

ETUDE N° 2013-01

## COMMENT UTILISER LES FLUX, INDICATEURS ET METHODES ACV EXISTANTS POUR TRAITER L'IMPACT SUR LA BIODIVERSITE

**RAPPORT FINAL**

Mars 2014

### Responsables scientifiques :

- **François Danic, Stéphane Lepochat**  
EVEA - 35 rue de Crucy - 44000 Nantes



- **Benjamin Lévêque, Lénéaïc Moniot, Guillaume Neveux**  
I Care - BL 63, 14 rue Soleillet, 75 020 Paris



« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

L'association SCORE LCA est une structure d'étude et de recherche dédiée aux travaux relatifs à l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) et à la quantification environnementale. Elle vise à promouvoir et à organiser la collaboration entre entreprises, institutionnels et scientifiques afin de favoriser une évolution partagée et reconnue, aux niveaux européen et international, de la méthode d'Analyse du Cycle de Vie et de sa mise en pratique.

- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
- ✓ Les points de vue et recommandations exprimés dans ce document n'engagent que les auteurs et ne traduisent pas nécessairement, sauf mention contraire, l'opinion des membres de SCORE LCA.

## RESUME

---

La biodiversité est un enjeu important dans l'analyse du cycle de vie des impacts environnementaux des produits et services. Cet enjeu est difficile à étudier puisque la biodiversité intègre un grand nombre de dimensions (espèces, habitats, services écosystémiques) et qu'il n'existe actuellement aucun indicateur faisant explicitement référence à cette problématique dans les méthodes conventionnelles de l'ACV (Analyse de Cycle de Vie) des produits et services (simplifiés sous le terme de produits par la suite).

L'objectif de l'étude « Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité » est de construire un pont entre les « méthodes biodiversité » et les « méthodes ACV », et ce dans les deux sens :

- Comment les données et méthodes de l'ACV existantes peuvent aider à traiter la problématique de l'impact biodiversité?
- Comment les méthodes biodiversité peuvent nous indiquer les éléments à ajouter aux méthodes ACV existantes pour qu'elles puissent traiter la problématique biodiversité ?

Des éléments de réponse à ces questions ont été apportés par l'intermédiaire de trois étapes : un état de l'art des indicateurs traitant de la biodiversité, une identification des pistes pour mieux prendre en compte la biodiversité dans l'ACV, et enfin une mise en cohérence avec les exigences réglementaires.

**L'étape 1** concernant l'état de l'art des indicateurs traitant de la biodiversité a pour objectif de définir dans quelle mesure la biodiversité est actuellement prise en compte par les méthodes ACV.

Dans un premier temps, il s'agit de définir la notion de biodiversité dans le cadre de l'ACV des produits et services, et, dans un second temps, de définir, par une recherche bibliographique, les travaux et études traitant des interactions de l'homme avec les écosystèmes et la biodiversité, publiés par des spécialistes de l'ACV mais aussi des écologues, environnementalistes, etc.

Les indicateurs issus de cette bibliographie sont ensuite analysés et assortis d'un degré d'utilisation portant sur la pertinence et la robustesse de l'indicateur envisagé.

La biodiversité, pour être abordée de façon adéquate, nécessite d'être approchée par l'angle de la spatialisation. C'est une des raisons pour lesquelles les développements méthodologiques actuels présentent un besoin important de régionalisation de leurs analyses. Par exemple, des facteurs de caractérisation des dommages sur la biodiversité sont maintenant disponibles en utilisant la richesse des espèces comme indicateur de l'état général de la biodiversité, mais ceci pour des cas très précis.

Au-delà des indicateurs traditionnels d'ACV, les indicateurs issus de l'évaluation des services écosystémiques présentent un potentiel intéressant pour intégrer la problématique de la biodiversité en ACV. A ce titre, les études de recherche des praticiens en ACV commencent à abonder dans ce sens.

Enfin, les évaluations d'impacts sur les écosystèmes menées de manière sectorielle présentent un panel d'indicateurs potentiellement éligibles à une approche ACV, représentant la majorité des indicateurs recensés (indicateurs d'état, indicateurs de pression, indicateurs de dépendance).

La conclusion de l'étape 1 est la suivante : **les méthodes ACV existantes ne permettent pas d'adresser de manière complète les différentes pressions qu'un produit peut exercer sur la biodiversité, à savoir le changement de l'habitat, les pollutions, le changement climatique, la surexploitation et les espèces invasives.** Les deux premières pressions sont les plus étudiées alors que la surexploitation et le changement climatique ne sont étudiés qu'en partie et que les espèces invasives ne sont quasiment pas prises en compte.

Cette conclusion est corroborée par la réalisation d'une étude de cas traitant de l'étude de trois sources énergétiques françaises (le charbon, le gaz et le photovoltaïque), pour laquelle deux volets ont été effectués : l'un utilisant les méthodes ACV actuellement disponibles et l'autre basée sur des études orientées spécifiquement sur les impacts environnementaux et la biodiversité.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

**L'étape 2** a pour objectif de définir un certain nombre de pistes visant à améliorer les ACV pour en faire des « ACV biodiversité + » prenant en compte les thématiques de la biodiversité et des pressions que peuvent exercer un produit sur les écosystèmes. Ces améliorations prendraient notamment la forme d'améliorations et de développements pour les méthodes ACV actuelles.

Cinq pistes ont été retenues et, pour chacune, différentes approches ont été proposées. Ces pistes prennent en compte à la fois l'amélioration des méthodes ACV existantes et l'intégration de données et indicateurs spécifiques à la biodiversité :

1. Amélioration des indicateurs et méthodes existants ;
2. Spatialisation des flux ;
3. Intégration d'indicateurs de pression sur la biodiversité dans les catégories d'impact midpoints ;
4. Etablissement de liens entre les impacts et les écosystèmes ;
5. Focalisation sur les impacts biodiversité les plus critiques.

Ces cinq pistes et les différentes approches associées présentent des enjeux et des horizons de mise en œuvre différents impliquant un développement progressif de « l'ACV biodiversité + ».

Enfin, **l'étape 3** traitant du volet réglementaire a pour objectif d'établir le lien entre une « ACV biodiversité + » et les exigences réglementaires applicables aux activités industrielles.

Elle met en évidence deux points :

- Les réglementations existantes concernent à la fois l'état de la biodiversité (Directive « Oiseaux » et directive « Habitats » par exemple) et les pressions liées aux activités industrielles (notamment les émissions de polluants et le bruit) ;
- La réglementation peut générer des informations susceptibles d'alimenter une ACV biodiversité +, en termes :
  - de nouveaux indicateurs spécifiques aux pressions
  - d'identification des habitats ou espèces impactés

## MOTS CLES

Analyse du Cycle de Vie, biodiversité, dépendance, dommage, écosystème, end-point, flux, impact, indicateur, midpoint, monétarisation, régionalisation, services écosystémiques.

## ACV ET BIODIVERSITE EN 4 QUESTIONS CLES

---

Les questions et éléments de réponse présentés ci-après synthétisent les points clés de l'étude et évoquent les potentielles prochaines étapes : quel est le niveau de prise en compte actuel de la biodiversité dans les ACV ? Comment l'ACV peut servir aux écologues et comment la rendre plus crédible ? Quelles sont les opportunités pour SCORE LCA ?

### 1. QUELLE PRISE EN COMPTE DE LA BIODIVERSITE DANS LA PRATIQUE ACTUELLE DE L'ACV ? QUE PEUT-ON DIRE SELON LE CADRE ET LES OBJECTIFS DE L'ACV?

L'ACV propose une prise en compte de la biodiversité mais cette prise en compte est incertaine et partielle. Les méthodes ACV sont notamment confrontées à l'absence d'indicateurs simples pour mesurer la biodiversité (pas de tonne CO<sub>2</sub>) ; la dynamique et les interactions complexes entre espèces au sein d'écosystèmes emboîtés ne peuvent en effet se réduire à une unité de mesure unique.

Ce que l'ACV permet de calculer :

- des indicateurs d'impacts quantifiables : émissions de polluants acidifiants, eutrophisants ou toxiques, émissions de gaz à effet de serre, ... (approche midpoint) ;
- un indicateur de dommage sur la qualité des écosystèmes mais dont les facteurs d'agrégation sont imprécis ou manquent de transparence (approche endpoint).

Ce que l'ACV ne mesure pas (exemples de champs non couverts par l'ACV) :

- localisation des impacts ;
- risque d'extinction d'espèces ;
- diversité génétique au sein d'un milieu donné ;
- taux d'uniformisation d'une pratique ;
- valorisation de la bonne gestion d'écosystèmes comme les forêts ;
- légalité ou traçabilité de certaines matières ;
- ...

Il faut également considérer la distinction entre la biodiversité remarquable et la biodiversité ordinaire : si l'ACV peut donner des indications sur l'impact d'un produit sur une zone naturelle associée à une quantité de biomasse, elle ne permet pas de distinguer l'influence d'une activité sur telle ou telle espèce rare.

La principale vocation de l'ACV est l'éco conception de produits et services afin de réduire les impacts liés à leurs différentes étapes du cycle de vie. Suite à la réalisation d'une ACV selon les méthodes actuelles, un produit amélioré, éco-conçu, ne peut prétendre à une réduction d'impact sur la biodiversité.

### 2. COMMENT RENFORCER LES COOPERATIONS ENTRE PRACTICENS DE L'ACV ET ECOLOGUES ?

Les méthodes actuelles de l'ACV sont peu utiles pour les écologues pour les raisons citées plus haut. Si les méthodes se renforcent sur le sujet biodiversité, on peut envisager quatre points d'intérêt qui permettraient sans doute de renforcer les travaux communs entre ACVistes et écologiques : le « porté à connaissance », la priorisation, l'apport de nouvelles données, et le développement de nouveaux indicateurs.

- De manière générale, une ACV orientée biodiversité présenterait un intérêt pour les écologues dans le sens où les impacts des entreprises et leurs conséquences sur les écosystèmes seraient **portés à la connaissance** des parties prenantes et des dirigeants, alors incités à mieux prendre en compte ces impacts, en vue de les maîtriser.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

- L'un des objectifs des ACV est de mettre en évidence les étapes du cycle de vie d'un produit les plus impactantes. Malgré les inévitables incertitudes associées à des méthodes simplificatrices on peut imaginer que les futures méthodes ACV puissent révéler les impacts sur la biodiversité les plus importants. La vision cycle de vie alors offerte permettrait d'aller au-delà, tout en étant complémentaire, de la vision site et serait utile aux écologues pour **prioriser** leurs actions de diagnostic ou de mise en place d'actions ;
- Les méthodes ACV reposent sur des bases de données standard encore trop partielles sur le sujet biodiversité (ex : indicateur land-use) qui pourraient intéresser les écologues si elles progressent. Par ailleurs la réalisation d'ACV biodiversité impliquerait la **collecte de données** réelles qui peuvent contribuer à améliorer la connaissance de milieux spécifiques ;
- L'utilisation potentielle de **nouveaux indicateurs** permettant de mesurer des impacts sur la biodiversité, pourrait présenter un intérêt majeur pour les écologues qui pourraient alors disposer d'informations relatives aux cinq types de pression sur la biodiversité établis par le Millennium Ecosystem Assessment (2005).

### 3. QUELS SONT LES POINTS CRITIQUES POUR RENDRE L'ACV CREDIBLE SUR LE VOLET BIODIVERSITE ?

Afin de rendre l'ACV crédible auprès des écologues, les méthodes doivent à minima prendre en compte les points suivants :

- **localiser** les impacts, c'est-à-dire indiquer dans les résultats de l'ACV où les pressions se situent géographiquement (ex : dans quel cours d'eau se retrouvent des rejets polluants) ;
- distinguer **différents types d'écosystèmes**, qu'ils soient remarquables ou ordinaires, en déterminant une typologie d'écosystèmes, basée ou non sur les travaux de l'UICN relatifs à la future liste rouge des écosystèmes ;
- considérer les **cinq types de pressions** sur la biodiversité, en ajoutant aux méthodes ACV des indicateurs pour les pressions actuellement non prises en compte.

NB : cette réflexion reprend en partie les pistes préconisées dans le rapport.

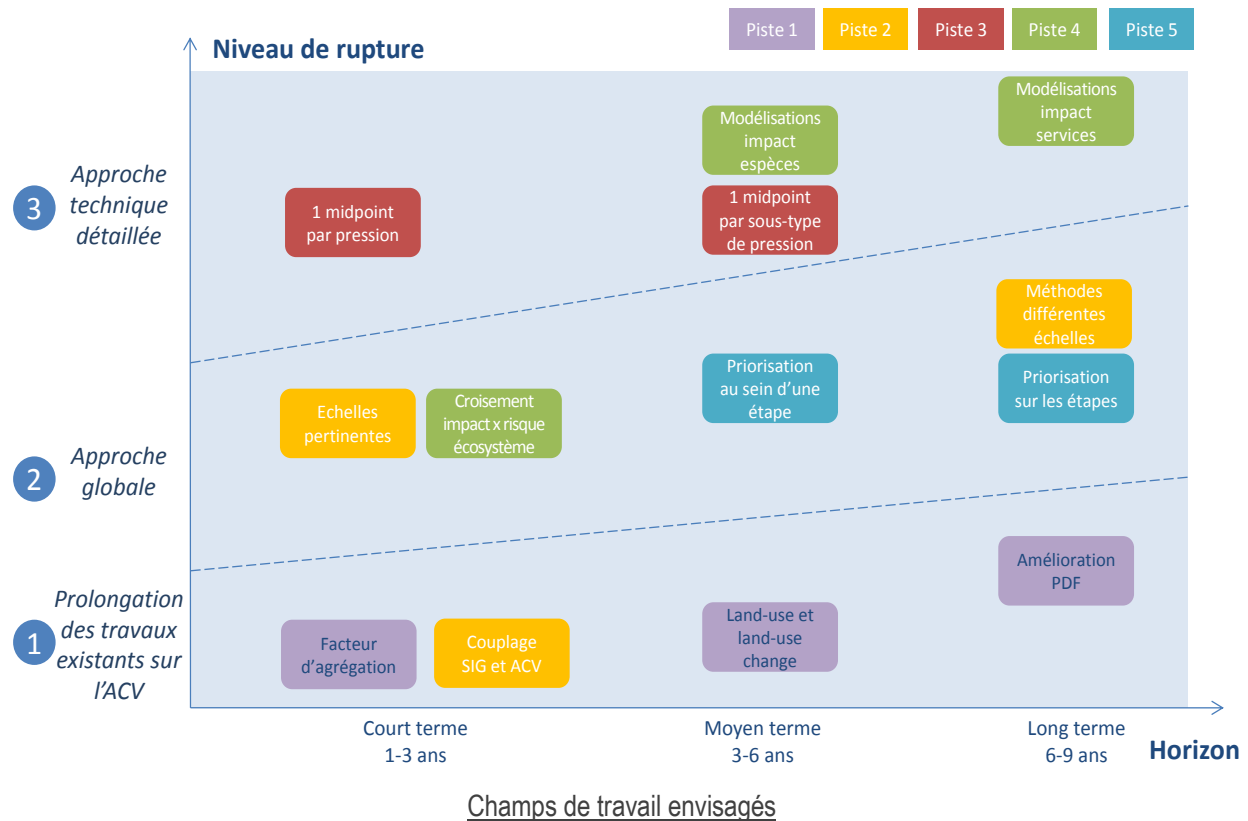
En termes de moyen à mobiliser : il serait intéressant de mener une réflexion conjointe entre professionnels de l'ACV et écologues sur les différentes méthodologies à développer et créer (ex : équipes de recherche mixtes). Les différentes méthodes traitant du sujet biodiversité devraient par ailleurs être validées par les communautés écologues, dans le but d'asseoir leur légitimité. Enfin, la réalisation d'études de cas participerait à attester du bien-fondé des nouvelles méthodes ACV, qui pourraient alors être ajustées afin d'obtenir des résultats se rapprochant au maximum de la réalité des écosystèmes et de la biodiversité.

