèces considérés comprennent les oiseaux, les mammifères, les insectes et les plantes. Certains auteurs ont étudié les effets directs des routes et de leur construction en mesurant les abondances spécifiques à leur proximité et à une plus grande distance. D'autres se sont intéressés aux effets indirects comme l'augmentation de la pression de la chasse ou du tourisme provoquée par l'apparition de la route. Les résultats pour chaque biome prennent en compte les effets directs et indirects et sont résumés dans la Figure 6 et la Figure 7.

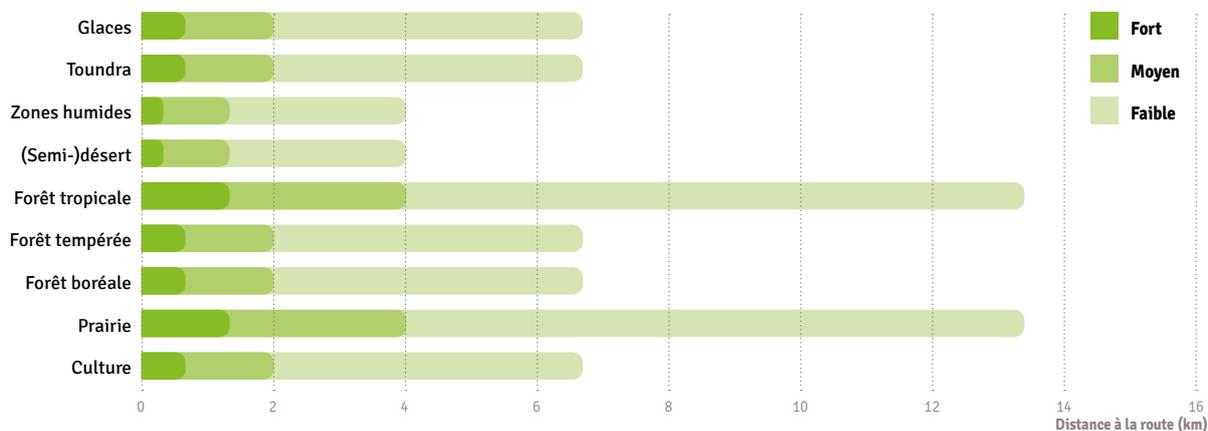


Figure 6 : Zones d'impact des infrastructures par type de biome (Alkemade R., 2009)

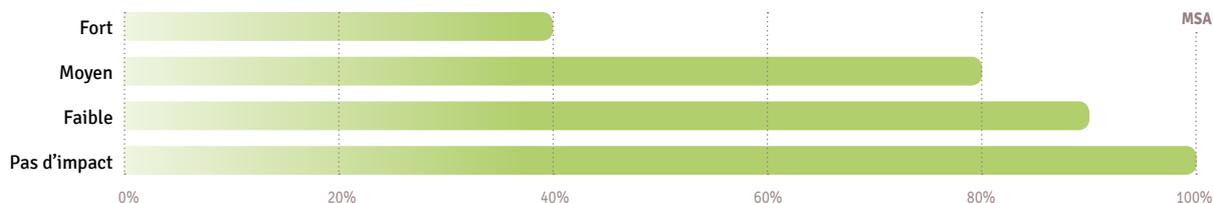


Figure 7 : MSA sur les zones d'impact (Alkemade R., 2009)

E LES DÉPÔTS AÉRIENS AZOTÉS SUR LES MILIEUX NATURELS

Les engrais azotés utilisés en excès ne sont pas absorbés par les cultures, une partie se volatilisant dans l'air et se déposant ensuite sur des espaces naturels. Ces dépôts d'azote favorisent alors l'eutrophisation et l'acidification des écosystèmes. Dans ce cas, une espèce mieux adaptée à ces conditions devient plus compétitive et peut proliférer aux dépens des autres.

Le modèle IMAGE simule les dépôts atmosphériques d'azote en se basant sur les données de production de l'agriculture et de l'élevage (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2006). Par ailleurs, une carte des charges maximales en azote pour les principaux écosystèmes est établie en prenant en compte une carte des sols du monde et la sensibilité des écosystèmes aux ajouts d'azote (Bouwman et Van Vuuren, 2002). L'excès d'azote est alors défini comme la quantité déposée au-delà de la charge maximale. 22 études portant sur les effets des dépôts d'azote sur les systèmes naturels et leurs impacts sur la biodiversité végétale ont été identifiées. Les relations pression - impact ont été établies entre la quantité annuelle d'azote ajoutée qui dépasse la charge maximum empirique et la diversité spécifique relative

(considérée comme un proxy du MSA). On suppose que l'ajout expérimental a des effets similaires aux dépôts atmosphériques. Les résultats par type de biomes sont illustrés par la Figure 8.

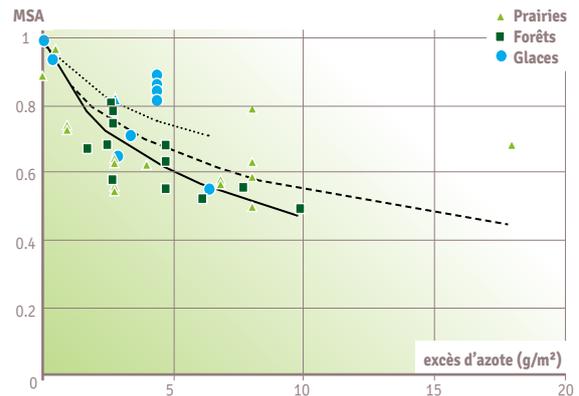


Figure 8 : Valeurs de MSA et régression pour l'excès d'azote (Alkemade R., 2009)



© Peter Zeile

■ VERS UNE ÉVALUATION DE L'EMPREINTE BIODIVERSITÉ DES ENTREPRISES : LE GLOBAL BIODIVERSITY SCORE

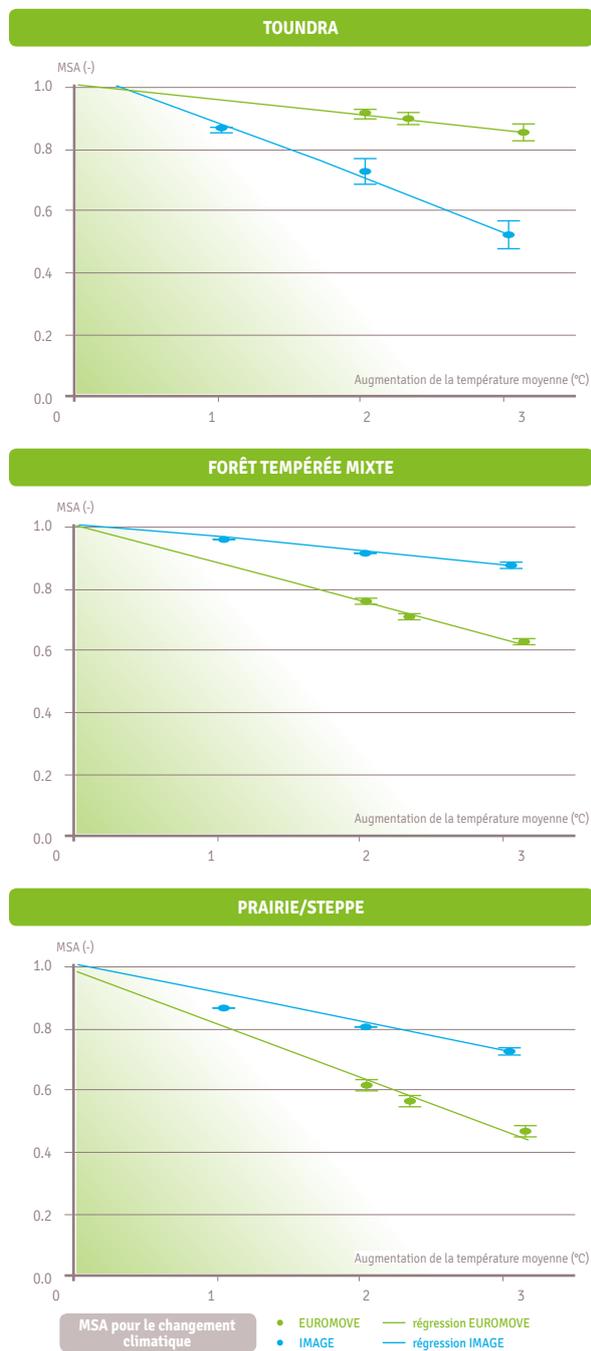


Figure 9 : Valeur de MSA et régressions pour différents biomes
Source : www.globio.info/what-is-globio/science-behind-globio/climate-change

F LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le changement climatique modifie les aires de répartition des biomes. De nombreuses espèces sont menacées car elles n'ont pas les capacités physiologiques nécessaires pour s'adapter aussi rapidement aux variations climatiques à venir. L'augmentation moyenne de la température mondiale (GMTI pour *Global Mean Temperature Increase*) est fournie par le modèle IMAGE.

Pour le changement climatique, l'approche est différente des autres pressions. Dans la mesure où les données réelles portant sur l'impact du changement climatique sur l'abondance des espèces sont difficiles à rassembler, des données modélisées sont utilisées. Deux méthodes sont employées. La première, basée sur le EUROMOVE (Bakkenes, 2002), estime les différences des distributions d'espèces entre 1995 et 2050 sur la base de trois scénarios climatiques distincts. Pour chaque cellule, la proportion d'espèces originelles toujours présentes est calculée (Bakkenes M. E. B., 2006) et, ainsi, pour chaque biome, une équation reliant cette proportion à la GMTI est établie par régression linéaire. Dans la deuxième méthode, l'aire stable attendue pour chaque biome est évaluée en reprenant les travaux de Leemans et Eickhout (Leemans, 2004) calculant les pourcentages d'aire stable par biome pour des GMTI de 1, 2, 3 et 4°C. Pour chaque biome, la méthode présentant l'impact le plus faible est choisie, la proportion d'espèces originelles toujours présentes ou le pourcentage d'aire stable étant pris comme proxy du MSA. Les graphiques de la Figure 9 illustrent les courbes de régression pour certains biomes pour les deux méthodes.

G CALCUL DU MSA TOTAL

Concernant le calcul du MSA total pour un espace donné, deux cas de figure se distinguent :

- si l'utilisation des terres est à dominante humaine (les espaces urbains et les espaces dédiés aux cultures), alors on considère que l'impact de l'utilisation des terres prédomine sur tous les autres et ainsi :

$$MSA_{total} = MSA_{Utilisation\ des\ terres}$$

- pour tous les autres types d'utilisation des terres, les effets des différentes pressions sont additifs et le MSA se calcule de la manière suivante :

$$MSA_{total} = MSA_{Utilisation\ des\ terres} \times MSA_{Fragmentation} \times MSA_{Empiètement} \times MSA_{Dépôts\ d'azote} \times MSA_{Infrastructures} \times MSA_{Changement\ Climatique}$$

4.2.2 Les données produites

Les données produites sont des données spatialisées sur un périmètre mondial. La résolution spatiale est de 0,5° par 0,5°. Pour chaque cellule, l'état de la biodiversité résultante, exprimé en MSA et associé à chaque pression, est disponible. La biodiversité résultante totale s'obtient par la multiplication des MSA de chaque pression, rendant ainsi compte d'une hypothèse d'additivité des différentes pressions. La cartographie du MSA ainsi obtenue est disponible pour différentes dates, ici 2000 et 2050.