### 4. QUELLES SONT LES OPPORTUNITES ET LES PROCHAINES ETAPES A TRAITER SUR LE SUJET BIODIVERSITE ?

Les prochaines missions devront permettre un travail conjoint entre des écologues et des professionnels de l'ACV. Dans le cadre de l'étude « Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité ? », plusieurs champs de travail ont été proposés afin d'envisager une « ACV biodiversité + » de façon adaptée au niveau d'ambition et au temps et budget nécessaires pour la mise en œuvre d'une telle ACV.

Le premier champ de travail intitulé « Prolongation des travaux existants sur l'ACV » semble actuellement le plus pertinent pour de futurs travaux (cf. illustration ci-dessous).

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »



En effet, il permettrait d'aborder deux points primordiaux pour la mise en œuvre d'une « ACV biodiversité + », à savoir la spatialisation des flux (grâce à la réalisation d'une partie de la Piste 2B : couplage entre SIG et ACV) et l'amélioration de la prise en compte de la biodiversité par les méthodes ACV existantes (grâce aux trois approches de la Piste 1). De plus, cela constituerait une première étape nécessaire, afin d'assurer la transition entre une ACV actuelle prenant très peu en compte la biodiversité et une future « ACV biodiversité + » prenant largement en compte les différentes dimensions de la biodiversité.

Il semble pertinent de réaliser des études concrètes permettant d'appliquer, de vérifier et de modifier en conséquence les différentes pistes précédemment proposées. Les premières étapes de cette concrétisation de « l'ACV biodiversité + » pourraient être :

- la réalisation d'une ACV biodiversité avec les outils et indicateurs disponibles en l'état (land use, etc.) pour un cas d'étude. Plusieurs cas d'études sont possibles, s'ils concernent des cas différents et s'ils sont réalisés suivant la même méthodologie, afin de confronter les résultats obtenus et de mutualiser les constats et préconisations ;
- la réalisation de propositions méthodologiques concrètes basées sur des cas spécifiques à un ou plusieurs adhérents. Ces cas d'étude pourraient être les mêmes que ceux proposés précédemment ;
- la réalisation d'une étude multi-acteurs permettant de construire et tester des solutions concrètes répondant aux approches proposées dans le champ 1 « Prolongation des travaux existants sur l'ACV » de la figure ci-dessus.

Les différents points proposés pourraient être réalisés au cours de deux à trois prochaines années, afin d'obtenir des premiers résultats concrets à court terme.

## TABLE DES MATIERES

---

Résumé.....	3
Table des matières.....	8
Glossaire des acronymes.....	9
Glossaire.....	10
1 Contexte.....	12
1.1 Eléments de compréhension de l'ACV.....	13
1.2 Eléments de compréhension de la biodiversité.....	15
2 Etape 1 : Etat de l'art des indicateurs.....	18
2.1 Définition du périmètre de recherche des travaux et études.....	18
2.2 Recensement de l'ensemble des indicateurs et de leurs sources.....	20
2.3 Analyse des indicateurs recensés.....	23
2.4 Synthèse.....	44
3 Etape 1 bis : Etude de cas.....	48
3.1 Objectifs.....	48
3.2 Le volet ACV de l'étude de cas.....	48
3.3 Le volet biodiversité de l'étude de cas.....	51
3.4 Synthèse de l'étude de cas.....	52
4 Etape 2 : Pistes pour une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les méthodes ACV.....	55
4.1 Les enjeux d'une meilleure prise en compte de la biodiversité par les méthodes ACV.....	55
4.2 Les pistes proposées pour une application de l'ACV à la biodiversité.....	55
4.3 Piste 1 : Amélioration des indicateurs et méthodes existants.....	58
4.4 Piste 2 : Spatialisation des flux.....	63
4.6 Piste 3 : Intégration d'indicateurs de pression sur la biodiversité dans les midpoints.....	69
4.7 Piste 4 : Etablissement de liens entre les impacts et les écosystèmes.....	75
4.8 Piste 5 : Focalisation sur les impacts biodiversité les plus critiques.....	81
4.9 Synthèse sur les différentes pistes.....	84
5 Etape 3 : Cohérence avec les exigences réglementaires applicables aux activités industrielles.....	87
5.1 Panorama des exigences réglementaires actuelles en lien avec la biodiversité.....	87
5.2 Les apports de la réglementation existante à une « ACV biodiversité + ».....	88
5.3 Les apports d'une « ACV biodiversité + » aux études réglementaires.....	88
Bibliographie.....	90
Annexes.....	95

## GLOSSAIRE DES ACRONYMES

---

ACV: Analyse du Cycle de Vie

CDB : Convention sur la Diversité Biologique

GRI: Global Reporting Initiative

ICV : Inventaire de Cycle de Vie

ILCD: International reference Life Cycle Data system

MA: Millennium Ecosystem Assessment (L'évaluation des écosystèmes pour le millénaire)

NAF: Nomenclature d'Activités Française

PAF: Potentially Affected Fraction of species (fraction d'espèces potentiellement affectées)

PDF: Potentially Disappeared Fraction of species (fraction d'espèces potentiellement disparues)

PNUE: Programme des Nations Unies pour l'Environnement

POO: Probability Of Occurrence (probabilité d'occurrence)

SALCA : Swiss Agricultural Life Cycle Assessment

SE: Services Ecosystémiques

SIG: Système d'Informations Géographiques

TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity (L'économie des écosystèmes et de la biodiversité ; rapport datant de 2010)

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

WCMC : World Conservation Monitoring Centre (Centre de surveillance de la conservation de la nature)

## GLOSSAIRE

---

**Biocénose** : ensemble des êtres vivants coexistant dans un espace défini (le biotope).

**Biotope** : lieu de vie défini par des caractéristiques physiques et chimiques déterminées relativement uniformes.

**Caractérisation** : action de caractériser les entrants et les sortants en fonction de leur degré de contribution à un impact. Ceci amène à convertir tous les éléments participant à un impact en une mesure commune permettant de ressortir un indicateur numérique.

**Catégorie d'impact midpoint** (ou midpoint) : impacts en milieu de chaîne de causalité qui quantifient les effets globaux des substances émises ou consommées.

**Catégorie d'impact endpoint** (ou endpoint) : impacts en fin de chaîne de causalité qui quantifient les dommages qui pourraient résulter des effets des midpoints.

**Compartiment écologique** : les écosystèmes sont constitués de trois compartiments écologiques que sont l'hydrosphère, l'atmosphère et la lithosphère.

**CORINE Land Cover** : base de données géographiques ; c' est un inventaire biophysique de l'occupation des sols qui fournit une information géographique de référence pour 38 états européens et pour les bandes côtières du Maroc et de la Tunisie.

**Élément de caractérisation de l'écosystème** : dans le cadre de l'étude, il s'agit d'informations permettant de qualifier l'écosystème, selon différentes dimensions : environnement physico-chimique, espèces présentes, localisation géographique, menaces, ... Ils permettent d'établir les éléments affectés par les impacts.

**European Nature Information System (EUNIS)** : système européen d'information publique, hébergé par l'agence européenne pour l'environnement, permettant d'accéder : aux données sur les espèces, les types et les lieux d'habitat, compilées dans le cadre de Natura 2000 ; aux informations sur les espèces, les types d'habitat et des sites pris en compte dans les conventions internationales pertinentes ou de listes rouges internationales.

**Flux** : processus élémentaires pouvant être de deux ordres, matériels ou énergétiques, qui représentent des ressources ou déchets et qui entrent ou sortent d'un système.

**Fonctions écologiques** : processus biologiques de fonctionnement et de maintien des écosystèmes. Ils permettent la fourniture de services écosystémiques.

**Impact** : dans le cadre de l'étude, il s'agit d'une action engendrée par une activité et de ses conséquences positives ou négatives sur les écosystèmes et la biodiversité.

**Indicateurs biodiversité** : sont distingués les indicateurs d'état de la biodiversité (caractérisent les espèces, les habitats ou les écosystèmes), les indicateurs de pression (caractérisent un niveau de pression sur les 5 thèmes suivants : changement de l'habitat, espèces invasives, surexploitation, pollutions et changement climatique) et les indicateurs de dépendance (caractérisent un niveau de dépendance aux services écosystémiques).

**Normalisation** : processus d'obtention d'une valeur normée afin de la rendre comparable à d'autres valeurs du même domaine. Ainsi il peut être intéressant de ramener certains impacts à une valeur par individu (diviser par le

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

nombre d'habitants d'un pays) ou au contraire de projeter un résultat local/régional à l'échelle nationale ou mondiale.

**Pondération/agrégation** : processus dont l'objectif est de donner des valeurs de pondération, selon des critères spécifiques à définir, à toutes les catégories afin de les agréger en un score unique.

**Pression** : causes anthropiques engendrant des menaces pour la biodiversité. Selon le *Millennium Ecosystem Assessment* (MA, 2005), elles sont au nombre de cinq : le changement de l'habitat, les espèces invasives, la surexploitation, les pollutions et le changement climatique.

**Ramsar** : convention dont l'objectif est d'enrayer la tendance à la disparition des zones humides, de favoriser leur conservation, ainsi que celle de leur flore et de leur faune, et de promouvoir une utilisation rationnelle. Les zones humides concernées doivent avoir une importance internationale au point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique.

**Services écosystémiques** : bénéfices retirés par l'Homme de processus biologiques. Ils sont généralement classés selon différents types : les services d'approvisionnement, de régulation, de soutien et culturels.

**Taxon** : entité conceptuelle regroupant tous les organismes vivants possédant certains caractères bien définis et descendant d'un même ancêtre. Un taxon peut être une espèce.

## 1 CONTEXTE

---

Depuis 2010, la prise de conscience des enjeux de la relation Homme – Biodiversité évolue rapidement. Si les activités humaines bénéficient des nombreux services rendus par la biodiversité, elles en constituent également les principales atteintes.

Au niveau macroéconomique, la biodiversité apparaît comme un enjeu environnemental majeur sur le plan international depuis la création de la Convention sur la Diversité Biologique (Sommet de la Terre, Rio 1992). Au niveau français, une Stratégie Nationale pour la Biodiversité a été définie pour la période 2011 – 2020. Une agence nationale de la biodiversité, sur le modèle de fonctionnement de l'ADEME sur les sujets climat / énergie, devrait également voir le jour en 2015, signe que la thématique biodiversité fait désormais partie intégrante de l'agenda politique environnemental.

Au niveau microéconomique, toutes les organisations interagissent avec la biodiversité. Emprise foncière, prélèvement de ressources naturelles, fragmentation d'écosystèmes : les liens sont plus ou moins importants et plus ou moins directs. Ces liens sont de deux natures : liens d'impact et liens de dépendance. L'enjeu pour chaque organisation est d'identifier ses liens spécifiques avec la biodiversité pour les prendre en compte dans sa stratégie. Bien que la biodiversité soit une clé d'entrée nouvelle pour les organisations, celles-ci prennent en effet progressivement conscience des risques et des opportunités liés à la gestion du capital naturel. On peut notamment citer les bénéfices suivants :

- Anticipation des contraintes réglementaires (ex. augmentation du niveau d'exigence vis-à-vis de la démarche Eviter – Réduire – Compenser les impacts sur la biodiversité d'un projet d'aménagement)
- Maîtrise des risques opérationnels liés à la dégradation des services rendus par la biodiversité
- Amélioration de l'acceptabilité sociale et du dialogue avec les parties prenantes locales
- Mobilisation des collaborateurs autour d'un sujet de proximité, souvent fédérateur
- Réponse aux nouvelles attentes des clients et du « consomm'acteur » : traçabilité, responsabilité, ...
- Valorisation de l'entreprise auprès de ses investisseurs (ISR)

Or, d'une part, les lois qui gouvernent la dynamique des écosystèmes sont très complexes et encore mal connues et comprises, et d'autre part, les méthodes d'évaluation de ces impacts sont basées sur l'observation des espèces et des habitats, ainsi que sur des raisonnements empiriques d'experts qui se mettent encore peu en équation.

On saisit dans ce cadre la difficulté des méthodes de calcul d'impact dans l'ACV, basées sur la mise en équation des flux entrants et sortants d'un système permettant de calculer un indicateur (midpoint) et d'estimer un dommage (end-point), d'intégrer l'impact sur la biodiversité. Ces dernières années, l'expérimentation française de l'affichage environnemental a généré des tentatives de définition d'indicateurs midpoint ou indicateurs endpoint<sup>1</sup> « biodiversité ». Cependant, ces données et méthodes émergentes bien qu'intéressantes, ne semblent pas encore à ce stade convaincre les référents biodiversité ou les autorités environnementales. Un des freins principaux à cette intégration étant la dimension « multi-locale » des écosystèmes, et donc non seulement une nécessaire « spatialisation » des origines des flux entrants et des destinations des flux sortants, mais aussi des informations supplémentaires à intégrer sur ces « espaces ».

---

<sup>1</sup> Les terminologies « indicateur mid-point » et « indicateur end-point » seront raccourcis en « mid-point » et « end-point »

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

L'objectif de l'étude « Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité » est de construire un pont entre les méthodes « biodiversité » et les « méthodes ACV », et ce dans les deux sens :

- Comment les données et méthodes de l'ACV « existante » peuvent aider à traiter la problématique de l'impact biodiversité?
- Comment les méthodes biodiversité peuvent nous indiquer les éléments à rajouter aux méthodes ACV existantes pour qu'elles puissent traiter la problématique biodiversité ?

De manière opérationnelle, cet objectif principal se décline en quatre points :

- Analyser l'existant et/ou les tentatives en matière d'intégration de la biodiversité dans les méthodes, indicateurs et flux ACV ;
- Faire des propositions afin d'améliorer l'intégration de l'impact sur la biodiversité dans les ACV ;
- Examiner les perspectives de développement pour les méthodes, indicateurs et flux ACV ;
- Etudier la cohérence de l'ACV avec les exigences réglementaires en matière d'impact biodiversité.

## 1.1 ELEMENTS DE COMPREHENSION DE L'ACV

Selon l'ISO, l'**analyse de cycle de vie** est la "compilation et évaluation des consommations d'énergie, des utilisations de matières premières, et des rejets dans l'environnement, ainsi que de l'évaluation de l'impact potentiel sur l'environnement associé à un produit, ou un procédé, ou un service, sur la totalité de son cycle de vie". Le cycle de vie d'un produit, procédé ou service rassemble les phases de fabrication, transformation, utilisation et destruction. Cette méthode repose sur une démarche en 4 phases : la définition des objectifs et du champ de l'étude, l'analyse de l'inventaire, l'évaluation de l'impact et l'interprétation des résultats obtenus en fonction des objectifs initiaux.

L'évaluation des impacts se fait par l'intermédiaire de **catégories d'impact**.

Il existe globalement deux catégories d'impacts, celles dites midpoint (impact au milieu de la chaîne de causalité) qui quantifient les effets globaux des substances émises ou consommées et les méthodes « endpoint » (à la fin de la chaîne de causalité) qui se proposent de quantifier les dommages potentiels qui pourraient en résulter. Il existe une longue liste d'impacts midpoint qui diffèrent selon les méthodologies employées pour l'analyse, mais les plus courants sont : l'effet de serre, la destruction de la couche d'ozone, l'oxydation photochimique, la toxicité, l'acidification, l'eutrophisation, etc. L'avantage des indicateurs midpoint est qu'ils sont plus précis car ils sont au début de la chaîne de causalité (il y a moins d'incertitudes lors de leur quantification), cependant les indicateurs endpoint sont parfois préférés car ils sont plus parlants pour le public non averti. Dans la littérature, il existe un relatif consensus entre les différentes méthodes d'évaluation de certains impacts (effet de serre, acidification, eutrophisation, ozone, etc.) mais il subsiste des approches très différentes sur la toxicité, l'écotoxicité ainsi que sur l'épuisement des ressources abiotiques.

Les **indicateurs d'impact (midpoints)** principalement utilisés sont :

- **Abiotic Depletion** (épuisement des ressources non renouvelables) : mesure la consommation de ressources naturelles non renouvelables, comme le zinc, le gaz naturel, le charbon, le pétrole ;
- **Acidification** (acidification) : il calcule la perte de nutriments tels que le calcium, le magnésium ou le potassium, et leur remplacement par des éléments acides. L'acidification est causée par le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le monoxyde d'Azote, le dioxyde d'Azote (NO<sub>2</sub>), ou encore l'Ammoniac (NH<sub>3</sub>) qui sont présents dans les engrais ou résultent de la combustion de fossiles lors de la production d'énergie. L'acidification perturbe les sols, l'eau, la flore et la faune, et est à l'origine des pluies acides. Le potentiel d'acidification est calculé en équivalent SO<sub>2</sub> ;

- **Ecotoxicity** (écotoxicité) : mesure l'émission des substances toxiques pour l'environnement, les animaux et qui déstabilisent ou menacent la biodiversité ;
- **Eutrophication** (eutrophisation) : elle est due à un apport excessif en nutriments et en matières organiques issus de l'activité humaine. Elle s'observe surtout dans les milieux aquatiques dont les eaux sont peu renouvelées. Stimulés par un apport substantiel en certains nutriments dont principalement le phosphore et l'azote (monoxyde et dioxyde), le phytoplancton et certaines plantes aquatiques croissent et se multiplient de manière excessive, ce qui conduit, lorsqu'ils se décomposent, à une augmentation de la charge naturelle de l'écosystème en matières organiques. Les bactéries, qui dégradent cette matière organique, prolifèrent à leur tour, en appauvrissant de plus en plus l'oxygène de l'eau. Le potentiel d'eutrophisation est généralement mesuré en équivalent phosphate ;
- **Freshwater Aquatic Ecotoxicity** (toxicité des écosystèmes aquatiques d'eau douce) : indice similaire au potentiel de toxicité humaine, excepté qu'il prend en compte les organismes présents dans l'eau ;
- **Global Warming** (réchauffement climatique) : il mesure la contribution des substances émises dans l'atmosphère au réchauffement climatique. Celui-ci est dû aux gaz à effet de serre, comme le CO<sub>2</sub> et méthane (CH<sub>4</sub>). Il est mesuré en équivalent CO<sub>2</sub> ;
- **Human toxicity** (toxicité humaine) : il reflète les dommages potentiels pour la santé des produits chimiques émis dans l'atmosphère et l'environnement. Par exemple l'arsenic ou le fluorure d'hydrogène sont potentiellement dangereux pour la santé humaine en cas d'inhalation ou d'ingestion et sont cancérigènes. La mesure est en équivalent de chlorobenzène, un cancérigène connu ;
- **Land Use** (usage des sols) : il indique l'impact relatif à l'occupation et à la transformation de terres liées à des activités humaines comme l'agriculture, la construction d'habitations, de routes, etc. Ce critère considère l'ampleur des changements sur un lieu. Il est à noter que l'usage des sols peut être décomposé en deux parties : l'occupation des sols (en terme de superficie) et la transformation des sols ;
- **Marine Aquatic Ecotoxicity** (écotoxicité marine) : similaire à l'écotoxicité d'eau douce, mais adapté au milieu marin ;
- **Photochemical Ozone Creation** (oxydation photochimique) : mesure la présence d'ozone au niveau du sol et de l'eau, qui est toxique à forte concentration pour les humains, les animaux et les végétaux. Cet indice dépend largement de la quantité de monoxyde de carbone (CO), composés organiques volatils (COV), dioxyde de soufre, monoxyde et dioxyde d'azote et d'ammoniac émis. En effet, ceux-ci, sous l'effet des rayonnements ultra-violetts se transforment par réaction photochimique en ozone troposphérique et autres composants oxydants ;
- **Ozone layer depletion** (épuisement de la couche d'ozone) : mesure le potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone dans la stratosphère ;
- **Terrestrial ecotoxicity** (écotoxicité terrestre) : similaire au potentiel de toxicité humaine, appliqué à l'ensemble du vivant terrestre ;
- **Non-Hazardous Waste Landfilled, Radioactive Waste Landfilled, and Hazardous Waste Landfilled** : ces indicateurs mesurent la qualité de déchets non dangereux, déchets dangereux et déchets nucléaires engendrés par le cycle de vie d'un produit.

L'agrégation de ces différents midpoints permet d'obtenir des **indicateurs de dommages ou endpoints**, qui sont au nombre de trois :

- **La santé humaine** : ce dommage est exprimé en année équivalente de vie perdue, (Disability Adjusted Life Years, DALY). C'est une unité développée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et qui permet de pondérer la morbidité et la mortalité. La morbidité relie les effets sur la santé au nombre d'années d'invalidité vécues (Years Lived Disabled, YLD) et la mortalité évalue le nombre d'années de vie perdues (Years of Life Lost, YLL). La méthode d'agrégation proposée consiste à considérer l'équivalence suivante : 1 année de vie perdue = 4 années vécues avec une invalidité ;

- **La qualité des écosystèmes** : elle est exprimée en pourcentage d'espèces disparues dans certaines zones, en raison de la charge environnementale. Plusieurs impacts midpoint peuvent endommager les écosystèmes et il faut trouver une unité commune. L'écotoxicité est exprimée en pourcentage d'espèces présentes dans l'environnement, affectées et vivant sous un stress toxique (Potentially Affected Fraction of species, PAF). Comme cela n'est pas un dommage observable, un facteur de conversion plutôt grossier est utilisé pour traduire le stress toxique en dommages réellement observables, exprimés sous forme d'espèces disparues (Potentially Disappeared Fraction of species, PDF). L'acidification et l'eutrophisation sont également exprimées en PDF mais uniquement pour les plantes vascularisées. Il en est de même pour les impacts dus à l'aménagement du territoire;
- **L'épuisement des ressources** : il est caractérisé par le surplus d'énergie nécessaire aux futures extractions (unité : le MJ). Afin de calculer cette énergie, pour chaque type de ressource, la méthodologie s'appuie sur une technologie de réserve capable de l'extraire. Ainsi, pour la ressource en eau, la technologie employée est le dessalement de l'eau de mer.

## 1.2 ELEMENTS DE COMPREHENSION DE LA BIODIVERSITE

La **biodiversité** ou **diversité biologique** est la « variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie : cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes » (article 2 de la CDB, 1992). La biodiversité peut se définir selon trois composantes majeures explicitées ci-dessous : les **écosystèmes**, les **espèces** et les **fonctions écologiques**.

Il convient tout d'abord de définir le terme d'**écosystème** qui est « le complexe dynamique formé de communautés de plantes, d'animaux et de micro-organismes et de leur environnement non vivant qui, par leur interaction, forment une unité fonctionnelle » (article 2 de la CDB, 1992). Les écosystèmes sont composés d'un biotope (environnement physico-chimique), d'une biocénose (un ensemble d'êtres vivants) et de fonctions écologiques. Il n'existe pas à l'heure actuelle de classification satisfaisante des écosystèmes. Seuls les habitats sont plus ou moins bien classifiés. Par exemple, les zones humides sont classifiées selon la typologie RAMSAR. En France, les typologies CORINE Land Cover et EUNIS (European Nature Information System) sont utilisées : elles représentent un ensemble d'habitats cohérents. Le WWF, par l'intermédiaire de la publication de OLSON et al. (2001) a déterminé quinze biomes ou écorégions (Figure 1).

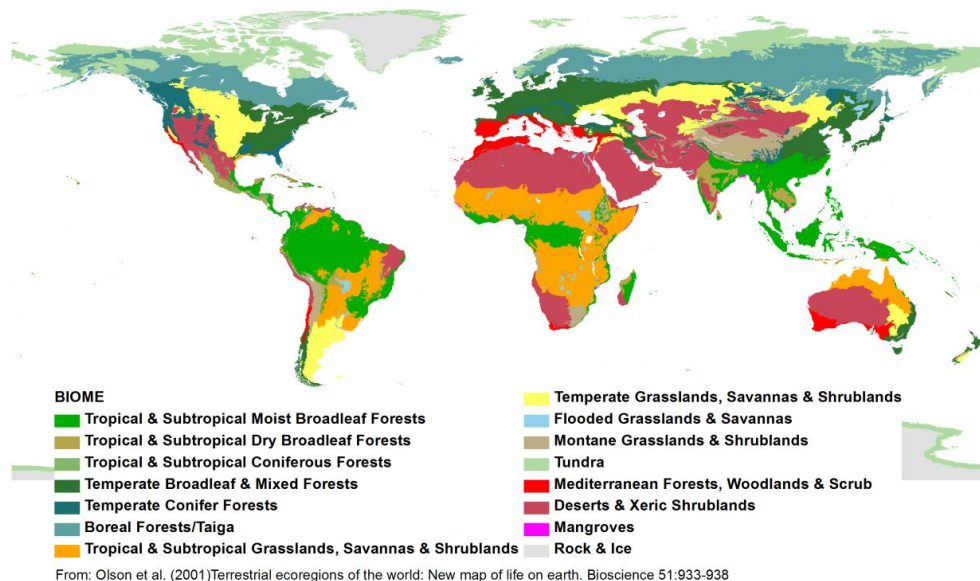


Figure 1 : Les quinze biomes identifiés par OLSON et al., 2001

L'UICN a également réalisé une typologie des habitats en fonction de leur biogéographie, des zonations latitudinales et de la profondeur pour les systèmes marins. Pour les habitats aquatiques, la classification repose sur la classification RAMSAR. Il propose une typologie en cent-huit habitats regroupés en dix-sept habitats principaux (Tableau 1).