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des pertes MSA et km² MSA en 2010 et 2050 par pression

Pression	Perte en 2010		Perte en 2050		Erosion 2010-2050	
	km ² MSA	MSA	km ² MSA	MSA	km ² MSA	MSA
Utilisation des terres	24 512 161	18,9%	28 906 375	22,2%	-4 394 214	-3,4%
Infrastructure	2 806 672	2,2%	4 827 905	3,7%	-2 021 233	-1,6%
Empiètement	6 507 580	5,0%	5 826 072	4,5%	681 508	0,5%
Fragmentation	2 422 955	1,9%	2 211 380	1,7%	211 576	0,2%
Eutrophisation	808 564	0,6%	968 858	0,7%	-160 293	-0,1%
Changement climatique	4 756 026	3,7%	10 800 818	8,3%	-6 044 792	-4,6%
Total	41 813 959	32,2%	53 541 408	41,2%	-11 727 449	-9,0%

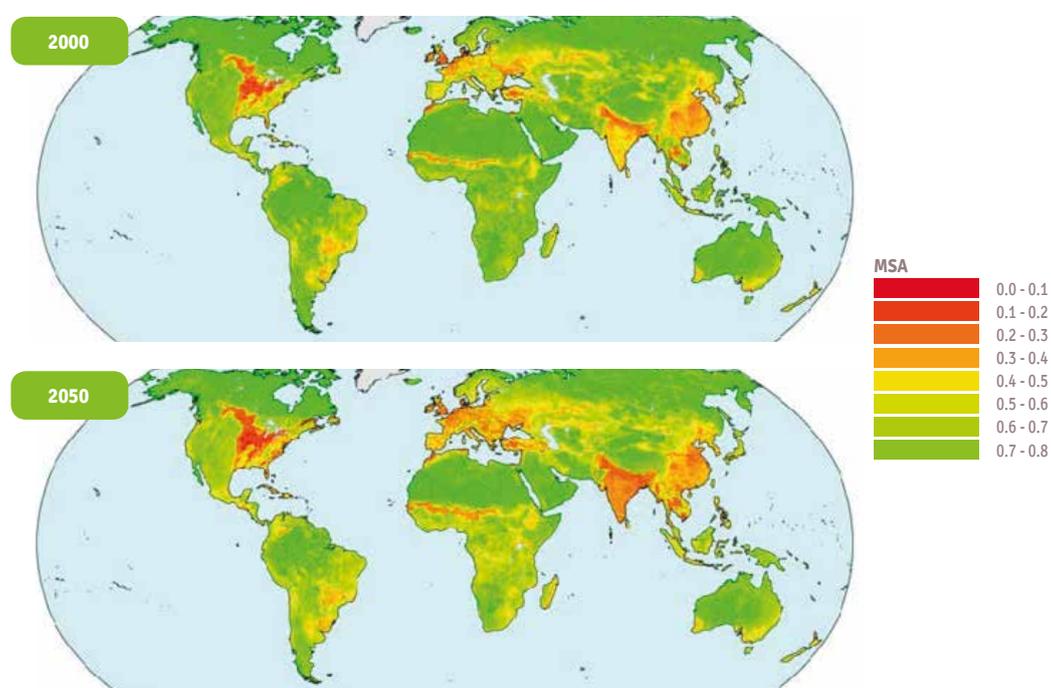


Figure 10 : Cartes mondiales du MSA pour toutes les pressions combinées en 2010 et 2050 (Alkemade R., 2009)

An aerial photograph of a wide, winding river flowing through a vibrant green landscape. The river meanders through fields and patches of forest. A concrete bridge with several piers crosses the river in the lower-left quadrant. A paved road runs parallel to the river on the right side. The overall scene is a lush, natural environment.

La méthodologie
GBS : la première
étape sur
l'empreinte
biodiversité des
matières premières

5 La méthodologie GBS™ : première étape sur l'empreinte biodiversité des matières premières

Comme évoqué précédemment, calculer l'empreinte biodiversité d'une entreprise *via* le GBS revient à établir un lien quantitatif entre son activité et des impacts sur la biodiversité. Le lien entre les pressions et les impacts sur la biodiversité est donné par le modèle GLOBIO. L'étape suivante consiste à quantifier le lien entre ces pressions et les activités de l'entreprise. Pour cela, la méthodologie GBS se focalise sur la production de matières premières pour les entreprises, leur transformation et leur utilisation le long de la chaîne de valeur. Ces matières premières comprennent les produits agricoles, le bois, les minerais, l'énergie... La première étape est ici, avant d'étendre l'analyse à la chaîne de valeur, de calculer une empreinte biodiversité spatialisée liée à la production de ces matières premières. Le principe général est de déterminer la contribution aux pressions des processus de production des matières premières pour en déduire *in fine* une empreinte par quantité produite. Une base de données d'empreintes, pour l'ensemble des matières premières et à une échelle géographique pays (à ce stade), est ainsi progressivement constituée.

5.1 Les données biodiversité utilisées en entrée

La méthodologie GBS™ prend en entrée la variation annuelle attendue de la biodiversité. Pour cela, on annualise les différences entre 2010 et 2050 avec l'hypothèse d'une variation linéaire de la biodiversité sur cette période. Ainsi, on utilise les jeux de données suivant :

$$\text{Données GBS}_{\text{entrée}} = \frac{1}{40} (\text{Données GLOBIO}_{2050} - \text{Données GLOBIO}_{2010})$$

S'intéresser aux variations annuelles de la biodiversité présente de nombreux avantages :

- cela est cohérent avec le cadre d'utilisation préconisé pour le modèle du PBL. En effet, sa force réside dans sa capacité prédictive et c'est d'ailleurs pour ce type d'utilisation que la CDB l'emploie. Plus que les niveaux absolus d'état de la biodiversité en 2010 et en 2050, c'est dans

l'étude des variations et de leurs causes potentielles que l'outil devient pertinent. De plus, cela est aussi cohérent avec l'objectif que s'est fixé la communauté internationale de stopper, avant tout et rapidement, l'érosion de la biodiversité, sans pour autant spécifier un état à atteindre de manière explicite ;

- cela relativise le problème de l'état de référence. La définition de l'état de référence dans le modèle du PBL est assez vague : il s'agit d'un état intact de référence. Mais la notion d'intact n'a pas de sens d'un point de vue écologique car, d'une part, l'influence humaine existe depuis plusieurs milliers d'années et est maintenant indissociable de certains écosystèmes et, d'autre part, le monde vivant étant dans une dynamique évolutive, l'état intact ne peut être figé en une référence spécifique. De plus, structurellement dans le modèle, l'état de référence est propre à chaque article scientifique pris en compte. Il est donc plus satisfaisant de ce point de vue de prendre en compte la variation plutôt que l'état absolu de la biodiversité car cela minimise de fait l'importance du point de référence ;

- cela est pertinent dans le contexte économique actuel. En effet, dans l'économie moderne, la principale période d'évaluation est l'année. Les variations annuelles de biodiversité sont donc homogènes avec l'ensemble des données issues de la sphère économique. Cela est également cohérent avec les cycles de production pour les matières premières agricoles.

5.2 Le processus de réallocation des impacts

5.2.1 Description du principe général

Pour chaque matière première, le principe est le même et consiste à déterminer la contribution du processus de production à chacune des cinq pressions référencées : conversion des terres, fragmentation, empiètement, eutrophisation des espaces naturels environnants et changement climatique. Pour la clarté de l'exposé, l'exemple de la production de blé en culture intensive sur un champ de 1000 m² en région tempérée illustre les propos (Figure 11).

■ VERS UNE ÉVALUATION DE L'EMPREINTE BIODIVERSITÉ DES ENTREPRISES : LE GLOBAL BIODIVERSITY SCORE

Les pressions considérées peuvent être classées en trois grandes catégories qui appellent un traitement de réallocation spécifique :

- **les pressions spatiales** : elles résultent directement ou indirectement de l'utilisation des terres nécessaire à la production de la matière première, ici la conversion des terres, la fragmentation et l'empiètement.
- **les pressions d'émissions à impacts locaux** : elles résultent d'émissions induites par la production de la matière première et qui ont un impact sur la biodiversité locale, ici l'eutrophisation due aux émissions azotées qui se redéposent sur les espaces naturels environnants.
- **les pressions d'émissions à impacts globaux** : elles résultent d'émissions induites par la production de la matière première et qui ont un impact sur la biodiversité à l'échelle globale, ici les Gaz à Effet de Serre (GES) qui ont un impact sur la biodiversité mondiale par leur contribution au changement climatique.

5.2.2 Les pressions spatiales

Il faut garder à l'esprit que sont ici considérées les variations annuelles de la biodiversité. Par conséquent, pour les impacts qui résultent de l'utilisation des terres, ce sont les conversions d'usage des sols qui sont prises en compte. Ainsi, pour le champ de blé, la question est de savoir s'il va s'étendre, être stable ou se contracter pendant l'année en cours. Seule une variation de sa surface engendre une empreinte liée aux pressions spatiales. En théorie, à surface égale, si la forme du champ change, cela peut faire varier les empreintes liées à la fragmentation et à l'empiètement sur les espaces naturels environnants, toutefois l'échelle d'application du modèle ne permet pas une telle finesse d'analyse.

A PRESSION SPATIALE À IMPACT DIRECT : LA CONVERSION DES TERRES

Pour la conversion des terres, le processus de réallocation est relativement simple. En effet, il suffit d'identifier les zones où l'usage des sols a changé et d'affecter au type nouvellement en place le bilan biodiversité de la conversion suivant la formule :

$$\Delta MSA_{m^2}^{conversion} = (MSA_{New} - MSA_{Old}) \times Surface$$

Par exemple, si le champ de blé s'étend de 10% passant de 1000 m² à 1100 m² aux dépens d'une prairie permanente et d'une forêt naturelle à parts égales, le bilan de la conversion est négatif. En effet, la biodiversité du champ en culture intensive (MSA=10%) est alors moindre que celle de la prairie permanente (MSA=70%, cf Figure 5) et de la forêt (MSA=100%, cf Figure 5), la perte en biodiversité vaut alors :

$$MSA_{com}(champ) = (10\% - 70\%) \times 50 + (10\% - 100\%) \times 50 = -75m^2$$

Pour remarque, si à l'inverse la surface du champ avait régressé au profit d'une forêt naturelle, le bilan de la conversion aurait été positif, traduisant un gain en biodiversité.

B PRESSION SPATIALE À IMPACT INDIRECT : FRAGMENTATION ET EMPIÈTEMENT

Ces pressions ne s'exercent que sur les espaces naturels environnants et, par conséquent, le processus de réallocation est différent. Plutôt que de prendre comme point de départ le site de production de la matière première, on part ici des espaces naturels. Le principe exposé pour la fragmentation est identique à celui utilisé pour l'empiètement, bien que plus complexe du fait de la prise en compte des infrastructures.

Pour chaque espace naturel, on regarde la variation annuelle de la biodiversité due à la fragmentation. Dans le modèle du PBL, tout espace « à dominante humaine » est

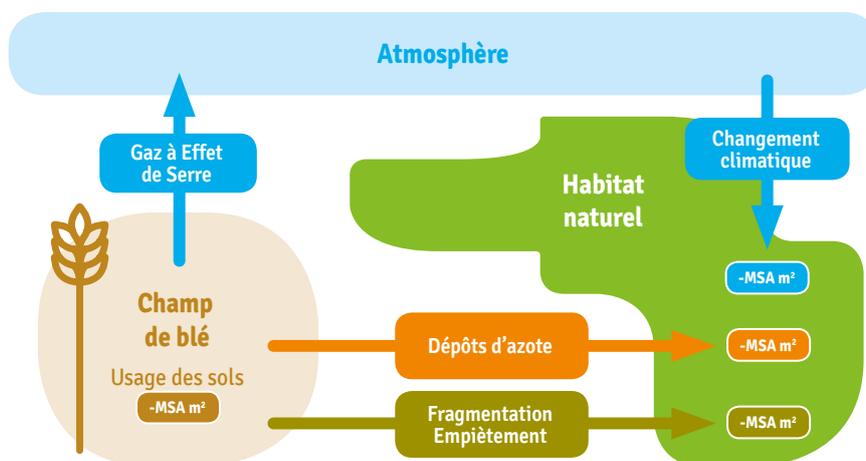


Figure 11 : Processus de réallocation pour la production de blé

considéré comme fragmentant, de même que les infrastructures. L'allocation est en théorie assez complexe et nécessite obligatoirement des choix arbitraires *in fine*. Par exemple, si une forêt naturelle est entourée de champs et traversée par une route, quelle est la part de la fragmentation due aux champs ? Quelle part est due à la route ? Doit-on compter tous les champs de la même manière ? Aucune solution ne pouvant être exacte, l'arbitrage entre infrastructures et espaces « à dominante humaine » est volontairement simple. Ainsi pour chaque espace naturel pour lequel l'impact dû à la fragmentation est non nul, afin de redistribuer l'impact sur l'espace environnant, on procède à une règle d'allocation selon 3 cas de figure :

- présence d'espaces à dominante humaine sans infrastructures : dans ce cas, la fragmentation est allouée à 100 % aux espaces « à dominante humaine »,
- présence d'infrastructures sans espaces « à dominante humaine » : dans ce cas, la fragmentation est allouée à 100 % aux infrastructures,
- présence d'espaces à dominante humaine et d'infrastructures : dans ce cas, la fragmentation est allouée arbitrairement à 50 % aux espaces « à dominante humaine » et à 50 % aux infrastructures.