**Tableau 1 : Les dix-sept principaux habitats identifiés par l'UICN et des exemples d'habitats associés**

Habitats principaux	Exemples d'habitats
1. Forêt	Forêt tropicale, forêt tempérée, ...
2. Savane	Savane sèche, savane humide
3. Maquis	Maquis méditerranéen, subarctique, boréal, tempéré, ...
4. Prairies	Toundra, prairies tempérées, prairies de haute altitude
5. Zones humides (intérieures)	Cours d'eau, marais, lacs, ...
6. Zones rocheuses (falaises intérieures, sommets)	Falaises intérieures, crêtes montagneuses, ...
7. Grottes et habitats souterrains (non aquatiques)	Grottes, ...
8. Désert	Déserts chauds, froids, tempérés
9. Zone marine néritique (plateau continental côtier submergé ou île océanique)	Récifs coralliens, deltas, estuaires, ...
10. Zone marine océanique	Zone épipélagique, mésopélagique, bathypélagique, abyssopélagique
11. Fonds océaniques/marins profonds (benthique et démersale)	Plaines abyssales, ...
12. Zone marine intertidale	Plages, rivages rocheux, vasières, marais salants, mangroves, ...
13. Zone marine côtière/supratidale	Grottes côtières, dunes côtières, ...
14. Artificiel – Terrestre	Terres agricoles, pâturages, plantations, jardins, zones urbaines, forêts anciennes tropicales très dégradées
15. Artificiel – aquatique	Réservoirs, étang < 8ha, étangs d'aquaculture, canaux, ...
16. Végétation introduite	
17. Autre	

Benthique : concerne la zone de fond marin ; Démersal : concerne la zone au-dessus des fonds marins ; Intertidal : situé entre les limites extrêmes de la marée ; Néritique : zone de l'océan qui s'étend à partir du niveau de la marée basse jusqu'au bord du plateau continental, avec des eaux de faible profondeur, jusqu'à 200 m ; Pélagique : concerne les zones plus ou moins proches de la surface des eaux ; Supratidal : situé au-dessus de la ligne des marées hautes, inondé seulement lors des très fortes marées

Les **espèces** constituent la biocénose qui regroupe un ensemble d'êtres vivants habitants dans un biotope donné. La classification des êtres vivants est complexe mais peut cependant être simplifiée selon quatre principaux règnes au sein desquels peuvent être classifiés différents taxons (entités conceptuelles regroupant tous les organismes vivants possédant certains caractères bien définis et descendant d'un même ancêtre). La Figure 2 représente cette classification simplifiée.

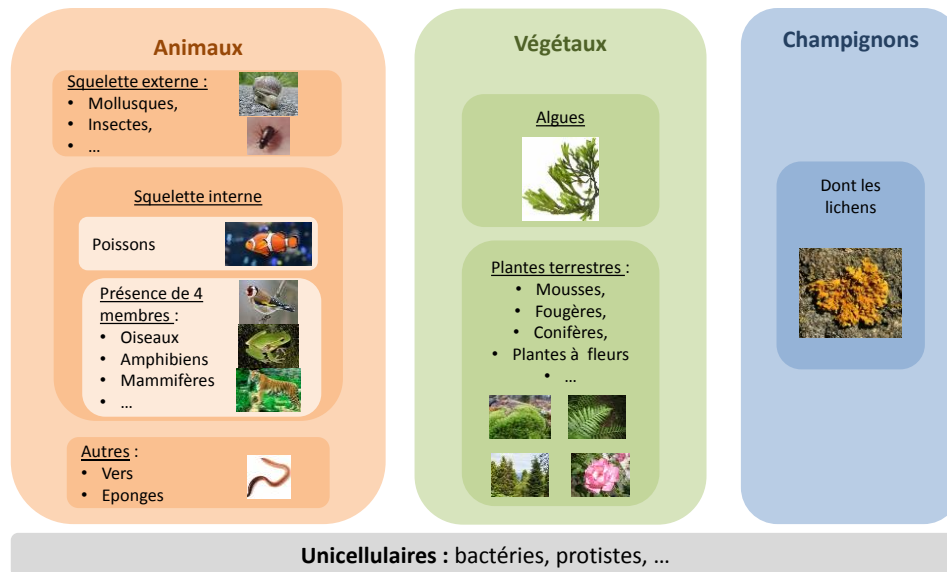


Figure 2 : Classification simplifiée des espèces, adapté par I Care

Les **fonctions écologiques** sont à l'origine des **services écosystémiques** dont l'Homme peut tirer des bénéfices directs ou indirects, des biens produits, utilisés et consommés par l'Homme, et ayant une valeur économique et/ou sociale pour les sociétés humaines. La réalisation de ces fonctions écologiques est assurée par l'ensemble des caractéristiques biotiques (la biocénose) et abiotiques (le biotope).

La **biodiversité doit aujourd'hui faire face à une accélération de son déclin**, se traduisant par une forte augmentation du nombre d'espèces menacées dans le monde. Cela est souligné par les conclusions de différentes études laissant présager d'une sixième crise d'extinction en masse de la biodiversité (THOMAS et al., 2004 ; WAKE & VREDENBURG, 2008 ; CEBALLOS et al., 2010 ; BARNOSKY et al., 2011). Les causes de cette érosion sont notamment anthropiques et prennent la forme de **cinq pressions**, identifiées par le Millennium Ecosystem Assessment (MA, 2005) (Tableau 2).

Tableau 2 : Les cinq pressions identifiées par le MA en 2005 et des sous-types de pression pouvant leur être associées, adapté par I Care

Pression	Sous-type de pression
Changement de l'habitat	Occupation du sol
	Transformation de l'occupation des sols
	Fragmentation
	Perturbations
	Protection des habitats et de la biodiversité
Espèces invasives	Introduction d'espèces invasives
	Utilisation de moyens de dispersion des espèces invasives
Surexploitation	Prélèvement et consommation d'eau
	Espèces menacées
	Participation à la diversité spécifique
	Participation à la diversité génétique
	Utilisation durable des ressources naturelles
Pollutions	Pollution des masses d'eau
	Pollution des sols
	Pollution atmosphérique
	Eutrophisation / Acidification
	Emission de déchets et polluants
Changement climatique	Emissions de GES

## 2 ETAPE 1 : ETAT DE L'ART DES INDICATEURS

### 2.1 DEFINITION DU PERIMETRE DE RECHERCHE DES TRAVAUX ET ETUDES.

#### 2.1.1 LES AXES DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

L'analyse des travaux et études s'appuie sur trois axes de recherche bibliographiques:

- Les études et travaux publiés dans les revues telles que la revue International Journal of Life Cycle Assessment (IJLCA) ;
- Les travaux de réseaux dédiés aux services écosystémiques : The Economics of Ecosystem and Biodiversity (TEEB), Millennium Ecosystem Assessment (MA), rapports nationaux, travaux universitaires ;
- Les études menées sur les atteintes et dépendances de l'activité humaine sur la biodiversité.



Cette triple analyse est croisée pour mettre en exergue les articulations potentielles, et a contrario les écarts constatés, entre l'ACV et les services écosystémiques d'une part et entre l'ACV et l'analyse de la biodiversité d'autre part.

#### 2.1.2 LES CRITERES DE CHOIX DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **LES ETUDES ISSUES DES TRAVAUX EN ANALYSE DE CYCLE DE VIE ET CELLES ISSUES DES EVALUATIONS DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES**

La sélection des études à référencer a porté à la fois :

- Sur une recherche par mots clés relatifs aux travaux de l'ACV et des études des services écosystémiques ;
- Sur la date de publication : les références ont été publiées dans les cinq dernières années (excepté pour deux références historiques) ;
- Sur la reconnaissance académique des instituts à l'origine des travaux.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

A l'issue de cette sélection, 18 références ont été retenues pour le volet ACV et 7 pour le volet services écosystémiques. Les listes complètes des références sont présentées en Annexe A et Annexe B.

## • LES ETUDES RELATIVES A LA BIODIVERSITE

Des indicateurs spécifiques au sujet biodiversité sont recensés dans le but de mettre en évidence les aspects de la biodiversité pris en compte ou non par les indicateurs issus des travaux en analyse de cycle de vie.

Les références bibliographiques ont été choisies selon les critères de sélection suivants :

- Mots clés relatifs aux impacts sur la biodiversité ou les écosystèmes ainsi qu'au secteur d'activité considéré ;
- Mots clés relatifs aux indicateurs sur la biodiversité en général ;
- Etudes récentes (entre 2000 et 2013) ;
- Etudes présentant la synthèse de divers indicateurs.

Concernant les **indicateurs issus d'études sectorielles de la biodiversité**, la recherche de références ne s'est tout d'abord pas focalisée sur des secteurs d'activité précis. Puis, la recherche s'est focalisée sur des secteurs spécifiques, notamment « Pétrole et gaz » (« Oil & Gas »), « Industrie extractive », « Electricité » (« Electric utilities ») et « Eau ».

Vingt-six références ont été retenues, dont douze sont des publications scientifiques. Les autres sont issues de rapports d'entreprises ou d'organismes spécialisés des différents secteurs (IPIECA (association mondiale d'études des questions environnementales et sociales du secteur pétrolier), GRI, The Energy & Biodiversity Initiative, ...). La liste complète des références est présentée en Annexe C.

Concernant les **indicateurs issus d'études générales de la biodiversité**, la recherche a permis de retenir sept références, ayant des portées régionales à internationales, dont l'UNEP-WCMC, le secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique, l'Observatoire National de la Biodiversité, l'Agence Européenne de l'Environnement et le Ministère en charge de l'écologie et du développement durable. La liste complète des références est présentée en Annexe D.

Les indicateurs listés dans chacune des références bibliographiques ont été notés dans un fichier Excel.

Mais certains (concernant notamment les études relatives à la biodiversité) n'ont pas été retenus dans le cadre de l'étude, pour plusieurs raisons : l'indicateur correspond à une description ou un résumé de certains impacts de l'activité sur l'environnement, l'indicateur concerne les dimensions énergétique ou économique, ou l'indicateur est trop éloigné des thématiques de la biodiversité (exemple des distances de transport). Ces indicateurs ne sont pas comptabilisés au sein du nombre d'indicateurs recensés.

## 2.2 RECENSEMENT DE L'ENSEMBLE DES INDICATEURS ET DE LEURS SOURCES.

### 2.2.1 LES INDICATEURS BIODIVERSITE ISSUS DE L'ACV

Dans l'optique de ne pas s'amputer de travaux, ou de pistes pertinentes qui permettraient d'aboutir à la définition d'un indicateur biodiversité, l'ensemble des catégories d'indicateurs traditionnellement déployés en ACV seront ici considérés, à savoir les **impacts intermédiaires** (midpoint) et les **dommages** (endpoint).

Les tableaux de recensement ci-dessous montrent en première colonne les indicateurs sur lesquels portent les travaux compulsés, ceux-ci peuvent être nouveaux, ou déjà existants avec des améliorations proposées, c'est le cas de l'indicateur Land Use. Afin d'alléger les tableaux, un système de numérotation des références a été opéré : ces numéros, indiqués en dernière colonne, renvoient aux références situées en annexes.

**Tableau 3 : Recensement bibliographique issu de l'ACV**

Indicateur recensé	Type d'indicateur	Problématique biodiversité traitée - (pression MEA)	Origine scientifique	Stade d'utilisation	Référence
Soil compaction	midpoint	sol (changement de l'habitat)	chimie, biologie	long terme	[1]
Potential natural vegetation	midpoint	land use, chemicals emission, water use, climate change (changement de l'habitat, pollution, changement climatique)	écologie, biologie	-	[2]
Land use	-	eau et sol (changement de l'habitat)	écologie, hydrologie, environnement	-	[3]
Land use	endpoint	biodiversité (changement de l'habitat)	écologie, biologie, chimie, toxicologie...	long terme	[4]
Land use (Soil Organic Carbon)	midpoint/endpoint	production biotique (changement de l'habitat)	chimie, biologie,	long terme	[5]
Land use	endpoint	érosion (changement de l'habitat)	chimie, biologie	long terme	[6]
Land use (transformation, occupation, irréversible)	endpoint	biodiversité général (changement de l'habitat)	toxicologie, chimie, biologie	moyen terme	[7]
Land use	flux	biodiversité (-)	écologie, biologie	court, moyen	[8]
Résistance à l'érosion Recharge des eaux souterraines Filtration mécanique & physicochimique Utilisation des sols	midpoint	fonctions écologiques du sol (changement de l'habitat)	biophysique	long terme	[9]
Land use	endpoint	réduction des ressources, qualité des sols, biodiversité (changement de l'habitat)	agriculture	moyen terme	[10]
Land use	endpoint	marine ecosystems (changement de l'habitat)	agronomie, biologie	long terme	[11]
Hemeroby, species richness, species richness and abundance, species richness and evenness	midpoint	sol (changement de l'habitat)	biologie	long terme	[12]
Biodiversity indicators: gene, species, communities, ecosystems and landscapes LCA biodiversity indicators: land use, water use, climate change, ecotoxicity, acidification, eutrophication	end point	biodiversité en général (changement de l'habitat, pollution, changement climatique)	écologie, biologie, chimie, environnement	moyen terme	[13]
Land use	end point	biodiversité spécifique et sol (changement de l'habitat)	environnement, hydrologie	moyen terme	[14]
Utilisation des sols, aridité, risque d'incendie, surexploitation des aquifers	endpoint	désertification (changement de l'habitat)	biophysique	moyen terme	[15]

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Rare & critical species	-	biotope (changement de l'habitat)	biologie, geologie	court, moyen	[16]
Land use	endpoint	sol (changement de l'habitat)	-	moyen terme	[17]
Land use	midpoint	sol (changement de l'habitat)	-	long terme	[18]

## 2.2.2 LES INDICATEURS ISSUS DES EVALUATIONS DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES

L'ensemble des indicateurs recensés est inscrit dans les annexes, un extrait de ceux-ci est ici présenté pour illustration.

### • L'INDICATEUR DE MESURE DES FONCTIONS ECOLOGIQUES

Les travaux de recherche permettant de préciser la méthodologie d'évaluation des services écosystémiques sont toujours en cours : ces indicateurs ne sont donc pas utilisables en l'état.