Dans l'exemple du champ de blé, seule la forêt naturelle est considérée car elle est l'unique espace naturel proche. D'après le modèle du PBL, pour l'année en cours, sa surface passe de 10 000 m² à 9 500 m² et la perte en biodiversité due à la fragmentation s'accroît, passant de $MSA_{frag\ old} = 15\%$ à $MSA_{frag\ new} = 17\%$.

L'empiètement reste lui inchangé. Pour cette forêt, le bilan fragmentation est le suivant :

$$\Delta MSA_{frag}(Forêt) = MSA_{frag\ old} \times S_{old} - MSA_{frag\ new} \times S_{new},$$

$$\Delta MSA_{frag}(Forêt) = 15\% \times 10000 - 17\% \times 9500 = -115 \text{ m}^2 \text{MSA}.$$

On obtient donc un bilan négatif avec un déficit de -115 m²MSA pour la fragmentation.

A noter qu'avec une même dégradation du MSA lié à la fragmentation, on aurait pu avoir un bilan fragmentation positif si la surface finale avait été fortement réduite. Si la forêt avait diminué de moitié, son bilan serait ainsi

$$\Delta MSA_{frag} = 15\% \times 10000 - 17\% \times 5000 = 750 \text{ m}^2 \text{MSA}.$$

Ce résultat peut étonner de prime abord mais, si le bilan total de la forêt était réalisé, la perte totale en biodiversité serait bien supérieure dans la mesure où l'impact de la conversion des terres sur la biodiversité surpasserait largement le gain en fragmentation. Toutefois, il est important de garder cette mécanique en tête pour l'interprétation ultérieure des résultats.

Pour reprendre l'exemple du champ de blé, l'allocation aux espaces environnants est effectuée une fois le déficit dû à la fragmentation établi. Dans l'espace de la forêt et sa périphérie se trouvent une route, le champ de blé et un autre champ dont la surface, en fin d'année, est de 500 m².

Comme il y a présence d'une infrastructure, 50 % du déficit lui est alloué, soit -57,5 m². Les 50 % restants sont alloués aux deux champs en proportion de leurs surfaces respectives. Par conséquent, la contribution du champ de blé dont la surface en fin d'année est 900 m² est

$$MSA_{frag}(Champ) = -57,5 \times \frac{900}{900 + 500} \approx -37 \text{ m}^2 \text{MSA}.$$

5.2.3 Les pressions d'émissions locales à impacts locaux

A ce stade du développement de la méthodologie, l'unique pression de ce type est l'émission dans l'air de composés azotés responsables d'eutrophisation dans les milieux naturels environnants sur lesquels ils se déposent. Toutefois, le principe de réallocation pourrait s'appliquer à tout type de pollution agissant selon un procédé similaire.

La méthode est similaire à celle utilisée pour les pressions spatiales à impacts indirects, à savoir que l'on part des espaces naturels impactés. Cette fois, l'allocation de l'impact aux espaces voisins se fait en proportion de l'émission de composé azotés qu'ils engendrent.

Disposer de la cartographie des émissions de composés azotés requiert un travail préalable. Pour ce faire, la base de données d'émission « *Emissions Database for Global Atmospheric Research* » ou EDGAR est utilisée. Cette base de données spatialisée est une initiative commune de la Commission Européenne (DG *Joint Research Centre*) et du PBL. Cette base cartographie les émissions d'origine humaine passées et présentes des principaux gaz à effet de serre et polluants atmosphériques à l'échelle mondiale. Les émissions sont calculées sur la base des activités sectorielles déclarées des pays et de leurs facteurs d'émission associés (Olivier J, s.d.). Les données sont disponibles pour chaque secteur économique, soit par pays, soit sous forme de grilles spatiales ayant une résolution de 0.1° par 0.1°.

Dans le cas des matières premières agricoles, les émissions de composés azotés du secteur agricole sont récupérées. S'en suit un premier travail d'allocation consistant à attribuer aux cellules du modèle du PBL les émissions issues d'EDGAR. Ce travail est nécessaire pour ajuster les résolutions, différentes dans les données EDGAR et GLC2000, et pour assurer une cohérence entre l'occupation des sols du modèle PBL et les émissions de sorte que la totalité des émissions du secteur agricole soit bien attribuée à des cellules où la surface agricole est non nulle.

Sur la base de ce travail, le processus d'allocation de l'impact d'eutrophisation d'un espace naturel vers les espaces environnants est simple. Le voisinage est étendu de manière concentrique jusqu'à ce que des émissions de composés azotés soient détectées. Une fois ce voisinage défini, les espaces « émetteurs » sont crédités d'une partie de l'impact à hauteur de leur part dans les émissions totales du voisinage.

Reprenons l'exemple du champ de blé. Comme pour la fragmentation, seule la forêt naturelle - unique espace naturel proche - est considérée. D'après le modèle du PBL, sa surface passe de 10 000 m² à 9 500 m² pour l'année en cours, la perte en biodiversité due aux dépôts aériens azotés passant de $MSA_{\text{eutro old}} = 1\%$ à $MSA_{\text{eutro new}} = 1,5\%$.

Pour cette forêt, le bilan sur l'eutrophisation est

$$\Delta MSA_{\text{eutro}}(\text{Forêt}) = MSA_{\text{eutro old}} \times S_{\text{old}} - MSA_{\text{eutro new}} \times S_{\text{new}},$$

$$\Delta MSA_{\text{eutro}}(\text{Forêt}) = 1\% \times 10000 - 1,5\% \times 9500 = -42,5 \text{ m}^2 \text{ MSA}.$$

On obtient donc un bilan négatif avec un déficit de -42,5 m² MSA pour l'eutrophisation.

Dans l'espace de la forêt et son voisinage se trouvent le champ de blé, un autre champ et une usine dont les émissions annuelles sont respectivement 3, 2 et 10 tonnes d'équivalent azote. La contribution du champ de blé à l'eutrophisation de la forêt considérée se calcule alors comme

$$\Delta MSA_{\text{eutro}}(\text{Champ}) = -42,5 \times \frac{3}{3+2+10} \approx -8,5 \text{ m}^2 \text{ MSA}.$$

5.2.4 Les pressions d'émissions locales à impacts globaux

Ce cas concerne, *a priori*, uniquement le changement climatique. Ici, l'approche n'est pas cartographique : les émissions locales ayant un effet global, leur lieu d'émission n'importe pas. Comme l'objectif est d'obtenir des résultats à l'échelle nationale, une résolution plus fine

pour les émissions n'est pas nécessaire. Pour le secteur agricole, les données d'émissions nationales de gaz à effet de serre de la FAO, les plus détaillées et les plus robustes pour ce secteur, sont utilisées. Elles distinguent dix types d'émissions : fermentation entérique, gestion du fumier (décomposition aérobie et anaérobie des excréments), culture de riz, engrais synthétiques azotés, fumier appliqué au sol, fumier laissé sur les pâtures, résidus de récoltes (nitrification), combustion de résidus de récolte, combustion de savane, énergie utilisée (dont activités de pêche). Pour les autres secteurs économiques, la base EDGAR est utilisée.

Dans son dernier rapport, le GIEC définit le concept d'une enveloppe carbone à ne pas dépasser pour pouvoir atteindre l'objectif des +2°C. Pour avoir une probabilité de plus de 66% d'atteindre une augmentation de température limitée à +2°C, les émissions anthropiques de carbone cumulées depuis l'ère industrielle (1750) jusqu'à un futur lointain et indéterminé, ne doivent pas dépasser 1000 PgC, soit 3 666 667 mégatonnes équivalent CO₂⁽¹⁷⁾. Le GIEC estime que sur ces 1000 PgC, 555 PgC étaient déjà consommés à la fin de l'année 2011. Le respect de cette enveloppe correspond au scénario d'émission RCP2.6 utilisé par le PBL pour produire les données d'entrée du GBS™.

La contribution d'une émission de GES à la perte totale de biodiversité due au changement climatique est évaluée à hauteur de sa contribution à l'enveloppe globale définie par le GIEC. Ici, la perte totale considérée est celle évaluée

(17) 1PgC = 10¹⁵gC = 3,67 10¹⁶tCO₂eq = 3 666 667 MtCO₂eq

LE CAS PARTICULIER DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le changement climatique est la conséquence d'émissions de GES depuis le début de l'ère industrielle. La durée de vie des GES dans l'atmosphère est variable, allant d'une dizaine d'années pour le méthane à plusieurs milliers d'années pour certains halocarbures. Ainsi, elles ont un **effet d'inertie important** et le changement climatique pour l'année en cours est plus largement dû aux émissions passées qu'aux émissions en cours. De ce fait, il est compliqué de calculer la contribution effective d'une émission de GES donnée à la perte de biodiversité due au changement climatique. En toute rigueur, il faudrait compter la contribution d'une émission non pas uniquement sur l'année en cours mais pour l'ensemble de sa durée de vie dans l'atmosphère. D'ores et déjà se pose un problème d'homogénéité avec les autres pressions pour lesquelles seules les érosions annuelles pour l'année en cours sont prises en compte. **En admettant que l'on puisse sommer des érosions présentes et futures, la question qui se pose est : jusqu'à quand les impacts doivent-ils être comptabilisés ?** Considérer toute la durée de vie d'une émission de GES paraît difficilement envisageable car cela nécessiterait d'anticiper l'évolution de la biodiversité sur des horizons de temps bien plus longs que les modèles ne le permettent. Faire le choix d'arrêter une date pour constater l'érosion sur la biodiversité en se focalisant, par exemple, sur la part de la perte de biodiversité à horizon 2050, impliquerait qu'au fil des années une même quantité émise aurait mécaniquement un impact de plus en plus faible car comptabilisé sur intervalle de temps plus court. La solution de la fenêtre glissante sur une durée déterminée, par exemple, les vingt prochaines années, n'est pas beaucoup plus satisfaisante dans la mesure où la taille de la fenêtre influence fortement le résultat. Enfin, il faut noter qu'une émission n'a pas, seule, la capacité physique de créer du réchauffement climatique. En effet, celui-ci est la conséquence d'une somme d'émissions qui, prises ensemble, dépassent les capacités d'absorption terrestres. Le problème de l'héritage des émissions passées se pose alors de nouveau. Ainsi, la recherche d'une solution « scientifiquement exacte » pour calculer la contribution d'une émission de GES à la perte de biodiversité annuelle due au changement climatique a été abandonnée. A la place, **une approche fondée sur une responsabilité partagée du bien commun climatique, calquée sur les travaux du GIEC, a été adoptée.**

par le modèle GLOBIO pour la période courant du début de l'ère industrielle (1750) jusqu'en 2050. L'échéance de l'année 2050 est choisie car c'est l'horizon de temps que s'est fixé la communauté internationale pour stopper l'érosion de la biodiversité.