Tableau 4 : Recensement bibliographique issu de la monétarisation des services écosystémiques (extrait - Annexe F)

Indicateurs de mesure des fonctions écologiques	Service écosystémique	Catégorie de service écosystémique traité	Auteurs	Origine scientifique	Référence
Source-sink of methane, carbon dioxide and water vapour (t C/ha*a) Amount of stored trace gases in marine systems, vegetation and soils (t C/ha)	Global climate regulation	Régulation	Kandziora et al	Ecologie	[21]
Amount and number of decomposers (n/ha) Decomposition rate (kg/ha*a)	Regulation of waste	Régulation	Kandziora et al	Ecologie	[21]
Harvested wood in (solid) m <sup>3</sup> *a, volume*a Net primary production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Wood fuel	Approvisionnement	Kandziora et al	Ecologie	[21]
Caught fish/seafood/algae in (t/ha*a, kJ/ha*a) Animal production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Fish, seafood and edible algae	Approvisionnement	Kandziora et al	Ecologie	[21]
Harvest of seafood/algae in (t/ha*a, kJ/ha*a) Animal production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Aquaculture	Approvisionnement	Kandziora et al	Ecologie	[21]
Net Productivity (in kcal/ha/year)	Food	Approvisionnement	Matt Walpole, CI	Divers	[22]
Maximum sustainable harvest (kg/ha/y)	Biochemical products and medicinal resources	Approvisionnement	Matt Walpole, CI	Divers	[22]
Total biomass (kg/ha)	Ornamental species and/or resources	Approvisionnement	Matt Walpole, CI	Divers	[22]
Amount of aerosols or chemicals 'extracted'	Air quality regulation	Régulation	Matt Walpole, CI	Divers	[22]
Quantity of Greenhouse gases, fixed and/or emitted	Climate regulation	Régulation	Matt Walpole, CI	Divers	[22]
Reduction of flood-danger and prevented damage to infrastructure	Natural hazard mitigation	Régulation	Matt Walpole, CI	Divers	[22]

**LES INDICATEURS DE SERVICE MONETARISE : DES DONNEES DISPONIBLES**

**Tableau 5 : Recensement bibliographique issu de la monétarisation des services écosystémiques (extrait - Annexe E)**

Service recensé	Catégorie de service écosystémique traité	Habitat concerné	Type d'indicateur équivalent ACV	Valeur	Origine scientifique	Référence	Etat d'avancement	Secteur d'activité
Global	Préservation	Paysages	Mid point	30 € à 45 / ha / an	Ingénierie	[24]	opérationnel	Agronomie/agriculture
Global	Préservation	Landes	Mid point	0 à 9,66 € / ménage-touriste / an	Ingénierie	[24]	opérationnel	Agronomie/agriculture
Global	Viabilité, dynamisme et occupation du territoire	Rural	Mid point	non évaluée	Ingénierie	[24]	opérationnel	Agronomie/agriculture
Global	Viabilité, dynamisme et occupation du territoire	Rural	Mid point	74 E / ménage / an	Ingénierie	[24]	opérationnel	Agronomie/agriculture
Bois (ressource)	Approvisionnement	Forêts tempérées	Mid point	[75 ; 160] € 2009	Ingénierie	[25]	opérationnel	Infrastructure/transport
Cueillette	Approvisionnement	Forêts tempérées	Mid point	[10 ; 15] € 2009	Ingénierie	[25]	opérationnel	Infrastructure/transport
Stockage du carbone	Régulation	Prairies	Mid point	[23 ; 47] € 2009	Ingénierie	[25]	opérationnel	Infrastructure/transport
Autres services culturels	Services culturels	Prairies	Mid point	60 € 2009	Ingénierie	[25]	opérationnel	Infrastructure/transport
Conservation des surfaces	Préservation	Forêts tropicales	Mid point	Paiement unique : 4 \$ / ha / an Paiement annuel** : 26,8 \$ / ha / an	Biologiste	[26]	opérationnel	
Conservation des surfaces	Préservation	Forêts tropicales	Mid point	Paiement unique : 25 \$ / ha / an Paiement annuel** : 1400 \$ / ha / an	Biologiste	[26]	opérationnel	

**2.2.3 LES INDICATEURS ISSUS DES ETUDES SECTORIELLES SUR LA BIODIVERSITE**

*L'ensemble des indicateurs recensés sont inscrits dans les annexes, un extrait de ceux-ci est ici présenté pour illustration.*

**Tableau 6 : Recensement bibliographique sectoriel (extrait - Annexe G)**

Nom de l'indicateur (traduit)	Problématique biodiversité traitée	Origine scientifique	Secteur d'activité	Référence
Protection des cours d'eau : respect ou non de la protection des cours d'eau	Changement de l'habitat	Agriculture et écologie	Agriculture	[32]
Composition spécifique des essences	Surexploitation	Ecologie	Foresterie	[33]
Type de régénération forestière	Changement de l'habitat	Ecologie	Foresterie	[33]
Ratio polychètes/amphipodes	Pollutions	Ecologie	Secteur Oil & Gas	[34]
Indice des risques environnementaux pour les produits chimiques (ERICA)	Pollutions	Ecologie	Industrie pharmaceutique et cosmétique	[35]
Espèces domestiques : nombre d'espèces animales élevées et végétales cultivées en France et au	Surexploitation	Agriculture et écologie	Agriculture	[36]
Races et variétés patrimoniales : nombre de races animales élevées et de variétés végétales cultivées	Surexploitation	Agriculture et écologie	Agriculture	[36]
STOC oiseaux communs : évolution à l'échelle nationale des oiseaux communs généralistes et	Etat de la biodiversité	Agriculture et écologie	Agriculture	[36]

## 2.3 ANALYSE DES INDICATEURS RECENSES.

### 2.3.1 ANALYSE DES INDICATEURS ISSUS DES TRAVAUX EN ANALYSE DU CYCLE DE VIE

La biodiversité s'estime, en ACV, très majoritairement sous l'aspect d'une perte supposée de la biodiversité due à l'occupation de la surface considérée. Les scientifiques spécialistes des ACV reconnaissent que les indicateurs proposés à ce jour sont très incomplets et que les méthodes de caractérisation et de pondération restent à préciser. En effet, les méthodes développées dans cette optique, souvent basées sur l'abondance des espèces sur une surface donnée, principalement les plantes, restent trop partielles pour obtenir un consensus scientifique. Les valeurs obtenues ne permettent pas de différenciation suivant la richesse des territoires, d'où la nécessité d'une régionalisation de l'approche et de construire des bases de données correspondantes conséquentes. De plus, l'ACV portant sur un ensemble d'étapes, une analyse exhaustive nécessite l'existence de base de données sur l'ensemble des territoires concernés par celles-ci. Enfin dans le cas d'utilisation d'indicateurs midpoint, il s'agit d'être en mesure d'accorder une importance relative entre ces indicateurs pour aboutir à un indicateur de dommage aux écosystèmes pertinent.

- **LA PROBLEMATIQUE SPATIALE**

La biodiversité est complexe dans sa structure et son dynamisme. Elle montre une forte hétérogénéité spatiale et les réponses biologiques à l'utilisation des sols sont souvent spécifiques à une région, un bassin versant, un site.... Ainsi, l'évaluation des impacts de l'occupation des sols en ACV nécessite une évaluation régionalisée, spatialement bornée, et assortie d'un jeu de données considérables.

Pour être en adéquation avec la norme ACV (ISO 14044), cette évaluation devrait également permettre une comparaison de l'occupation des sols dans différentes régions du monde.

- **LA PROBLEMATIQUE MULTI-ETAPE**

Cette problématique est intimement liée à la problématique spatiale, afin d'appréhender l'impact d'un produit sur les écosystèmes, il convient d'approcher l'ensemble de la chaîne de valeur de ce produit. La grande majorité des études de cas compulsées porte uniquement sur la première étape du cycle de vie, à savoir la phase d'extraction des matières premières. Ces études ne démontrent pas, en outre, de potentiels de répliquabilité de l'approche qu'elles présentent sur les autres étapes du cycle de vie.

- **LA PROBLEMATIQUE DE LA PONDERATION**

Lorsque des indicateurs d'impacts intermédiaires sont employés en vue d'estimer un dommage global sur la biodiversité, il est alors impératif de définir une méthodologie de pondération entre ceux-ci.

L'évaluation économique des services écosystémiques spécifiques pourrait être une voie à suivre pour résoudre ce problème de pondération d'indicateurs midpoint, leur importance relative pouvant s'exprimer par leur valeur économique, et obtenir un indicateur de dommage légitime, cela pour une utilisation immédiate dans l'ACV. Cependant, donner une valeur monétaire à la nature ne peut certainement pas capter les valeurs intrinsèques des espèces et des écosystèmes. Par conséquent, il est primordial d'étudier en parallèle les méthodes d'évaluation de l'environnement pour aboutir à des indicateurs de mesures biophysiques, spécifiques à chaque service écosystémique. Ces méthodes d'évaluation ne pourront être disponibles qu'à long terme.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Certaines méthodes actuelles, tels Ecoindicator 99, Impact 2002+ ou encore ReCiPe, proposent des agrégations de midpoints pour aboutir à un dommage sur les écosystèmes. Ces méthodes mettent en avant les midpoints Land use, Acidification, Eutrophication et Ecotoxicity comme parties prenantes au dommage sur la biodiversité.

- **DEFINITION DU DEGRE DE PERTINENCE DES INDICATEURS RELEVES**

Les trois problématiques exposées ci-dessus (approche spatiale, multi-étape et pondération) sont le socle de la définition du degré de pertinence, auxquelles sont ajoutées l'ampleur de l'indicateur traité (c'est-à-dire le nombre de problématiques biodiversité résolues par l'indicateur proposé, permettant de se rapprocher de la notion de multicritère), la démonstration méthodologique (« preuve par le calcul »), le déploiement potentiel par des outils et bases de données et la reconnaissance académique (nombre de citations d'un auteur).

Soit sept points de pertinence qui permettent la classification suivante :

0 – 2 : pertinence faible

3 – 4 : pertinence moyenne

5 – 7 : pertinence forte

Cette évaluation de la pertinence est appliquée à l'ensemble des publications et travaux compulsés. A chaque indicateur est associé un degré de pertinence, comme illustré par le Tableau 7.

# SCORELCA

L'ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE PERMET D'ABOUTIR AU TABLEAU SUIVANT

Tableau 7 : Analyse des indicateurs issus de l'ACV

Indicateur recensé	Unités	Catégorie usuelle?	Type d'indicateur	Problématique biodiversité traitée - (pression MEA)	Complémentarité/ redondance avec d'autres indicateurs	Limites de l'indicateur	Modifications pour faire un indicateur biodiversité	Pertinence pour qualifier la biodiversité	Atout notable	Référence
Soil compaction	m <sup>2</sup> /ha (10-4)	non	midpoint	sol (changement de l'habitat)	intéressant pour compléter un indicateur d'utilisation des sols.	utilisation de l'indicateur essentiellement dans le milieu agricole.	-	moyenne	-	[1]
Potential natural vegetation	-	oui	midpoint	land use, chemicals emission, water use, climate change (changement de l'habitat, pollution, changement climatique)			recommandations			[2]
Land use	-	oui	-	eau et sol (changement de l'habitat)	-	trop restreint	compléter avec d'autres indicateurs	faible	généralisable SIG	[3]
Land use	-	oui	endpoint	biodiversité (changement de l'habitat)	-	pour une meilleure évaluation des impacts de l'usage des sols, plus de données biodiversité régionalisées doivent être disponibles	donne des recommandations pour la création de futures méthodes de calcul de l'utilisation des sols et des facteurs de caractérisation associés	forte	explore l'allocation de la transformation des impacts à 20 ans, compte des impacts irréversibles avec période de modélisation finie de 500 ans; classification des impacts selon le MEA	[4]
Land use	tonnes C ha <sup>-1</sup>	oui	midpoint/endpoint	production biotique (changement de l'habitat)			revue des différents indicateurs du BPP (biotic production potential)			[5]
Land use	NPPD m <sup>2</sup> y	oui	endpoint	érosion (changement de l'habitat)	intérêt potentiel avec un indicateur climat et production primaire	beaucoup de données à collecter	élargir l'érodibilité avec d'autres indicateur de la biodiversité	faible	-	[6]
Land use	PDF m <sup>2</sup> y	oui	endpoint	biodiversité général (changement de l'habitat)	-	beaucoup de données à collecter	-	forte	utilisation de la base de données et du modèle Globio3	[7]
Land use	-	oui	flux	biodiversité (-)	-	approche simplifiée du fait d'utilisation d'inventaire type	-	moyenne / forte	proposition de flux à collecter pour calculer l'indicateur land use.	[8]
Résistance à l'érosion Recharge des eaux souterraines Filtration mécanique & physicochimique Utilisation des sols	OM% mm/year % & cmolc/kgsoil m <sup>2</sup>	non	midpoint	fonctions écologiques du sol (changement de l'habitat)	-	uniquement pour les propriétés physiques du sol	élargir la méthodologie pour que l'indicateur soit pertinent	faible	définition d'un typologie d'usage des sols	[9]
Land use	-	oui	endpoint	réduction des ressources, qualité des sols, biodiversité (changement de l'habitat)	large choix d'indicateurs complémentaires	beaucoup de données à collecter	-	forte	approche globale	[10]
Land use	tonnes.ha <sup>-1</sup> .yr <sup>-1</sup>	oui	endpoint	marine ecosystems (changement de l'habitat)	complète l'approche terrestre	-	enrichir les données pour déterminer les facteurs de caractérisation	moyenne	approche marine, un "Sea use" innovant	[11]
Hemeroby, species richness, species richness and abundance, species richness and evenness	-	non	midpoint	sol (changement de l'habitat)	-	-	décliner les habitats aux fonctions écologiques de ceux ci	forte	mis en avant d'indicateurs du vivant	[12]
Biodiversity indicators: gene, species, communities, ecosystems and landscapes LCA biodiversity indicators: land use, water use, climate change, ecotoxicity, acidification, eutrophication	-	-	end point	biodiversité en général (changement de l'habitat, pollution, changement climatique)			Recensement des méthodes d'évaluation endpoint de la biodiversité en ACV			[13]
Land use	PDF m <sup>2</sup> y	oui	end point	biodiversité spécifique et sol (changement de l'habitat)			incertitudes relatives à la spatialisation ou non des données			[14]
Utilisation des sols, aridité, risque d'incendie, surexploitation des aquifères	-	non	endpoint	désertification (changement de l'habitat)	couplage possible avec des indicateurs sociaux et économiques	trop spécifique	définition de la méthodologie de pondération des mid points	moyenne	souplesse de la méthode pour insérer d'autres indicateurs	[15]
Rare & critical species	-	non	-	biotope (changement de l'habitat)	complète l'indicateur land use	la méthode biotope nécessite beaucoup de données à collecter et met en avant une catégorisation de biotope un peu simple	définir les limites dy systèmes de manière approprié en incluant les impacts indirects	moyenne	spatialisation, déploiement d'un outil d'évaluation de la biodiversité originellement dédié aux EPD.	[16]
Land use	PDF m <sup>2</sup> y	oui	endpoint	sol (changement de l'habitat)	couplage rareté et vulnérabilité des écosystèmes, il serait intéressant de compléter avec l'indicateur "species richness"	beaucoup de données	-	moyenne	simplicité de la méthode	[17]
Land use	Cl. tonnes.ha <sup>-1</sup> .yr <sup>-1</sup>	oui	midpoint	sol (changement de l'habitat)	-	manque de données pour certains type d'usage des sols	trois indicateurs seraient nécessaires pour le calcul de la biodiversité: l'aire relative de l'écosystème, le nombre d'espèces rares et le Net Primary Production	moyenne	-	[18]

# SCORELCA

## • UN INDICATEUR « PRIVILEGIE »

La biodiversité peut être considérée à trois différents niveaux : la diversité écologique (écosystèmes), la diversité de la population (les espèces), et la diversité génétique (gènes). Ces degrés d'appréhension de la biodiversité sont abordés par des approches différentes, mais seule l'approche correspondant à la diversité des espèces semble suffisamment mature pour une application en ACV. Il est donc recommandé par l'ILCD de concentrer la quantification des dommages aux écosystèmes sur la perte de biodiversité et pour cela d'appliquer la fraction des espèces potentiellement disparue (PDF) aux dimensions spatiales et temporelles. Ce concept est considéré comme le seul vraiment opérationnel (il se pose cependant un autre problème : quelle est la pertinence d'un tel indicateur considéré isolément ?).