A titre d'exemple, le calcul pour une émission d'une mégatonne (1Mt = 10⁶t) de CO₂ équivalent est le suivant. D'après le modèle du PBL, la perte de MSA mondiale due au changement climatique est de 5,6% en 2050 si l'on suit le scénario climatique RCP 2.6 (cf Tableau 2). En rapportant cela à la surface des terres émergées, soit 130 000 000 km², cela correspond à une perte de 7 280 000 km²MSA. L'enveloppe globale fixée par le GIEC étant de 3 666 667 MtCO₂eq, la contribution d'une mégatonne de CO₂ est

$$\frac{1}{3666667} \times 7280000 = 1,98 \text{ km}^2 \text{MSA}$$

Ce raisonnement est illustré par la Figure 12.

Cette allocation présente plusieurs avantages :

- elle s'affranchit d'un problème physique qui, dans tous les cas, n'est pas soluble sans des hypothèses arbitraires fortes,
- elle met au même niveau les émissions passées, présentes et futures,
- elle prend en compte le caractère cumulatif, au cours des années, des effets d'une émission de carbone.

Pour finir sur l'exemple du champ de blé, même si dans la méthodologie GBS™ le calcul pour le changement climatique se fait à l'échelle nationale, le raisonnement sur la contribution d'une émission de gaz à effet de serre à la perte de biodiversité due au changement climatique est applicable à toute émission. Ainsi, dans le cas du champ de blé, si l'on considère que l'activité agricole ayant eu lieu

au cours de l'année a entraîné l'émission de 0,5 tonne de CO₂ équivalent, alors son empreinte changement climatique se calcule comme suit :

$$MSA_{clim}(champ) = \frac{0,5}{3,67 \cdot 10^{12}} \times 7,28 \cdot 10^{12} \approx 1 \text{ m}^2 \text{MSA}$$

5.2.5 Bilan du cas d'étude du champ de blé

Le bilan du champ de blé pour l'année en cours est donc

$$MSA_{tot} = MSA_{conv} + MSA_{frag} + MSA_{empier} + MSA_{euro} + MSA_{clim},$$

$$MSA_{tot} = 115 + 37 + 0 + 8,5 + 1 = 161,5 \text{ m}^2 \text{MSA}.$$

Par ailleurs, le rendement moyen annuel du champ est 3t/ha, soit une production annuelle de $3 \times \frac{1000}{10000} = 0,33$ tonne (on compte la totalité de la surface finale après conversion dans la mesure où l'on compte aussi la totalité de l'empreinte due à la conversion). Ainsi pour ce champ, l'empreinte biodiversité rapportée à la quantité de blé produite est

$$MSA_{tot}(blé) = \frac{161,5}{0,33} = 489,4 \text{ m}^2 \text{MSA/t}$$

L'application de la méthodologie à un champ de blé donné a été détaillée ici à titre illustratif afin de faciliter la compréhension des mécanismes d'allocation au moyen d'un cas concret. Toutefois, en pratique pour les matières premières agricoles, la méthodologie GBS™ s'applique non pas à l'échelle du champ mais à l'échelle des 259 200 cellules du globe terrestre, et ce pour l'ensemble des pressions à l'exception du changement climatique. Les résultats par cellule sont ensuite additionnés par pays

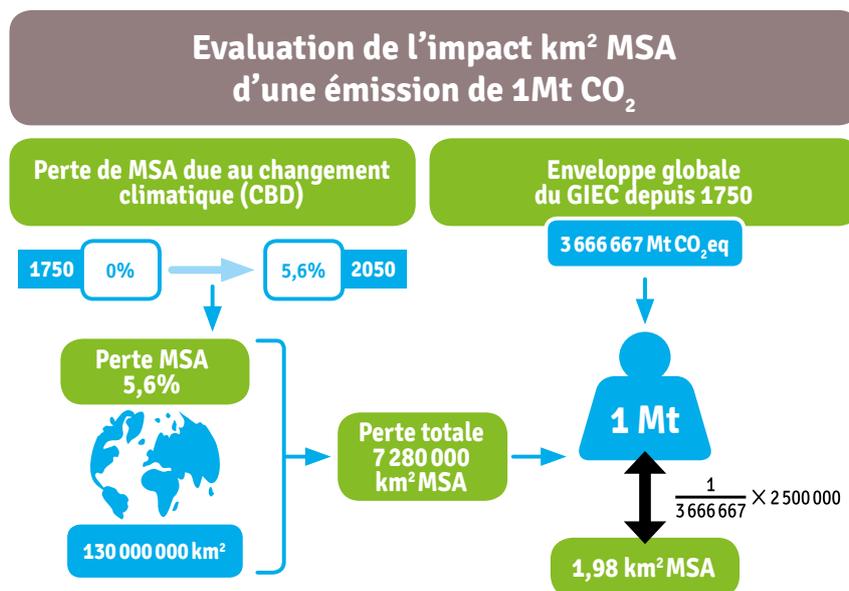


Figure 12 : Calcul de la part d'artificialisation d'une mégatonne de CO₂

pour établir des empreintes nationales pour les différentes pratiques agricoles. Ainsi, à ce stade seuls les cinq types d'usages agricoles sont différenciés. La granularité pour les cultures est ensuite obtenue au moyen des données de rendement (FAO) qui permettent de déduire la surface à cultiver nécessaire pour produire une quantité de culture donnée. L'empreinte biodiversité pour une quantité et une culture donnée est alors calculée comme la part de l'empreinte nationale précédemment établie en proportion de cette surface implicite par rapport à la surface agricole nationale totale correspondant à l'usage envisagé comme expliqué par la Figure 13.

5.3 Exemple d'application pour une matière première agricole : le soja

Pour illustrer l'empreinte des matières premières, la méthodologie GBS™ est appliquée aux dix premiers pays producteurs de soja. Cette partie en présente les résultats, leur valeur informative et leurs limites.

5.3.1 Résultats

Le type d'agriculture (intensif, extensif ou irrigué) n'est pas spécifié ici dans la mesure où les données globales disponibles pour les rendements nationaux édités par la FAO ne présentent pas cette granularité. L'ensemble de la surface agricole nationale est donc prise en compte.

Par ailleurs, le choix du soja intervient uniquement au niveau du rendement. En effet, il n'existe pas de carte mondiale d'occupation des sols distinguant les différentes cultures. Toutefois, en particulier comme c'est le cas ici pour de grands pays producteurs, le soja fait partie des cultures dominantes et est ainsi bien représenté par le panorama national moyen pris en compte par la méthodologie GBS™. Les résultats sont exprimés en m²MSA par tonne produite et sont réunis dans le Tableau 3.

5.3.2 Discussion

Les impacts totaux à la tonne produite évoluent dans une fourchette allant de quelques m² en négatif jusqu'à une centaine en positif. Pour rappel, un impact négatif est ici un gain pour la biodiversité. Rapporté à la surface nécessaire pour cultiver, l'impact évolue entre environ -0,2% pour les Etats-Unis et 2,4% pour la Bolivie. En d'autres termes, chaque année, la totalité des impacts de la culture du soja en Bolivie sur la biodiversité est équivalente à l'artificialisation d'espaces naturels intacts pour une surface égale à 2,4% de la surface cultivée. A titre illustratif, cela voudrait aussi dire que, à ce rythme, en 26 ans, la culture du soja en Bolivie nécessiterait la « consommation » d'une surface naturelle équivalente à la surface cultivée. En faisant le même exercice pour l'Argentine où le taux d'artificialisa-

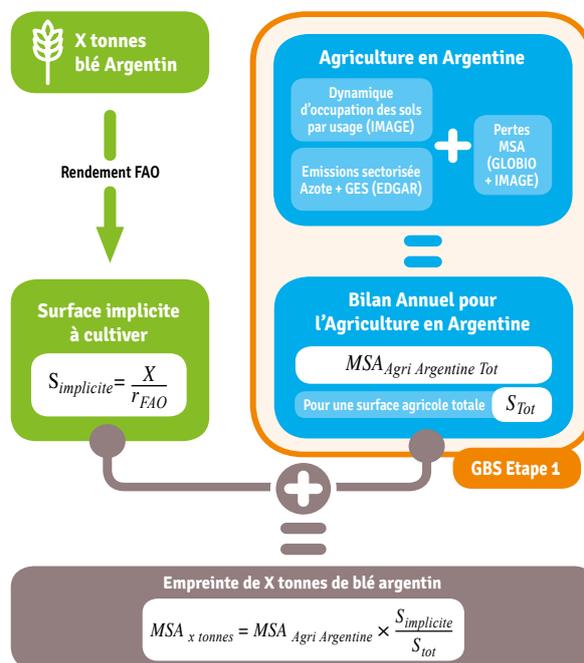


Figure 13 : Schéma illustrant la méthodologie sur l'exemple du blé argentin

tion annuelle est de 0,6%, le nombre d'années nécessaires pour atteindre l'artificialisation de la surface cultivée est de 116 ans.

A deux exceptions près, l'Inde et les Etats-Unis, l'utilisation des terres est, de manière marquée, la pression prépondérante. Pour rappel, cette pression rend compte ici de la perte de biodiversité en prévision des conversions des terres à venir. Les pertes de biodiversité par conversion sont majoritairement dues à la conversion d'espaces naturels en espaces agricoles et sylvicoles. Le risque potentiel de déforestation est ainsi pris en compte, ainsi que son équivalent pour les autres espaces naturels tels que les prairies, les toundras ou les espaces de type arctiques. De plus, cette approche par conversion potentielle prend aussi en compte les pertes et gains de biodiversité dus à un changement d'utilisation comme, par exemple, le fait de passer d'une agriculture extensive à une agriculture intensive ou d'une forêt exploitée à une plantation.

La prépondérance de l'utilisation des terres est atténuée, dans une certaine mesure, par les autres impacts liés à la configuration spatiale, à savoir la fragmentation et l'empiètement. Pour rappel, ces impacts peuvent être négatifs car, comme il a été vu précédemment, deux dynamiques antagonistes sont en jeu. D'un côté, du fait de l'accroissement spatial des activités humaines, les espaces naturels sont de plus en plus fragmentés et victimes d'empiètement. De l'autre, la surface mondiale de ces espaces naturels diminue et, par conséquent, les impacts liés à la fragmentation et à l'empiètement s'appliquent à une surface plus petite. Ainsi, à l'extrême, si un espace naturel fragmenté et empiété disparaît, on observe un gain sur ces pressions. Ce gain est en revanche largement

Tableau 3 : Impacts par tonne de soja produite pour les 10 plus gros producteurs

Pays	Perte MSA (MSAm ² /tonnes)							Perte MSA en % de la surface cultivée	MSA% 2010	Rendement annuel (tonne/ha)
	Total	Part dans les aires protégées	Utilisation des terres	Dépôts azotés	Fragmentation	Empiètement	Changement climatique			
Paraguay	36,2	1,6	38,5	0,2	-0,3	-3,8	1,6	1,0%	65,3%	2,9
Chine	17,2	4,0	17,7	0,0	-0,7	-3,6	3,8	0,3%	60,1%	1,8
Brésil	14,4	1,7	14,1	-0,0	-0,2	-1,1	1,7	0,4%	67,3%	2,9
Argentine	23,3	0,7	25,4	0,0	-0,4	-2,5	0,8	0,6%	87,6%	2,8
Etats-Unis	-6,4	0,5	-4,8	-1,1	-0,4	-0,7	0,6	-0,2%	53,5%	3,2
Inde	13,2	4,9	5,2	7,4	-1,1	-2,6	4,3	0,1%	39,7%	1,0
Uruguay	54,2	1,7	57,2	0,0	-0,4	-4,2	1,7	1,3%	37,5%	2,4
Ukraine	16,1	0,4	18,8	0,0	-0,5	-2,5	0,3	0,3%	23,4%	2,2
Bolivie	98,0	3,4	97,2	0,3	-0,1	-2,6	3,1	2,4%	77,3%	2,4
Canada	51,0	0,4	51,0	0,3	-0,7	0,0	0,4	1,4%	85,7%	2,7

inférieur à la perte subie du fait de la conversion. Dans cet exemple, la diminution de surface est prépondérante, ce qui explique les impacts négatifs, mais cela ne veut pas dire pour autant que les espaces seront moins fragmentés en 2050. Il est donc plus pertinent de considérer la somme des pressions de type « spatial » pour avoir une évaluation intégrée de l'impact lié à la modification des paysages.

La prépondérance de la part de la conversion des terres dans l'impact global a tendance, par construction, à privilégier les cultures à haut rendement lorsque l'on rapporte l'impact à la quantité produite. Cela met en avant le fait que la consommation des terres est l'enjeu majeur autour des questions agricoles et que l'augmentation raisonnée des rendements, dans les pays où ils sont faibles, est identifiée comme un des enjeux majeurs du secteur dans les années à venir. En revanche, les enjeux sont différents pour les pays où les rendements sont déjà élevés. Dans cet exemple, la corrélation entre le rendement et l'impact est faible et non significative⁽¹⁸⁾. Le Canada par exemple présente un des rendements les plus élevés, mais aussi un des impacts les plus importants. De même, l'Uruguay et la Bolivie ont des rendements similaires mais des impacts significativement différents. Il y a toutefois un gros potentiel d'amélioration de la méthodologie pour pouvoir capturer les différences de pratiques parmi les hauts rendements, en particulier pour les pays développés. La méthodologie est d'ores et déjà capable de rendre compte de l'intensité en utilisation d'intrants chimiques via la pression « dépôts aériens azotés » ou de l'impact carbone des pratiques via l'émission des GES, mais il serait intéressant d'avoir une vision plus fine de l'impact de différentes pratiques agricoles sur la biodiversité. Un certain nombre de travaux

sur la question sont en cours mais il manque aujourd'hui une base de données globale, spatiale et centralisée sur les pratiques.

Le cas des Etats-Unis est intéressant et rend compte du phénomène de démobilitation des terres agricoles assez courant dans les pays développés. Les terres agricoles redevant des espaces naturels, on observe un gain de biodiversité. Ce gain est ici surestimé puisque le modèle affecte instantanément à l'espace naturel fraîchement converti un MSA de 100 %. Ainsi, sans conclure que la production de soja aux Etats-Unis est favorable à la biodiversité, on peut dire que s'approvisionner en soja dans ce pays présente moins de risques d'impacts supplémentaires pour la biodiversité, principalement parce que l'espace agricole y est contenu. Se pose alors la question de l'échelle d'utilisation, dans la mesure où une forte augmentation de la demande fausserait les prévisions du modèle.

Le cas de l'Inde est lui aussi singulier. L'impact global est parmi les plus faibles mais présente une prépondérance des impacts dus aux dépôts aériens de composés azotés. Ceci est la conséquence de la prévision d'une forte intensification de l'agriculture indienne impliquant la conversion de cultures de type extensif vers les types intensif et irrigué. Les espaces naturels sont quant à eux relativement peu sollicités. L'anticipation d'un tel scénario pour l'Inde tient en grande partie à des facteurs socio-politiques. Le revers de la médaille associée à cette intensification organisée est le recours massif aux engrais synthétiques dégradant significativement le bilan global par l'intermédiaire des pressions dues aux dépôts aériens et au changement climatique.

Le cas du Brésil interpelle également. En effet, on pourrait s'attendre à ce que ce pays au cœur des problématiques de déforestation apparaisse avec un score d'impact plutôt élevé. Or, il figure à la 3^{ème} place des pays où la production a le moins d'impact. Le faible impact pour la conversion

(18) Test de Pearson : cor = 0,04, p-value=0,95

des terres prévu par la méthodologie GBS™ s'explique par le fait que le modèle anticipe que la déforestation se fera principalement par conversion des forêts dites primaires vers des forêts exploitées, cet impact n'étant par conséquent pas alloué à la production des matières premières agricoles mais à la production de bois. Une intensification de l'agriculture a bien lieu, mais par conversion des prairies cultivées principalement, ce qui génère un moindre impact sur la biodiversité puisque cette dernière y est déjà relativement pauvre. Le problème de transfert d'impact apparaît ici : si les besoins en agriculture étaient moindres, alors ces prairies pourraient servir pour la sylviculture et diminuer d'autant la pression de cette dernière sur les espaces naturels. De plus, se pose également le problème de l'état initial. C'est parce que le Brésil a subi une importante déforestation pendant les dernières décennies en faveur de prairies destinées à l'élevage que, dans les années à venir, ses besoins de conversion seront moindres. Cependant, en confrontant les impacts à venir avec l'état de la biodiversité modélisé en 2010, nous remarquons que le cas du Brésil n'est pas une généralité puisque la corrélation est positive mais non significative sur l'échantillon⁽¹⁹⁾. Par exemple, alors que l'Argentine compte la biodiversité la plus élevée en 2010, elle n'est pas le pays dans lequel l'impact anticipé est le plus important.

Pour conclure, les résultats obtenus ont une granularité suffisante pour faire apparaître des différences significatives suivant le pays de production, laissant ainsi la voie ouverte, à ce stade, à une utilisation potentielle et à un outil d'aide à la décision.

5.4 Limites pour la première étape de la méthodologie GBS™ sur le calcul de l'empreinte des matières premières

5.4.1 Limites liées au modèle GLOBIO

Les relations pression - impact du modèle GLOBIO sont basées sur un nombre limité d'études, elles ne couvrent donc pas tous les biomes et ne représentent pas tous les groupes d'espèces, introduisant ainsi des biais. Par exemple, pour la conversion des terres, les régions à forte conversion comme l'Europe ou l'Asie du sud-est sont sous représentées. De même, pour les infrastructures, les études retenues pour la toundra et la forêt boréale concernent principalement les oiseaux et les mammifères

et peu les plantes et les insectes. Concernant les dépôts azotés, les études portent principalement sur les plantes en milieu tempéré. Enfin, dans le cas du changement climatique, le modèle EUROMOVE se base uniquement sur la flore et les pourcentages d'aire stable ne sont calculés que pour les principaux biomes. Cependant, la force de la méta-analyse réside dans son caractère évolutif avec sa capacité à intégrer de nouvelles études lorsqu'elles deviennent disponibles.

Un certain nombre de pressions sur la biodiversité n'ont pas été prises en compte. Les échanges biotiques (espèces invasives) et la surexploitation sont notamment des facteurs majeurs de l'érosion (Sala et al., 2000) qui ne sont pas considérés dans le modèle. De même, la fréquence des incendies et des événements extrêmes, les pollutions chimiques et la dégradation des sols ne sont pas pris en compte.

Enfin, des statistiques de la FAO (2006) et des travaux reposant sur de l'imagerie spatiale (Bartholome et al., 2004) (Fritz, 2008) montrent que des incertitudes persistent sur la mobilisation des terres agricoles. En ce qui concerne le changement climatique, les incertitudes de prévisions sont nombreuses et largement documentées dans les rapports du GIEC.

Enfin, à ce stade, les impacts des différentes pressions sont additifs : il serait intéressant d'étudier l'existence de corrélations, positives ou négatives, pouvant impacter significativement les résultats.

5.4.2 Limites liées aux règles de réallocation du GBS™

Les règles d'allocation reposent sur des hypothèses fortes et pourraient être améliorées, notamment en affinant le travail cartographique pour les pressions de type « spatial ». De plus, dans cette première version de la méthodologie GBS™, la pression liée aux infrastructures n'est pas prise en compte. Attribuer la part des infrastructures à diverses activités économiques est un problème complexe, aussi bien au niveau du traitement cartographique qu'au niveau des raisonnements économiques sous-jacents. Ce travail est prévu sur le moyen terme, lorsque ceux sur la production des autres matières premières et l'analyse de la chaîne de valeur seront plus avancés. Ces deux avancements permettront d'avoir une vision d'ensemble des activités économiques en meilleure adéquation avec l'usage effectif des infrastructures.

(19) Test de Pearson, cor=0.36, p-value=0.31

6

La méthodologie GBS™ : développements en cours et défis à venir

6.1 Les développements en cours

Concernant le calcul de l'empreinte des matières premières, deux grandes voies de développement sont en cours, dans le but d'une part d'améliorer la qualité de l'empreinte biodiversité elle-même et d'autre part d'étendre le périmètre des matières premières analysées. En parallèle, un travail est en cours pour élaborer la 2^e étape de la méthodologie GBS™ qui a pour objectif d'analyser de manière pragmatique les chaînes de valeur des entreprises dans le but de dresser un bilan des matières premières utilisées, sinon exhaustif, au moins pertinent au regard de l'empreinte biodiversité.

6.1.1 Amélioration de la qualité de l'empreinte des matières premières

A PONDÉRATION PAR DES INDICES DE VULNÉRABILITÉ OU RARETÉ

Une pondération optionnelle, prenant en compte la valeur écologique des écosystèmes, est d'ores et déjà disponible dans la méthodologie GBS™. En effet, dans la version

standard, tous les types d'écosystèmes ont la même valeur. Ainsi, la dégradation de 1 m² de forêt vierge compte pour autant que celle de 1 m² de toundra. Ce postulat se conçoit d'un point de vue écologique, en particulier dans une approche fonctionnelle où tout écosystème en bon état en vaut un autre. Toutefois, il est intéressant d'étudier comment une pondération des espaces par la richesse spécifique, le taux d'endémisme ou encore le niveau de menace ou de protection, impacte les résultats. Le modèle GLOBIO intègre un champ « biome » et un champ « surface d'espace protégé » pour chaque cellule. Il est donc possible :

- d'intégrer la dimension espace protégé dans l'analyse,
- d'introduire une pondération par l'abondance spécifique moyenne des biomes.

Par ailleurs, le fait de travailler à partir de données spatialisées rend relativement facile l'introduction de pondérations basées sur des données cartographiques telles que les différents niveaux d'espaces protégées de l'UICN, les points chauds de biodiversité ou encore des indices prenant en compte la vulnérabilité comme le LBII.

Le Tableau 4 présente l'empreinte GBS™ du soja intégrant une pondération entre les différents biomes rendant compte de leur richesse spécifique. Comme on le voit, l'introduction de ce type de pondération n'est pas neutre dans le calcul de l'empreinte.

Tableau 4 : Résultats et différences entre un calcul avec et sans pondération pour le soja pour les 10 plus grands pays producteurs.

Pays	Perte MSA (MSAm ² /tonnes)								
	Avec pondération		Sans pondération		Différences par type de pression				
	Total	Part dans les aires protégées	Total	Part dans les aires protégées	Utilisation des terres	Dépôts azotés	Fragmentation	Empiètement	Changement climatique
Paraguay	46,7	1,6	36,2	1,6	11,8	0,0	-0,0	-1,1	-0,2
Chine	16,2	3,9	17,2	4,0	-0,5	-0,1	-0,0	0,0	-0,4
Brésil	16,6	1,7	14,4	1,7	2,5	-0,0	-0,0	-0,1	-0,2
Argentine	22,6	0,7	23,3	0,7	-0,3	0,0	-0,0	-0,2	-0,1
Etats-Unis	-6,3	0,5	-6,4	0,5	0,3	-0,1	-0,0	-0,1	-0,1
Inde	12,1	4,8	13,2	4,9	-0,5	-0,4	0,1	0,1	-0,4
Uruguay	65,4	1,7	54,2	1,7	12,4	0,0	-0,1	-0,9	-0,2
Ukraine	16,3	0,4	16,1	0,4	0,2	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0
Bolivie	109,2	3,5	98,0	3,4	11,7	0,1	0,0	-0,2	-0,3
Canada	29,8	0,4	51,0	0,4	-21,2	0,0	0,1	-0,1	-0,0

B PRISE EN COMPTE DE LA PRESSION DUE AUX POLLUTIONS CHIMIQUES

Plusieurs pressions sur la biodiversité manquent à l'appel à ce stade du développement de la méthodologie. Les pollutions dues aux rejets de composés chimiques dans les milieux terrestres ou aquatiques ont un impact significatif sur la biodiversité (Zaninotto, 2014). Or, leur prise en compte paraît indispensable. L'idée générale serait de reprendre les bases de données et outils développés dans le cadre des études d'écotoxicologie afin de les intégrer dans le modèle, en s'appuyant aussi sur les données et méthodes de l'ACV ayant une approche similaire. Le principal challenge réside dans la conversion des unités pour passer du PDF au MSA.