L'analyse de publications recensées ci-dessus abonde également en ce sens, la fraction d'espèces qui peut potentiellement disparaître sur une surface et une durée données semble se dégager comme indicateur de dommage à la biodiversité.

$$\text{Land use impact} = \text{Land use [m}^2\text{*years]} * \text{Characterization factor [PDF/m}^2\text{]}$$

Pour définir le « Potentially Disappeared Fraction of species » (PDF), les différences entre les types d'utilisation des sols, des groupes d'espèces, biomes et sources de données ont été statistiquement analysés, les impacts d'usage des sols ont été calculés pour huit types d'usage et déclinés par biome.

Le PDF peut être interprété comme le calcul de la probabilité de non présence d'espèces en fonction des caractéristiques d'acidification et d'eutrophisation du milieu. Il s'agit donc de la fraction d'espèces susceptibles de disparaître du fait des conditions défavorables du milieu.

Cette approche, qui est déjà utilisée, comporte d'importantes incertitudes, notamment par le fait du choix de certaines espèces plutôt que d'autres, de la nécessité d'avoir une grande quantité de données, spatialement bien réparties pour une analyse statistiques, et surtout par le fait du manque de données sur le temps de régénération de la biodiversité, que ce soit global ou régional.

### Remarque :

Dans la même logique, le « Potentially Affected Fraction » (PAF) rend compte des effets toxiques des produits chimiques sur les organismes (écotoxicité), et vient donc compléter le PDF ; selon Goedkoop & Spriensma (2001), on a la relation  $PAF \approx 0,1 \times PDF$ .

De surcroît, les publications issues du tableau de recensement présentant les indicateurs de dommage « land use », analysés comme fortement pertinents, abordent la question de la gestion spatiale, par l'utilisation d'outils géomatiques tels que les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG). Ceux-ci préfigurent d'un gain en robustesse quand des bases de données, spatialement bien réparties et riches en contenu, seront accessibles : l'analyse multi-étape devrait être alors possible.

Le tableau ci-dessous, issu de la publication « Toward Meaningful End Points of Biodiversity in Life », met en relation les différents indicateurs de dommage et méthodes récentes de l'analyse du cycle de vie avec les cinq facteurs de pression sur la biodiversité décrits par le MA. D'après les auteurs, trois de ces cinq facteurs de

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

pressions sont « couverts » par l'ACV. Des renseignements concernant leurs couvertures géographique et taxonomique sont également fournis.

Tableau 8 : Recensement d'indicateurs end point ACV classés par pression du MA [13]

MA driver and corresponding LCA impact category	modeling approach (data type)	indicator		taxonomic coverage	geographic coverage
		component	attribute		
<b>Habitat Change</b>					
Koellner 2000, 2003; Koellner and Scholz 2008; Schmidt 2008	standardized species richness; standardized number of threatened species (EDP) (sampled species occurrence data)	Land Use community	composition	vascular plants, mollusks (EDP), moss (EDP)	C. Europe, SE Asia (Schmidt 2008)
Koellner 2000, 2003; Schmidt 2008	SAR-based; proportion of LI land in region and assumed species associations (GIS vegetation/LU classes)	ecosystem	composition		
Michelsen 2008 (cf. Weidema and Lindeijer 2001)	area index for scarcity; integrative conservation index for vulnerability (WWF ecoregion data)	ecosystem	integrative	weight for IUCN threatened species	global
Michelsen 2008	Conditions for Maintain Biodiversity index; decaying wood (regional estimates), set aside land (area), invasive species (percentage community)	ecosystem	integrative	n/a (multiple proxies used)	Scandinavian and Russian taiga
<b>Water Use</b>					
Pfister et al. 2009	environmental modeling; w-NPP change due to water use (remote sensing and GIS)	ecosystem	function	n/a (w-NPP proxy for vascular plant richness)	global
<b>Climate Change</b>					
De Schryver et al. 2009	meta-study-based impact factor; climate-envelope modeling; 3 SAR-inspired methods (species occurrence data)	species	composition	vascular plants, mammals, birds, amphibians, insects	global (extrapolated)
<b>Pollution</b>					
<b>Acidification and Eutrophication</b>					
Van Zelm et al. 2007 (acidification)	modeled species absence as function of BS (species occurrence data); % sp. absent $\approx$ PDF	species	composition	vascular plants (forest species)	Europe
Goedkoop and Spriensma 2001 (acidification and eutrophication)	modeled species absence as function of nitrogen deposition (species occurrence data); % sp. absent $\approx$ PDF	species	composition	vascular plants, insects (butterflies)	Netherlands
Goedkoop et al. 2009 (eutrophication)	modeled genera absence as function of phosphorus conc. (genera occurrence data); % gen. absent $\approx$ PDF	species	composition	insects (macro-invertebrate)	N. Europe
<b>Ecotoxicity</b>					
Van den Brink et al. 2002; Posthuma and de Zwart 2006	testing the PAF $\approx$ PDF relationship with semifield data (community composition and richness)	community	composition	cold-blooded model organisms	temperate climates
Goedkoop and Spriensma 2001	NOEC(SSD)-based PAF $\approx$ 0.1*PDF; laboratory species reproductive declines (species abundance data)	species	composition	cold-blooded model organisms	global (extrapolated)
Rosenbaum et al. 2008	USEtox; HC50(SSD)-based PAF; laboratory species reproductive declines (species abundance data)	species	composition		global

<sup>a</sup> End point modeling (second column) refers to method and data used to calculate characterization factors. Indicator component and attribute is described in the text. Taxonomic coverage lists species groups assessed. Geographic coverage refers to broad region used in analysis. PDF = potentially disappeared fraction of species; PAF = potentially affected fraction of species; SSD = species sensitivity distribution; HC50 = effect concentration for 50% of the population; NOEC = no observed effect concentration; BS = base saturation; SAR = species area relationship; w-NPP = water limited net primary productivity; EDP = Ecosystem Damage Potential, LI = low intensity; n/a = not applicable.

Dans ce tableau, les indicateurs sont présentés pour trois types de pressions sur la biodiversité (le changement de l'habitat, le changement climatique et les pollutions), voire détaillés par sous-types de pressions. De plus, ils précisent deux éléments :

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

- Le compartiment écologique pour lequel l'indicateur est calculé : les écosystèmes, les espèces ou les communautés d'espèces ;
- L'élément de caractérisation du compartiment visé par l'indicateur : sa composition, sa fonctionnalité ou le compartiment dans son ensemble (« intégrative »).

Ce tableau permet d'apprécier les liens potentiels entre les catégories d'impacts ACV et les facteurs de pression tels que définis par le MA. Pour les trois pressions concernées (sur cinq), une déclinaison par catégorie d'indicateurs ACV est effectuée. Pour chaque indicateur de biodiversité considéré (espèces/ communauté/ écosystème), la méthode utilisée pour aboutir à une mesure du dommage à la biodiversité est explicitée.

On note sur ce tableau les méthodes PDF (et PAF) précédemment évoquées pour l'élaboration d'un indicateur de dommage sur la biodiversité « Land Use Impact ».

- **APPROCHE PAR L'INVENTAIRE DES FLUX :**

Au-delà de la définition d'indicateurs d'impacts ou de dommage, le potentiel d'atteinte à la biodiversité peut être évalué par un inventaire de **flux**. L'occupation des sols et le changement d'occupation des sols peuvent être déclinés selon une typologie de flux élémentaires. Il s'agit donc de définir un système de classification en adéquation avec les exigences d'une ACV et de définir des échelles d'espaces à considérer pour chaque étape du cycle de vie. Cette approche permet de s'affranchir, en partie, de la problématique spatiale évoquée auparavant.

En effet, il existe des systèmes et outils traduisant l'occupation des sols qui sont facilement accessibles et intégrables dans des SIG, tels que CORINE Land Cover ou encore, de manière plus adéquate, CORINE+<sup>2</sup> ou le modèle **Globio3**<sup>3</sup>.

- **UNE METHODE UTILISEE :**

La méthode SALCA, développée par Agroscope et exploitée dans les travaux de Thomas Nemececk [6], est basée sur une modélisation qualitative des effets à partir des résultats d'un travail bibliographique très conséquent (500 articles référencés). La méthode SALCA se concentre sur la diversité des espèces avec onze groupes d'organismes indicateurs distribués dans les différentes catégories d'agroécosystèmes et d'habitats semi-naturels des paysages cultivés. Ces groupes d'organismes représentent différents niveaux trophiques, à différentes échelles spatiales. Ces agroécosystèmes peuvent être exprimés par surface agricole et selon leur type (extensif, intensif, biologique). Le parallèle avec le midpoint ACV land use est instantané.

---

<sup>2</sup> CORINE + présente une classification détaillée de l'usage des sols ; par exemple, il y a une distinction entre un sol agricole en monoculture et un sol agricole en polyculture.

<sup>3</sup> Globio 3 est un modèle global qui permet d'évaluer l'impact d'un changement d'occupation des sols sur la biodiversité terrestre ; le modèle présente une classification en 7 catégories d'occupation de sols (neige/glace, zones dénudées, forêts, garrigues/ prairies, mosaïque : terres cultivées+forêt, zones cultivées et surfaces artificielles).

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

### 2.3.2 ANALYSE DES INDICATEURS ISSUS DES EVALUATIONS DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES

Il a précédemment été évoqué l'utilisation des services écosystémiques pour réaliser une Analyse du Cycle de Vie. Ces services peuvent être abordés de deux manières : par leur valeur monétaire (« en bout de chaîne ») ou par un indicateur de fonction écologique qui puisse les définir (« en début de chaîne »).

- **LES INDICATEURS DE MESURE DES FONCTIONS ECOLOGIQUES : UNE DEMARCHE ROBUSTE MAIS NON DISPONIBLE POUR L'ACV**

Dans l'optique de pérenniser les services fournis par les écosystèmes à la société, il est indispensable d'évaluer les fonctions à l'origine de leur production. Les fonctions écologiques sont en effet l'expression de la relation entre la biodiversité des écosystèmes et la production de services dont bénéficie la société. La production de ces services est aussi étroitement reliée à la résilience des écosystèmes, qui traduit la capacité des écosystèmes à maintenir leur fonctionnement face aux perturbations qui les affectent.

Les indicateurs de mesures qui permettraient de caractériser ces fonctions écologiques sont d'un indéniable intérêt puisqu'ils constitueront le socle d'un nouveau moyen d'évaluation globale d'atteinte à la biodiversité, et ce, avec une viabilité scientifique.

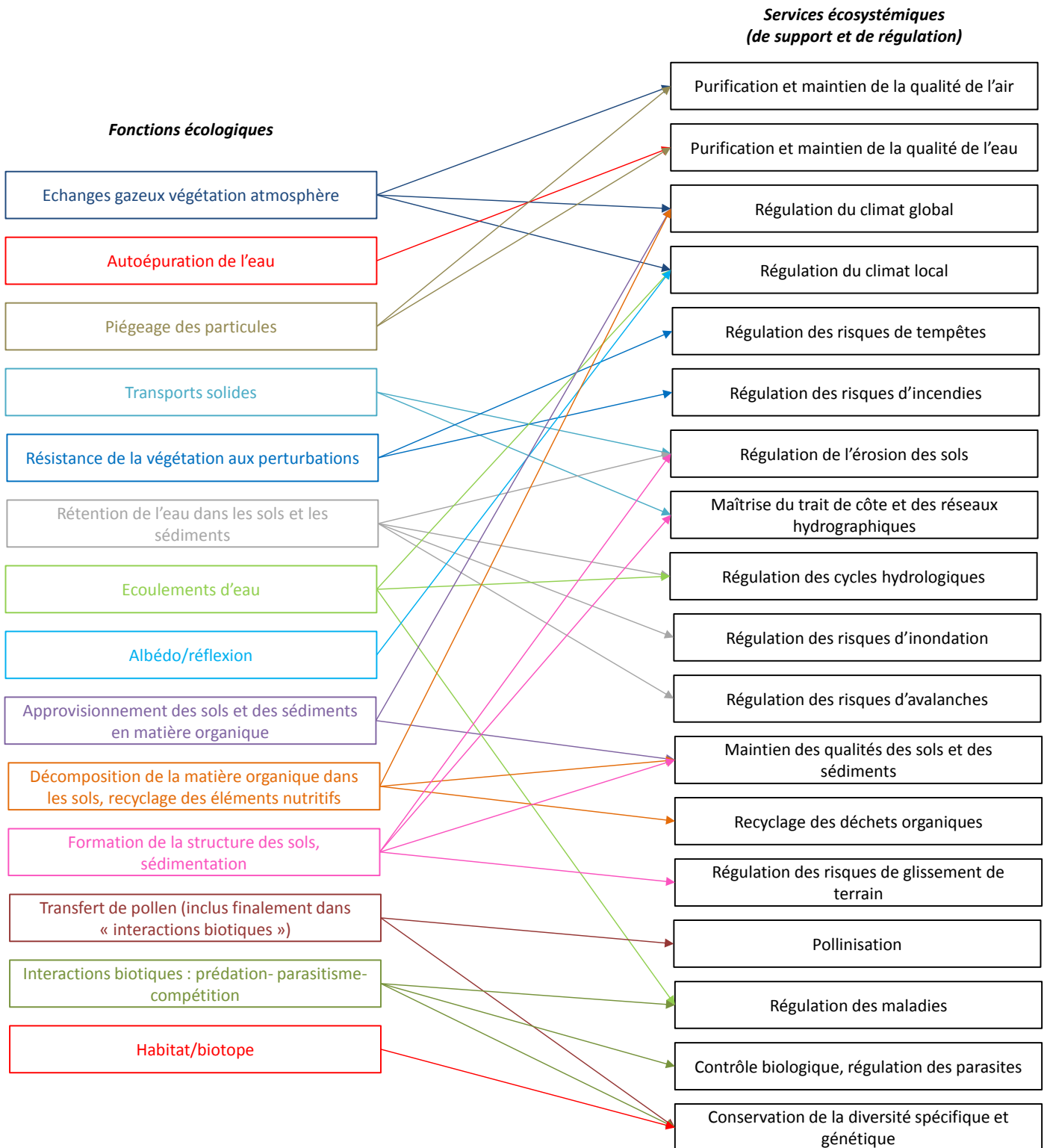


Figure 3 : Fonctions écologiques et services écosystémiques, rapport du CGDD « Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France », 2010 [29]

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Quand l'ensemble des fonctions écologiques seront qualifiées et quantifiables par un jeu d'indicateurs pertinents et utilisables sur l'ensemble de la planète, une approche type ACV robuste pourra être déployée.