6.1.2 Extension du périmètre d'analyse des matières premières

Le deuxième grand chantier concernant l'application de la méthodologie à l'empreinte des matières premières est d'étendre le périmètre d'analyse de manière à couvrir l'ensemble des matières premières. Pour le moment, seules les matières premières agricoles et sylvicoles sont couvertes.

Dans la lignée des matières agricoles de type culture, l'empreinte de l'élevage reste à établir. Celle-ci se décompose en deux sous-parties. D'une part, l'empreinte directe qui résulte de l'activité sur les sites d'élevage et, d'autre part, l'empreinte indirecte principalement liée à l'alimentation des bêtes. Les travaux de la FAO, notamment le modèle *Global Livestock Environmental Assessment* (GLEAM), permettraient d'accéder aux diverses données techniques agricoles, principalement sur les besoins en alimentation et en médicaments, les types d'alimentation, la croissance ou encore les rejets des différents animaux d'élevage aux différents stades de leur cycle de vie. Ensuite, le travail préalable sur l'empreinte des pâtures et des cultures permettrait de traduire ces données techniques en empreinte biodiversité. Dès cette première étape, l'ambition est de garder le maximum de granularité au niveau des pratiques, dans le but de rendre possible un maximum d'arbitrages pour les futurs utilisateurs. Pour l'aquaculture, deux prérequis sont nécessaires avant l'élaboration d'une méthodologie *ad hoc* : faire une recherche sur les données disponibles et affiner l'expertise sur la biodiversité aquatique. Cette dernière et les pressions qui lui sont spécifiques sont intégrées depuis peu dans le modèle GLOBIO, mais pas encore dans la méthodologie GBS™.

Les matières premières extractives (minerai, énergie) doivent être analysées dans un futur proche. Le premier objectif est de calculer l'empreinte au niveau du site d'extraction. Comme pour les matières premières agricoles, il est envisagé d'évaluer la contribution du processus d'extraction à chacune des pressions à l'aide de bases de données globales. En premier lieu, la base de données publique de l'*US Geological Survey* (USGS) est utilisée. Elle référence l'ensemble des sites d'extraction actifs à l'échelle mondiale en fournissant, pour chacun, des don-

nées sur les caractéristiques telles que le type de minerai, sa densité, le type de forage, les volumes annuels extraits, l'âge de la mine, etc. Sur la base de ces données, une première analyse reposant sur un raisonnement géométrique simple sera conduite, elle permettra d'évaluer les pressions spatiales pour une quantité de minerai extraite donnée. Les données cartographiques de l'USGS seront croisées avec une carte mondiale des infrastructures afin d'identifier, *a minima*, les structures à usage exclusif des sites d'extraction. Enfin, les données d'émissions de GES disponibles dans la base de données EDGAR seront utilisées avec la même méthode que celle développée pour les matières premières agricoles, en distinguant les impacts locaux et globaux. Une fois cette première version délivrée, les résultats pourront éventuellement être affinés grâce à la base de données privée Intierra utilisée et maintenue à jour par les acteurs du secteur.

6.1.3 Une évolution indispensable : l'intégration de l'analyse de la chaîne de valeur

Toute activité économique nécessite, à un moment donné, la production de matières premières. Dès lors, le premier travail de constitution d'une base de données des empreintes des matières premières par pays constituera le socle de la méthodologie de calcul de l'empreinte des entreprises.

Le concept d'analyse de cycle de vie est à la source du développement de plusieurs outils dont deux sont mobilisés dans le cadre de la méthodologie GBS™, l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) et les modèles matriciels entrée-sortie.

A PISTES DE DÉVELOPPEMENT AVEC L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE (ACV)

L'ACV est un outil conçu dans le but d'identifier et d'évaluer l'impact environnemental causé par un matériau, un produit, un processus ou un service tout au long de sa durée de vie. L'impact environnemental comprend les matériaux et les ressources énergétiques nécessaires à la création du produit, de même que les déchets et les émissions générées pendant le processus de production. En examinant l'ensemble du cycle de vie du produit, une vision plus complète de son impact réel sur l'environnement est atteinte ainsi que des arbitrages possibles entre ceux-ci, et ce, aux différentes étapes du cycle. Ces résultats peuvent être utiles pour identifier les zones à fort impact environnemental et évaluer ainsi qu'améliorer le processus de fabrication des produits.

Classiquement, un cycle de vie se définit comme une progression linéaire. Il débute par l'extraction de matériaux bruts de la terre (pétrole, céréales, etc.). Ces matériaux bruts sont ensuite transformés pour obtenir des matériaux finis. Ainsi, les céréales deviennent de la farine et le pétrole, du plastique. Ces matériaux finis sont par la suite manufacturés ou assemblés en un produit final. En suivant

cet exemple, la farine servira à faire du pain, le plastique une pièce de voiture. La quatrième étape est l'utilisation du produit durant la période où le consommateur en a le contrôle. Enfin, le cinquième stade est celui de la fin de vie, lorsque le produit est de nouveau démonté en matériaux pour recyclage ou l'élimination. Certains considèrent un sixième stade, séparé des autres étapes, à savoir la distribution du produit et son transport entre les différents stades. Lors de ces différents stades, les activités de production ont nécessité des matériaux et de l'énergie, elles ont généré des déchets et des émissions. L'évaluation des impacts se fait en deux étapes en distinguant les impacts « *midpoint* » quantifiant les effets physiques directs produits par les substances émises ou consommées, et les impacts « *endpoint* » qui se proposent d'en évaluer les conséquences pour l'homme ou les écosystèmes. A titre d'exemple, des impacts « *midpoints* » sont les impacts de l'effet de serre, de la destruction de la couche d'ozone, de la toxicité ou de l'eutrophisation. Les impacts « *endpoint* » sont, quant à eux, les impacts sur la santé humaine, sur la qualité des écosystèmes ou sur l'épuisement des ressources.

Deux limites principales découlent d'une ACV classique décomposée en processus. Le premier concerne la nécessité de définir les frontières de l'analyse. Par exemple, pour la fabrication d'un verre en carton, on peut considérer le carton, la colle et l'énergie nécessaires aux machines pour la fabrication. Pour être exhaustif, il faudrait également considérer l'ensemble des produits et processus nécessaires à fabriquer ces mêmes machines et ainsi de suite. Dès lors, on comprend bien qu'il soit nécessaire de poser des frontières à l'analyse, ce qui limite

automatiquement la portée des résultats et sous-évalue systématiquement les impacts du cycle de vie. Le deuxième problème provient des effets circulaires : pour fabriquer un produit, il est nécessaire de disposer de ce même produit. Par exemple, pour fabriquer des machines en acier, il faut de l'acier dont l'extraction a elle-même nécessité des machines en acier, etc. En théorie il faudrait calculer tous les cycles de vie de tous les matériaux et processus pour pouvoir en faire un en particulier. On voit donc que réaliser une ACV par processus est un problème complexe, coûteux en temps et qui suppose de formuler un certain nombre d'hypothèses.

L'utilisation de l'outil ACV dans la méthodologie GBS™ se veut simple et répond à un double objectif. Le premier, pour les matières premières, est de prendre en compte les processus de transformation fondamentaux qui sont inhérents à certaines d'entre elles. En effet, pour le bois, l'énergie ou encore les minerais, les matières sont échangées et comptabilisées sous une forme déjà trans-

formée. Ainsi, la donnée de l'empreinte du matériau brut extrait n'est pas suffisante. L'ACV permet de prendre en compte les processus de transformation qui en font des matériaux standardisés à même d'être comptabilisés par les entreprises.

Le deuxième objectif est l'utilisation des bilans matières des produits transformés fournis par l'ACV. Un bilan matière est la liste, pour un périmètre d'analyse donné, des matières premières utilisées pour la fabrication d'un produit. L'enjeu sera alors de prédéterminer un certain nombre de produits clés par rapport à leurs impacts sur la biodiversité, de dresser leur bilan matière grâce à l'ACV et de le traduire en empreinte biodiversité *via* la base de données sur l'empreinte des matières premières.

B PISTES DE DÉVELOPPEMENT PAR L'UTILISATION DES MODÈLES ENTRÉE - SORTIE

Les modèles économiques entrée-sortie représentent de manière mathématique les transactions monétaires entre des secteurs économiques. Considérons par exemple le secteur automobile. Les entrées du secteur automobile sont les sorties des secteurs qui produisent les panneaux de métal, les pare-brises, les pneus, les moquettes, de même que les ordinateurs (pour concevoir les voitures) ou l'électricité (pour alimenter les usines). A leur tour, les secteurs produisant les panneaux de métal, les pare-brises, les pneus, etc. ont besoin d'entrées pour leurs opérations qui sont des sorties d'autres secteurs, et ainsi de suite.

Les modèles entrée-sortie sont généralement présentés sous la forme d'une matrice dans laquelle chaque ligne et chaque colonne de même indice représente un secteur et l'intersection la valeur économique de la sortie du secteur ligne qui est utilisé comme entrée par le secteur colonne (cf Figure 14). Sous cette forme, les modèles entrée-sortie ont deux caractéristiques intéressantes. Premièrement, ils peuvent gérer le cas où la sortie d'un secteur est nécessaire comme entrée au même secteur, évitant ainsi les problèmes de circularité évoqués avec l'ACV. Deuxièmement, la forme matricielle est facilement manipulable et permet rapidement de calculer les effets directs, indirects et totaux. Les effets directs sont les transactions de premier niveau, c'est-à-dire les transactions entre un secteur et les secteurs ayant fournis leurs sorties. Les effets indirects sont les transactions de niveau 2, 3, etc., c'est-à-dire les transactions entre tous les secteurs qui ont été induites par les transactions de premier niveau. Enfin, les effets totaux représentent la somme des effets directs et indirects. Ainsi, ces modèles intègrent tous les niveaux et, par conséquent, éludent le problème de la définition du périmètre d'analyse.

L'Analyse de Cycle de Vie et les modèles entrée-sortie permettent l'intégration de la chaîne de valeur dans le calcul de l'empreinte biodiversité

■ VERS UNE ÉVALUATION DE L'EMPREINTE BIODIVERSITÉ DES ENTREPRISES : LE GLOBAL BIODIVERSITY SCORE

	Secteur A	Secteur B	Secteur C	Consommateur	Total productions
Secteur A	Valeur économique des productions du secteur A utilisées par le secteur A	Valeur économique des productions du secteur A utilisées par le secteur B	Valeur économique des productions du secteur A utilisées par le secteur C	Valeur économique totale des ventes du secteur A	Valeur économique totale des productions du secteur A
Secteur B	Valeur économique des productions du secteur B utilisées par le secteur A	Valeur économique des productions du secteur B utilisées par le secteur B	Valeur économique des productions du secteur B utilisées par le secteur C	Valeur économique totale des ventes du secteur B	Valeur économique totale des productions du secteur B
Secteur C	Valeur économique des productions du secteur C utilisées par le secteur A	Valeur économique des productions du secteur C utilisées par le secteur B	Valeur économique des productions du secteur C utilisées par le secteur C	Valeur économique totale des ventes du secteur C	Valeur économique totale des productions du secteur C
Total consommations	Valeur économique totale des consommations du secteur A	Valeur économique totale des consommations du secteur B	Valeur économique totale des consommations du secteur C		

Figure 14 : Représentation schématique d'un modèle entrée-sortie pour une économie à trois secteurs

Les premiers modèles entrée-sortie ont été conçus à l'échelle nationale pour répondre à des enjeux de planification économique et pour travailler sur la comptabilité nationale. Depuis, ces modèles se sont imposés et des versions internationales se sont développées, reliant tous les secteurs de tous les pays. Alors que les premiers modèles considéraient uniquement les flux monétaires entre les différents secteurs, certains intègrent désormais des données sur les flux de matières. Ce sont précisément ces données sur les flux de matières qui pourront être utilisées dans le cadre de la méthodologie GBS™. Sur la base de l'empreinte des matières premières, il sera alors possible de traduire ces flux de matières en empreinte biodiversité pour obtenir une empreinte biodiversité par secteur et par pays. Cet outil sectoriel aura deux principales applications pour la méthodologie GBS™ :

► **le calcul de l'empreinte d'un portefeuille d'actifs financiers.** Les investisseurs ont l'habitude d'analyser leurs risques et leurs expositions par secteur et par pays. Cet outil leur permettra donc de traduire cette grille d'analyse en une première estimation de leur risque biodiversité.

► **le calcul d'une empreinte générique** pour un produit ou une entreprise si les informations à disposition sont insuffisantes. Par exemple pour un ordinateur, il est très difficile pour une entreprise de savoir précisément d'où viennent tous ses composants, en revanche il est possible de savoir où cet ordinateur a été produit. Ainsi, à défaut d'avoir des informations plus précises du constructeur, l'empreinte moyenne pour le secteur « Produits informatiques » du pays de fabrication pourra être utilisée pour calculer une empreinte produit par défaut. Le raisonnement est le même pour une entreprise, en décomposant son activité par pays et par secteur économique. Pour les entreprises dont les actions sont cotées sur les marchés financiers, cette décomposition sectorielle de l'activité est généralement disponible, ce qui permettra de proposer une première évaluation de leur empreinte pouvant ensuite être affinée sur la base d'informations plus précises, publiques ou fournies par l'entreprise elle-même.

6.2 Les défis restant à relever

6.2.1 Prise en compte de la biodiversité marine

La biodiversité marine n'est prise en compte, dans le modèle GLOBIO, que par le prisme de la gestion des ressources halieutiques. Une intégration plus complète de la biodiversité marine est un problème complexe qui se heurte rapidement à la disponibilité des données. L'homogénéité des métriques est également un défi dans la mesure où, si une unité surfacique pourrait convenir pour les petits fonds côtiers, elle serait inadaptée aux grands fonds marins.

6.2.2 Prise en compte de la pression due à la surexploitation des ressources

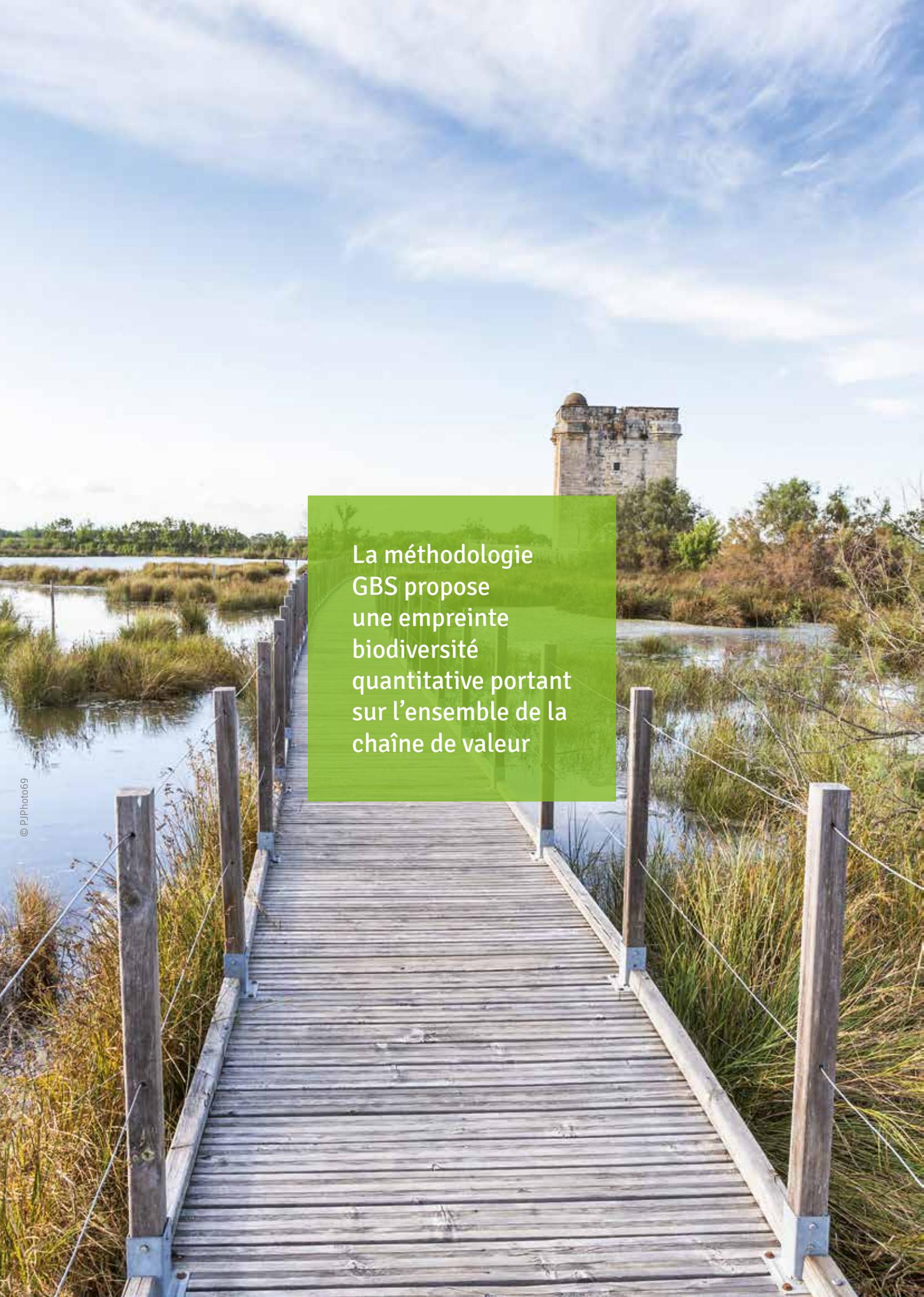
De même, la pression de surexploitation des ressources n'est pas prise en compte en tant que telle. Toutefois, elle est comprise dans l'utilisation des terres dans la mesure où un critère d'intensité de l'exploitation est pris en compte, à la fois en agriculture et en sylviculture. De la même manière dans le cas de l'empiètement, l'établissement de zones tampons à la frontière des espaces naturels et à dominance humaine, dans lesquelles la biodiversité est dégradée, rend compte d'une facilitation de l'accès à l'espace naturel permettant l'établissement d'activités telles que la chasse, le tourisme ou l'exploitation des ressources. Concernant les ressources halieutiques, le modèle du PBL intègre d'ores et déjà une analyse dans son module biodiversité marine avec une approche fondée

sur les principes de la dynamique des populations. Par ailleurs, l'intégration de critères de durabilité pour la gestion des ressources naturelles est identifiée comme un enjeu clé. Cette dernière passera par un travail plus large, prévu ultérieurement, sur l'affinage de la prise en compte des pratiques, labels et certifications.

6.2.3 Prise en compte de la pression due aux espèces invasives

Le défi est plus dur à relever en ce qui concerne les espèces invasives. Le MSA permet de capturer les phénomènes d'invasion dans la mesure où seules sont comptées les espèces originellement présentes dans l'écosystème considéré. Pour le changement climatique, la perte de biodiversité induite par le déplacement des aires de répartition est en partie due à l'arrivée de nouvelles espèces plus adaptées aux nouvelles conditions climatiques qui peuvent, de ce point de vue, être considérées comme théoriquement invasives. Le modèle ne prend, en revanche, pas en compte le phénomène principal, à savoir l'introduction dans un milieu d'une espèce exotique se développant aux dépens des espèces endémiques. Il n'existe pas *a priori* de travaux cartographiant et quantifiant ce phénomène à l'échelle mondiale ou établissant un lien explicite avec les activités économiques. Cet exercice paraît très compliqué car ces introductions sont erratiques et multifactorielles, compliquant leur modélisation et leur affectation à tel ou tel type d'activité économique. Toutefois, en première approximation le processus d'allocation aux activités économiques pourrait être similaire à celui pour les infrastructures, en considérant que les processus d'invasion sont principalement le fait des différentes formes de transport, posant de nouveau le problème de l'affectation des besoins de transport entre les différents secteurs économiques. Cela présuppose dans tous les cas que des données quantifiées globales sur la perte de biodiversité induite par les espèces invasives existent.



A wooden boardwalk with railings leads through a wetland area with tall grasses and water. In the background, a stone tower with a dome is visible under a blue sky with light clouds.

La méthodologie
GBS propose
une empreinte
biodiversité
quantitative portant
sur l'ensemble de la
chaîne de valeur

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'accès à une information synthétique et agrégée rendant compte des interrelations entre une entreprise et la biodiversité répond aux attentes de nombreuses parties prenantes : pouvoirs publics, société civile, investisseurs et, en premier lieu, les entreprises elles-mêmes. Pour répondre à cet enjeu, plusieurs initiatives complémentaires travaillent sur le sujet. La méthodologie GBS™ propose une empreinte biodiversité quantitative portant sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Elle se fonde sur une base de données biodiversité modélisées issue de travaux de référence (modèle GLOBIO). Les complémentarités avec d'autres initiatives existantes permettront, entre autres, de renforcer la robustesse des données biodiversité d'entrée (LBII), de faire le lien entre données modélisées et données réelles (Liste Rouge, LPI) ou encore d'apporter des réponses pour l'intégration de la biodiversité dans des outils d'analyse plus généralistes (ACV, modèles entrée-sortie).

En utilisant comme données d'entrée les résultats du modèle GLOBIO, la méthodologie GBS™ intègre de manière synthétique les connaissances scientifiques de référence liant les différentes pressions anthropiques à leurs impacts sur la biodiversité à l'échelle mondiale. De plus, grâce au modèle IMAGE, elle intègre des paramètres économiques, démographiques, climatiques et politiques qui rendent bien compte du fait que les enjeux autour de la biodiversité et l'écologie dépassent en général largement la sphère des sciences physico-chimiques. Enfin, grâce au caractère prédictif du modèle IMAGE, la méthodologie GBS™ permet de quantifier les zones et facteurs de risques pour les impacts à venir.

Toutefois, il est important de garder à l'esprit que les modèles IMAGE et GLOBIO ont été conçus pour des applications à des échelles spatiales étendues. Ainsi, l'utilisation du GBS™ doit respecter cette contrainte structurelle. Le GBS™ est conçu pour permettre une vision globale et synthétique de l'empreinte biodiversité des activités

économiques. Il n'a pas pour vocation de se substituer aux indicateurs locaux qui seuls peuvent rendre compte des spécificités de la biodiversité sur le site étudié. Cet enjeu de réconciliation des échelles est clé et il est ainsi essentiel que les résultats du GBS™ soient cohérents avec les analyses conduites à des échelles locales, permettant de les synthétiser en perdant le moins d'information possible.

Par ailleurs, un certain nombre de défis restent à relever, au premier rang desquels l'intégration de la biodiversité marine et de pressions peu ou pas prises en compte. A ce jour, aucune solution réellement satisfaisante n'a été identifiée pour ces défis. Toutefois, ces problèmes sont partagés par de nombreuses initiatives et des nombreux travaux sont en cours qui pourront participer aux réflexions et aux échanges dans les années à venir dans le cadre de la méthodologie GBS™. L'avantage de cette méthodologie est sa capacité à s'adapter à des données évolutives de représentation des pressions exercées sur la biodiversité, ou même à en changer.