En effet, un inventaire puis une quantification des fonctions écologiques pourront être réalisés (à l'instar d'un inventaire des flux en ACV), puis une attribution sera promulguée aux services écosystémiques (midpoint) pour aboutir, après clé de pondération, à un dommage biodiversité (endpoint). Ce déploiement méthodologique nécessite un travail multidisciplinaire conséquent et ne pourra donc être disponible qu'à long terme

## • L'INDICATEUR DE SERVICE ECOSYSTEMIQUE MONETARISE : UN USAGE IMMEDIAT MAIS IMPRECIS

Depuis le Millennium Ecosystem Assessment, de plus en plus de valeurs monétaires de services écosystémiques sont disponibles, pour un service donné dans un type d'habitat donné.

Le recensement en chapitre 2.3.2 ainsi que le contenu du Tableau 9 ci-dessous nous permettent d'adopter une démarche croisant services écosystémiques et biomes. Une première spatialisation est donc possible, ainsi qu'une approche multi-étape potentiellement. Le problème de pondération est également résolu, la même unité est employée pour tous les services écosystémiques. Une démarche d'ACV est donc possible avec pour indicateurs d'impacts intermédiaires, les différents services, et pour dommage « écosystème », les services écosystémiques en général (avec pour potentiel de semi endpoints intermédiaires les catégories de services : approvisionnement, régulation, soutien et culturel).

Tableau 9 : Issu de la publication "Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units" R. de Groot et al. / Ecosystem Services 1 (2012) 50-61 [23]

	Marine	Coral reefs	Coastal systems	Coastal wetlands <sup>a</sup>	Inland wetlands	Fresh water (rivers/lakes)	Tropical forest	Temperate forest	Woodlands	Grasslands
<b>Provisioning services</b>	102	55,724	2396	2998	1659	1914	1828	671	253	1305
1 Food	93	677	2384	1111	614	106	200	299	52	1192
2 Water				1217	408	1808	27	191		60
3 Raw materials	8	21,528	12	358	425		84	181	170	53
4 Genetic resources		33,048		10			13			
5 Medicinal resources				301	99		1504			1
6 Ornamental resources		472			114				32	
<b>Regulating services</b>	65	171,478	25,847	171,515	17,364	187	2529	491	51	159
7 Air quality regulation							12			
8 Climate regulation	65	1188	479	65	488		2044	152	7	40
9 Disturbance moderation		16,991		5351	2986		66			
10 Regulation of water flows					5606		342			
11 Waste treatment		85		162,125	3015	187	6	7		75
12 Erosion prevention		153,214	25,368	3929	2607		15	5	13	44
13 Nutrient cycling				45	1713		3	93		
14 Pollination							30		31	
15 Biological control					948		11	235		
<b>Habitat services</b>	5	16,210	375	17,138	2455	0	39	862	1277	1214
16 Nursery service		0	194	10,648	1287		16		1273	
17 Genetic diversity	5	16,210	180	6490	1168		23	862	3	1214
<b>Cultural services</b>	319	108,837	300	2193	4203	2166	867	990	7	193
18 Esthetic information		11,390			1292					167
19 Recreation	319	96,302	256	2193	2211	2166	867	989	7	26
20 Inspiration		0			700					
21 Spiritual experience			21							
22 Cognitive development		1145	22					1		
<b>Total economic value</b>	<b>491</b>	<b>352,249</b>	<b>28,917</b>	<b>193,845</b>	<b>25,682</b>	<b>4267</b>	<b>5264</b>	<b>3013</b>	<b>1588</b>	<b>2,871</b>

Numbers in the cells are averages of the values found for a particular service and biome. Calculations are based on a total of 665 values. For details see Appendix 1.

<sup>a</sup> Coastal systems include estuaries, continental shelf area and sea grass, but exclude wetlands like tidal marsh, mangroves and salt water wetlands.

Cependant, il manque énormément d'informations concernant la manière dont ces valeurs économiques ont été obtenues. Ce manque d'informations met en évidence un manque de crédibilité pour une utilisation directe en ACV. De plus, il n'y a pas aujourd'hui de consensus sur les modes de calcul et les valeurs attribuées.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Aussi, les travaux de The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) mettent en avant une multitude d'indicateurs monétaires mais sur des études de cas très localisées. La création d'une base de données rassemblant les quelques 300 études des parties prenantes de TEEB, pour obtenir une répartition géographique globale et mieux couverte permettant une analyse plus précise, est des plus complexe et chronophage.

Des précautions doivent être apportées sur l'interprétation des résultats qui en découlent et cette évaluation doit simplement avoir une vocation « pédagogique » ou de première approche pour aller plus loin dans l'analyse d'un produit. Cette approche ne rend pas compte de la réalité des dommages causés sur la biodiversité.

### 2.3.3 ANALYSE DES INDICATEURS RELATIFS A LA BIODIVERSITE

- **ANALYSE DES INDICATEURS ISSUS DES ETUDES SECTORIELLES SUR LA BIODIVERSITE**
  - ANALYSE CROISEE DES SECTEURS D'ACTIVITE ET DES THEMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE

#### Analyse des secteurs d'activité

La liste des 23 secteurs d'activité français est disponible grâce à la nomenclature NAF (INSEE, 2008). Cette typologie a été remaniée et simplifiée pour plus de pertinence vis-à-vis des enjeux biodiversité puis catégorisée pour distinguer les secteurs dont la problématique majeure est celle de l'impact ou de la dépendance (Tableau 10).

Il est possible de classer les secteurs d'activité en fonction de leurs principales interactions avec la biodiversité, on peut distinguer :

- Les secteurs d'activité qui ont des impacts forts sur la biodiversité : il s'agit notamment des secteurs industriels potentiellement à l'origine de transformation importante des écosystèmes. (industries extractives, BTP) ;
- Les secteurs d'activité qui dépendent fortement des services écosystémiques : ce sont notamment les secteurs qui commercialisent des matières premières d'origine naturelle, à l'image de la pêche ou de la foresterie ;
- Les secteurs d'activité qui ont à la fois un impact et une dépendance élevé : il s'agit de certains secteurs industriels ayant de forts liens avec les écosystèmes et matières premières d'origine naturelle ainsi que du secteur agricole. Ce dernier est particulier dans le sens où les pratiques mises en œuvre influencent directement, de façon positive ou négative, la biodiversité ;
- Les secteurs d'activité qui ont peu d'interactions directes avec la biodiversité.

Les trois premiers groupes de secteurs présentent des fortes préoccupations pour la biodiversité puisqu'ils sont soumis à des réglementations concernant notamment leurs impacts.

Tableau 10 : Les secteurs d'activité et leurs interactions avec la biodiversité (Source : Orée, 2010. Guide Comment intégrer la biodiversité dans les stratégies des entreprises ?, adapté par I Care)

	Impact	Dépendance
Industries extractives	x	
BTP	x	
Autres industries	x	
Transports	x	
Energies	x	
Eau	x	x
Pharmacie / cosmétique	x	x
Agriculture	x	x
Foresterie		x
Pêche		x
Commerce		x
Hébergement et restauration		x
Tertiaire		

#### Analyse des thématiques biodiversité prises en compte par les indicateurs recensés

Une analyse des vingt-six références traitant des indicateurs sectoriels de la biodiversité a permis de recenser 167 indicateurs sectoriels. Une analyse de ces indicateurs par thématique biodiversité a été préférée à une analyse par secteur afin de mettre en évidence de façon plus pertinente le degré d'étude de chaque pression (Tableau 11).

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Les thématiques biodiversité recensées concernent les impacts (ou pressions) qu'un secteur peut avoir sur la biodiversité, ses dépendances vis-à-vis des services écosystémiques et l'état de la biodiversité sur un territoire. Les pressions sont tirées du Millennium Ecosystem Assessment (2005). Même si la thématique de la dépendance vis-à-vis des services écosystémiques est traitée dans la partie précédente, il semble intéressant de savoir dans quelle mesure les différents secteurs d'activité prennent en compte leurs dépendances.

**Tableau 11 : Analyse croisée de la prise en compte des thématiques biodiversité par les indicateurs recensés en fonction des secteurs**

		Pressions sur la biodiversité				Etat de la biodiversité	Dépendance aux services écosystémiques	Nombre d'indicateurs
		Changement de l'habitat	Espèces invasives	Surexploitation	Pollutions			
Impact	Industrie extractive	17	1	2	13	3	3	41
	Oil & Gas	4	1	6	10	1	2	24
	BTP	1		1		2		4
	Transport	4						4
	Autres industries							
Impact et dépendance	Electric utilities	3		1	6	1	1	12
	Eau	1		5	6	1		13
	Pharmacie/cosmétique				4			4
Dépendance	Agriculture	4		3	3		5	15
	Forêt	3	1	3			5	25
	Pêche			1			6	7
	Commerce							
	Hébergement et restauration							
Tertiaire								
Tous secteurs		2		6	5	4	1	18
	<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>47</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>167</b>

Parmi les 167 indicateurs sectoriels recensés, **129 concernent les thématiques liées aux pressions sur la biodiversité.**

**Les pollutions représentent la pression la plus étudiée, avec 47 indicateurs recensés.** Les principaux impacts liés à cette pression sont les suivants :

- L'utilisation de produits chimiques : Type et quantité totale de produits chimiques utilisés, Pourcentage de déchets chimiques ;
- L'écotoxicité aquatique et terrestre des produits utilisés : Emissions toxiques (y compris les métaux lourds, dioxines, silice et autres), Volume total des eaux rejetées dans les cours d'eau, Pourcentage de sites autorisés causant des problèmes de qualité de l'eau (eau de surface ou souterraine) par rapport au nombre total de sites autorisés, Indice de Qualité de l'Eau<sup>4</sup>, Indice de Qualité de l'Eau du Conseil Canadien des ministres pour l'environnement<sup>5</sup>, Quantité totale de déchets moyennement et hautement radioactifs stockés dans des formations géologiques, Qualité de l'eau potable, ... ;
- L'eutrophisation : Balance azotée, Balance phosphorée ;
- La pollution accidentelle : Nombre d'accidents environnementaux, Indice des risques environnementaux pour les produits chimiques (ERICA<sup>6</sup>).

Ces indicateurs ont été recensés pour les secteurs des industries extractives (13 indicateurs), Oil & Gas (10), Electric utilities (6), de l'eau (6), de la pharmacie/cosmétique (4), de l'agriculture (3) et pour l'ensemble des secteurs (5). En effet, **la pollution constitue un véritable enjeu pour ces secteurs d'activité.** De plus, les différents impacts liés aux pollutions sont soumis à réglementation.

**Le changement de l'habitat est la deuxième pression la plus étudiée puisque 39 indicateurs ont été recensés.** Les principaux impacts liés à cette pression sont les suivants :

<sup>4</sup> Indice de Qualité de l'Eau : indicateur de la pollution des eaux de surface par les rejets d'effluents : selon la couleur, température, DBO5, ...

<sup>5</sup> Indice de Qualité de l'Eau du Conseil Canadien des ministres pour l'environnement : indicateur de la pollution des eaux de surface par les rejets d'effluents : selon différents paramètres et en fonction du nombre de paramètres pour lesquels les résultats ne correspondent pas aux objectifs et de la fréquence de cette occurrence

<sup>6</sup> ERICA : indicateur de mesure des impacts cumulatifs des polluants après leur dissémination dans l'environnement

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

- Destruction de l'habitat : Pourcentage de superficies nouvellement ouvertes par rapport à la superficie totale des développements autorisés, Type de régénération forestière, Pratiques de travail du sol, ... ;
- Protection de l'habitat : Nombre de sites situés sur des aires protégées ou écologiquement sensibles, en incluant les développements en cours et à venir, Forêts protégées, Nombre de projets de conservation de la biodiversité sur le site ou en collaboration avec d'autres entreprises, Surface du site d'exploitation avec un plan de gestion incluant une partie sur la conservation de la biodiversité, ... ;
- Aménagements paysagers ayant un effet positif sur la biodiversité : Pourcentage de superficies réhabilitées par rapport à la superficie totale occupée par les mines / carrières fermées ou en attente de réhabilitation, Protection des cours d'eau : respect ou non de la protection des cours d'eau, Terres remises en état ou ayant besoin d'une remise en état, ... ;
- Perturbations des habitats : Nombre total de plaintes externes liées au bruit, aux impacts visuels, Indicateur de bruit (niveau jour-soir-nuit), Indicateur de bruit (période nocturne), ... ;
- Fragmentation : Largeur effective de maille<sup>7</sup>, Evaluation des impacts des routes sur la biodiversité

Ces indicateurs ont été recensés pour les secteurs des industries extractives (17 indicateurs), Oil & Gas (4), du BTP (1), du transport (4), Electric Utilities (3), de l'eau (1), de l'agriculture (4), de la foresterie (3) et pour l'ensemble des secteurs (2). Ces secteurs correspondent à des secteurs pour lesquels **le changement de l'habitat constitue une pression importante de l'activité** et donc pour lesquels la préoccupation vis-à-vis de cette thématique est élevée. Cela peut s'expliquer par le fait que ces types d'impacts sont réglementés pour la plupart de ces secteurs.