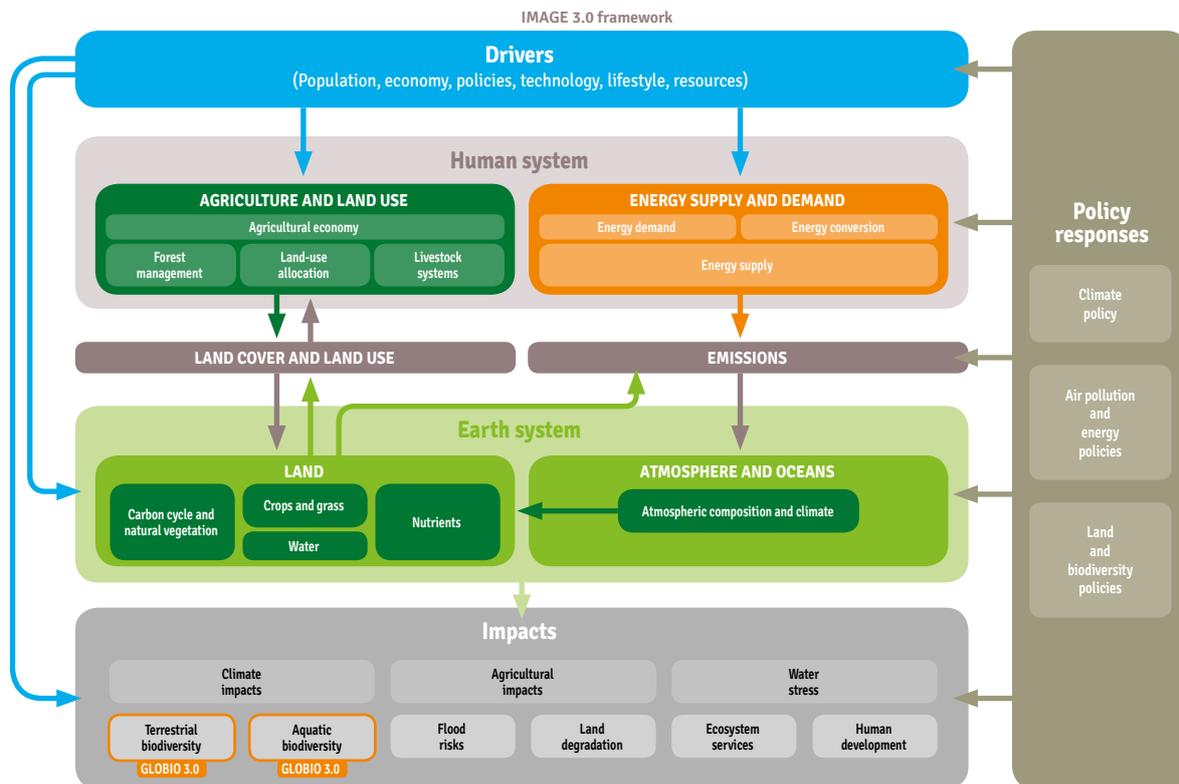
Enfin, pour que le GBS™ réponde aux besoins des utilisateurs, il faudra qu'il puisse rendre compte des impacts des actions qu'ils mettront en œuvre. Ainsi, il est nécessaire qu'il puisse différencier de manière aussi fine que possible une multitude de pratiques. La première version présentée dans cette étude doit être vue comme un premier squelette d'analyse devant être affiné pour être pertinent. Pour cela, deux chantiers seront menés de front dans le cadre du Club B4B+. D'une part, l'amélioration théorique du GBS™ : il faut prendre en compte un plus grand nombre de pressions sur la biodiversité, étendre le périmètre des matières premières analysées et relier les données des matières premières aux activités des entreprises. D'autre part, il faut lui donner une pertinence opérationnelle en impliquant d'ores et déjà les futurs utilisateurs, à savoir les entreprises, au cœur de la construction de cette empreinte biodiversité. Cela est le principal objectif du Club B4B+.

GLOSSAIRE

ACV	Analyse de Cycle de Vie
CDB	Convention sur la Diversité Biologique
CISL	Cambridge Institute for Sustainable Leadership
IMAGE	Integrated Model to Assess the Global Environment
EDGAR	Emissions Database for Global Atmospheric Research
FAO	Food and Agriculture Organization
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
IUCN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
LBII	Local Biodiversity Intactness Index
LPI	Living Planet Index
MEB	Mission Economie de la Biodiversité
MSA	Mean Species Abundance
NCC	Natural Capital Coalition
NCFA	Natural Capital Financial Alliance
NCP	Natural Capital Protocol
PBL	Agence Néerlandaise pour l'Évaluation Environnementale
PDF	Potentially Disappeared Fraction
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity
UNEP-FI	United Nations Environment Programme - Finance Initiative
UNEP-WCMC	United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Center
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development

ANNEXES

Schéma de fonctionnement du modèle IMAGE



Hypothèses du scénario « tendance » dans IMAGE

Le scénario tendance est un étalon pas une prévision, il sert à comprendre le contexte et les défis à relever pour atteindre les objectifs fixés par la CDB. Il suppose que les variables clés changent peu, que les mécanismes socio-économiques restent similaires sans changement de cap majeur vers des politiques de développement durable. Cela implique que les objectifs principaux demeurent le développement économique et la globalisation. La consommation de nourriture, de matières premières et d'énergie continue d'augmenter même si on observe un phénomène de saturation pour les plus hauts revenus. Aucune politique environnementale ambitieuse n'est mise en place à l'exception de celles qui contribuent directement à la meilleure santé humaine comme la réduction de la pollution de l'air ou de l'eau. L'innovation se fait elle aussi au même rythme. Ces principales tendances se traduisent en chiffres de la manière suivante :

- en 2050, la population mondiale sera de 9,2 milliards d'humains (rappel : 7 milliards en 2010),
- le PIB mondial quadruple entre 2010 et 2050,
- la consommation de nourriture augmente environ de 1,7 fois,
- la consommation de bois augmente environ de 1,3 fois,
- les terres agricoles (cultures et pâtures) s'étendent de 4 millions km² (10% d'augmentation),
- le surface forestière diminue de 1,5 million km²,
- l'utilisation d'énergie augmente de 1,7 fois,
- l'utilisation d'eau augmente de 1,6 fois,
- la concentration en gaz à effet de serre dépasse 700 ppm en 2050 et l'augmentation de la température moyenne globale (GMTI) atteint alors presque 2,5°C.



BIBLIOGRAPHIE

- Alkemade R. et al. (2009) *GLOBIO 3: A framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss*, *Ecosystems* 12, 374-390.
- Bakkenes M. et al. (2002) *Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050*, *Global Change Biology* 8 (4), 390-407.
- Bakkenes M., Eickhout B., Alkemade R. (2006) *Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe*, *Global Environmental Change* 16, 19-28.
- Bartholomé E. et al. (2004) *S. Global land cover for the year 2000*.
- Becky Chaplin-Kramer, J. G. (2016). *Biodiversity and ecosystem services in environmental profit & loss accounts*.
- Bouwman A.F. et al. (2002) *A global analysis of acidification and eutrophication of terrestrial ecosystems*, *Water, Air, and Soil Pollution* 141 (1-4), 349-382.
- CDC Biodiversité. (2015). *Biodiv' 2050 #7 : Entreprises et biodiversité : risques et opportunités*.
- CDC Biodiversité. (2015). *Biodiv'2050 #6 : Mobilisation des ressources pour la biodiversité et contribution du secteur privé*.
- CDC Biodiversité. (2015). *Les cahiers de Biodiv' 2050 #7 : Entreprises et biodiversité : quels outils pour quelles décisions ?*
- Constanza R. (2014) *Changes in the global value of ecosystem services*, *Global Environmental Change* 26, 152-158.
- CREM, PRé Consultants. (2016). *Towards ASN Bank's Biodiversity Footprint*.
- Di Fonzo M. et Cranston G., (2017), *Healthy Ecosystem metric framework: Biodiversity impact*, *University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL)*, Working Paper 02/2017
- Di Fonzo M. et Hime S. (2017), *How businesses measure their impacts on nature: A gap analysis*, *University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL)*, Working Paper 01/2017
- Dixon, J., Gulliver A., Gibbon D. (2001) *Farming Systems and Poverty: Improving Farmers' Livelihoods in a Changing World*, *FAO & World Bank*, Rome, Italy & Washington, DC, USA.
- Epe. (2016). *Entreprises et biodiversité – gérer les impacts sur la chaîne de valeur*.
- Fritz S. et See L. (2008) *Identifying and quantifying uncertainty and spatial disagreement in the comparison of Global Land Cover for different applications*, *Global Change Biology* 14 (5), 1057-1075.
- Gerardo Ceballos, P. R. (2017). *Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines*.
- Hudson, L.A. et al. (2014) *The PREDICTS database: a global database of how local terrestrial biodiversity responds to human impacts*, *Ecology and Evolution* 4 (24), 4701-4735.
- I care, eva. (2014). *Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes acv existants pour traiter l'impact sur la biodiversité*.
- Ionescu, C. (2016). *Biodiversité et stratégie des organisations : construire des outils pour gérer des relations multiples et inter-temporelles*.
- IPBES, S. F.-M.-M. (2017). *The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services*.
- Kareiva P. et al. (2007) *Domesticated Nature: Shaping Landscapes and Ecosystems for Human Welfare*, *Science* 316, 1866-1869
- Braat L. et ten Brick P. (2008) *The cost of Policy Inaction: The case of not meeting the 2010 biodiversity target*.
- Leemans R. et Eickhout B. (2004) *Another reason for concern: regional and global impacts on ecosystems for different levels of climate change*, *Global Environmental Change* 14, 219-228.
- Olivier J, J.-M. G. (s.d.). <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/methodology.php>.
- Parker, C., Cranford, M., Oakes, N., Leggett, M. ed., 2012. *The Little Biodiversity Finance Book*, *Global Canopy Programme*; Oxford.
- PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. (2014). *CBD Technical Series 79: How sectors can contribute to sustainable use and conservation of biodiversity?*
- PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. (2006). *An overview of IMAGE 2.4*.
- PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. (2007). *CBD Technical Series 31 : Cross roads of life on earth, exploring means to meet the 2010 Biodiversity Target*.
- PUMA. (2010). *Environmental Profit and Loss Account for the year ended 31 December 2010*.
- Sala O.E. et al. (2000) *Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100*, *Science* 287, 1770-1774.
- Steffen W et al. (2015) *The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration*, *The Anthropocene Review*, 1-18
- Verboom J. et al. (2007) *Combining biodiversity modeling with political and economic development scenarios for 25 EU countries*, *Ecological Economics* 62, 267-276.
- Zaninotto V., F. E. (2014). *Pollution atmosphérique, biodiversité et écosystème*.

Les relations entre les entreprises et la biodiversité sont à l'aube d'un changement de paradigme. A la différence de la lutte contre le changement climatique qui est peu à peu intégrée au cœur des stratégies et activités des acteurs, la biodiversité, de par sa complexité et sa difficulté d'appréhension, peine jusqu'à présent à être perçue comme un enjeu majeur tant par les entreprises des principaux secteurs de l'économie que par les institutions financières. A l'heure où le secteur privé doit prendre pleinement sa place dans l'atteinte des objectifs fixés par la communauté internationale en matière de préservation et de lutte contre l'érosion de la biodiversité, CDC Biodiversité propose une méthodologie innovante permettant aux entreprises, tous secteurs confondus, de quantifier leurs impacts sur les écosystèmes via un indicateur synthétique, le Global Biodiversity Score (GBS), exprimé dans une métrique surfacique, le km² MSA. Ce faisant, l'analyse quantifiée de l'empreinte des entreprises sur la biodiversité le long de leur chaîne de valeur devient possible. Cette méthodologie, co-construite dans le cadre du Club des Entreprises pour une Biodiversité Positive (B4B+) de CDC Biodiversité, a vocation à accompagner la transformation des interactions entre les acteurs économiques et le vivant, dans un monde où l'intégration du capital naturel, et de la biodiversité en particulier, au cœur des processus de décision, est désormais urgente pour assurer la pérennité de notre économie.