**La surexploitation est la troisième pression la plus étudiée, avec 28 indicateurs recensés.** Les principaux impacts liés sont :

- Les prélèvements d'eau : Consommation totale d'eau (réseau et eau de surface et/ou souterraine), Pourcentage d'eau recyclée et réutilisée par rapport à la quantité totale prélevée, Perte totale d'eau sur le réseau, ... ;
- L'exploitation d'espèces menacées : Espèces forestières menacées ;
- La diversité génétique et spécifique des espèces exploitées : Nombre d'espèces animales élevées et végétales cultivées, Nombre de races animales et de variétés végétales cultivées, Composition spécifique des essences, ... ;
- La présence de plans de gestion : Forêt avec un plan de gestion ;
- L'utilisation durable des ressources : Pourcentage de matières consommées provenant de matières recyclées, Fournisseurs avec un SME ou dont les MP proviennent de sources durables, ...

Ces indicateurs ont été recensés pour les secteurs des industries extractives (2 indicateurs), Oil & Gas (6), du BTP (1), Electric Utilities (1), de l'eau (5), de l'agriculture (3), de la foresterie (3), de la pêche (1) et pour l'ensemble des secteurs (6), qui toutes sont **fortement utilisatrices de ressources naturelles**.

**Le changement climatique recense 12 indicateurs** : Emissions de gaz à effet de serre, Potentiel de réchauffement climatique, Emissions nettes de CO<sub>2</sub> (émissions totales de CO<sub>2</sub> moins le CO<sub>2</sub> potentiellement séquestré par les arbres plantés), ...

Ces indicateurs ont été recensés pour le secteur des industries extractives (3 indicateurs), Oil & Gas (1), du BTP (2), Electric Utilities (1), de l'eau (1) et pour l'ensemble des secteurs (4).

**Les espèces invasives ne comptent que 3 indicateurs** : Espèces d'arbre introduites, Espèces invasives non indigènes menaçant les écosystèmes, habitats ou espèces et Pourcentage de la distance pour le transport des produits jusqu'aux clients (par route, ferroviaire et maritime). L'intérêt du dernier indicateur réside dans le fait que le transport par voie maritime constitue un des principaux vecteurs de propagation des espèces invasives.

---

<sup>7</sup> Largeur effective de maille : indicateur calculant la probabilité que deux points choisis au hasard dans un territoire ne soient pas séparés par des obstacles : voies de communication, zones bâties

Ces indicateurs ont été recensés pour les secteurs des industries extractives (1 indicateur), Oil & Gas (1) et Forêt (1).

Les autres indicateurs recensés permettent, d'une part d'étudier l'état de la biodiversité sur un territoire donné (23 indicateurs) et d'autre part la dépendance à certains services écosystémiques (15 indicateurs). Le recensement de ces indicateurs signifie que les enjeux sectoriels liés à la biodiversité sont non seulement liés aux impacts, mais aussi à la dépendance aux services écosystémiques et à la présence d'espèces et habitats remarquables ou ordinaires sur un territoire étudié.

Les **indicateurs d'état de la biodiversité** permettent de caractériser différentes informations :

- Les espèces ordinaires présentes : STOC<sup>8</sup> oiseaux communs, ... ;
- Les espèces spécialistes présentes : Indice de spécialisation des communautés<sup>9</sup>, ... ;
- Les espèces menacées et/ou protégées présentes : Nombre d'espèces appartenant à la Liste Rouge UICN affectées par les opérations ;
- La diversité en espèces : Diversité d'arbustes du sous-bois, Richesse spécifique (nombre d'espèces étudiées), ... ;
- La diversité structurelle d'un territoire : Parcelles forestières sur l'exploitation, Structure par âge et/ou distribution des diamètres (des arbres), ... ;
- La diversité génétique : Longueur moyenne des poissons, ...

Ces indicateurs ont été recensés pour les secteurs des industries extractives (3 indicateurs), Oil & Gas (2), Electric Utilities (1), de l'agriculture (5), de la foresterie (5), de la pêche (6) et pour l'ensemble des secteurs (1). Il est intéressant de noter que les secteurs présentant le plus grand nombre d'indicateurs d'état de la biodiversité sont directement liés aux écosystèmes. Ces indicateurs permettent de **suivre l'évolution des conséquences des différents impacts** causés par les secteurs concernés.

Enfin, **les indicateurs de dépendances aux services écosystémiques sont au nombre de 15** et concernent :

- Les services d'approvisionnement (4 indicateurs) : Stock sur pied (forêt), Produits forestiers non ligneux, Ressources génétiques, Biomasse énergétique issue du bois ;
- Les services de régulation (9 indicateurs) : Nombre d'arbres adultes équivalents nécessaires pour la séquestration des émissions totales de CO<sub>2</sub>, Stock de carbone, Dépôt de polluants atmosphériques, Etat du sol, Preuve de l'érosion, Qualité de l'eau (en tant que service écosystémique), ... ;
- Les services culturels (2 indicateurs) : Accessibilité pour les loisirs, Valeurs culturelles et spirituelles.

La plupart concerne le secteur de la foresterie (13 indicateurs) puisque celui-ci est en lien direct avec les écosystèmes et tire de nombreux bénéfices des biens et services fournis par l'écosystème forestier. Cependant, les indicateurs recensés manquent souvent de précision quant à la manière de les calculer.

Ainsi, les indicateurs recensés concernent à la fois les impacts, l'état de la biodiversité et la dépendance aux services écosystémiques, même si cette dernière n'est évaluée que de façon peu précise. Parmi les indicateurs d'impact, ils sont plus ou moins étudiés en fonction de la thématique biodiversité considérée. **Il apparaît que celles relatives au changement de l'habitat et aux pollutions sont les mieux documentées**, notamment à cause des contraintes réglementaires liées à ces thématiques. De plus, les autres thématiques d'impact sur la biodiversité sont représentées par un certain nombre d'indicateurs car il s'agit **d'impacts considérés comme des enjeux majeurs pour les secteurs** pour lesquels ils ont été recensés.

<sup>8</sup> STOC : Suivi Temporel des Oiseaux Communs

<sup>9</sup> Indice de spécialisation des communautés : indicateur lié à la spécialisation de groupes d'espèces (oiseaux, ...) par rapport à différents types d'habitats

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Cependant, un manque d'indicateurs recensés par thématique ne signifie pas une moindre préoccupation des acteurs scientifiques et professionnels pour ces thématiques. Cela peut signifier que même si les impacts relatifs à ces thématiques sont connus, l'état d'avancement actuel de la recherche ne permet pas de développer des indicateurs opérationnels ou que la thématique est moins « vaste ».

#### ○ CORRESPONDANCE DES INDICATEURS SECTORIELS AVEC LES CATEGORIES D'IMPACT ACV

Afin de faire le lien entre les indicateurs sectoriels recensés et l'ACV, il paraît intéressant de les classer, non plus en fonction des thématiques biodiversité, mais selon les catégories d'impact (midpoints) ACV auxquels ils pourraient appartenir. Ainsi, il s'agit de déterminer, pour chaque indicateur, la catégorie d'impact étudiée en ACV pouvant être caractérisée.

Parmi les 167 indicateurs recensés, 85 (soit 51 %) peuvent correspondre aux catégories d'impact présentes dans les ACV. Leur répartition est présentée dans le Tableau 12.

**Tableau 12 : Tableau de correspondance entre les indicateurs recensés par secteurs et les catégories d'impact des ACV**

	Land occupation	Ecotoxicity	Eutrophication	Acidification	Global warming	Ozone layer depletion	Water	Indicateurs non reliés à une catégorie ACV
Industrie extractive	9	11		1	2	1	2	15
Oil & Gas	1	9		1	1		3	9
BTP	1				2		1	0
Transport	2							2
Electric utilities	2	6			1		1	2
Eau		5			1			7
Pharmacie/cosmétique		4						0
Agriculture	3		2					10
Foresterie								25
Pêche								7
Tous secteurs	1	4		1	3	1	3	5
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>39</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>82</b>

#### Les 85 indicateurs recensés peuvent se rapprocher des catégories d'impact ACV suivantes :

- Land occupation (19 indicateurs) : Superficie totale des développements autorisés (carrières / mines et installations de production), Pourcentage de superficies nouvellement ouvertes par rapport à la superficie totale des développements autorisés, Pourcentage de superficies réhabilitées par rapport à la superficie totale occupée par les mines / carrières fermées ou en attente de réhabilitation, Largeur effective de maille, ...
- Ecotoxicity (39 indicateurs) : Emissions toxiques (y compris les métaux lourds, dioxines, silice et autres), Volume total des eaux rejetées dans les cours d'eau, Pourcentage de sites autorisés ayant un problème de contamination du sol par rapport au nombre total de sites autorisés, Indice de Qualité de l'Eau, Ratio polychètes / amphipodes<sup>10</sup>, Quantité totale de déblais, de boues, Quantité totale de déchets moyennement et hautement radioactifs stockés dans des formations géologiques, ... ;
- Eutrophication (2 indicateurs) : Balance azotée, Balance phosphorée ;
- Acidification (3 indicateurs) : Emission de gaz acidifiants (NOx, SO2 et autres), Autres émissions atmosphériques, Emissions de NOx, SOx et autres émissions significatives dans l'air ;
- Global warming (10 indicateurs) : Emissions de CO<sub>2</sub>, Emissions nettes de CO<sub>2</sub> (émissions totales de CO<sub>2</sub> moins le CO<sub>2</sub> potentiellement séquestré par les arbres plantés), Potentiel de réchauffement climatique, Initiatives pour réduire les émissions de GES et réductions obtenues ;
- Ozone layer depletion (2 indicateurs) : Emission de substances favorisant l'appauvrissement de la couche d'ozone ;

<sup>10</sup> Les polychètes et amphipodes sont des organismes vivant dans les sédiments marins ; ils sont sensibles aux polluants

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

- Water (10 indicateurs) : Consommation totale d'eau (réseau et eau de surface et/ou souterraine), Pourcentage d'eau recyclée et réutilisée (eau de refroidissement, eau de pluie, ...) par rapport à la quantité totale prélevée, etc.

Cela confirme le fait que la plupart **des indicateurs biodiversité existant actuellement traitent plutôt des thématiques liées à l'utilisation du sol** (et le changement de l'habitat) **et à l'écotoxicité**.

Cependant, l'ensemble des indicateurs recensés n'ont pas les mêmes unités, ce qui pose des problèmes si jamais ces indicateurs doivent être intégrés à des ACV (notamment des problèmes de manque d'expertise et de consensus sur une juste pondération « biodiversitaire » pour obtenir des endpoints).

De plus, les méthodes utilisées pour chaque indicateur sont très différentes les unes des autres puisque certains indicateurs nécessitent des méthodes plutôt basiques (par exemple le pourcentage de superficies nouvellement ouvertes par rapport à la superficie totale des développements autorisés), alors que d'autres nécessitent des méthodes plus élaborées (Indice de Qualité de l'Eau). Il s'agira donc de valider la légitimité des indicateurs ici recensés pour répondre à une catégorie d'impact étudiée en ACV.

**Les 82 autres indicateurs recensés pour cette partie sectorielle n'appartiennent à aucune catégorie d'impact** actuellement prise en compte dans les ACV. Cela signifie qu'il existe potentiellement une marge de progrès pour que les ACV puissent intégrer un maximum de thématiques liées à la biodiversité. C'est notamment le cas pour les thématiques liées à la dépendance d'une activité aux services écosystémiques et à l'état des lieux de la biodiversité sur un site. Il semble normal que la problématique de la dépendance aux services écosystémiques ne soit pas abordée par l'ACV puisqu'elle cherche à évaluer des impacts. Parmi les thématiques d'impacts, ce sont la surexploitation et les espèces invasives qui trouvent le moins de correspondances.

Ainsi, à l'heure actuelle, la moitié des indicateurs biodiversité sectoriels recensés n'est pas traitée par l'intermédiaire des différentes catégories d'impact de l'ACV. Ceci prouve que le développement d'une ACV intégrant une dimension relative à la biodiversité correspond à une innovation.

#### ○ PERTINENCE DES INDICATEURS RECENSES POUR QUALIFIER LA BIODIVERSITE

Le niveau de pertinence des indicateurs pour caractériser la biodiversité comprend trois degrés attribués en fonction de la prise en compte plus ou moins directe de la biodiversité par les indicateurs :

- Une **faible pertinence** correspond au fait que le but premier lié à la création de l'indicateur n'est pas de caractériser la biodiversité, mais que l'information calculée permet néanmoins de définir un certain degré d'impact sur la biodiversité. Par exemple, l'indicateur lié à la quantité d'eau prélevée n'a pas été créé pour caractériser la biodiversité, mais il est possible de supposer que si une grande quantité d'eau est prélevée, cela pourrait potentiellement affecter, par assèchement, les écosystèmes aquatiques de la zone de prélèvement. Un autre exemple concerne le nombre de plaintes enregistrées par l'entreprise pour des nuisances sonores, visuelles, etc. : cet indicateur a été créé pour caractériser les nuisances pour le voisinage, mais il semble logique que si l'intensité sonore peut perturber les activités anthropiques, elle perturbe également les espèces, notamment animales, et donc la biodiversité. Pour ces indicateurs, la biodiversité est très peu prise en compte ;
- Une **pertinence moyenne** correspond au fait que les indicateurs ont pu être créés dans l'optique de caractériser la biodiversité, mais que des informations sont manquantes dans la façon de les calculer, ce qui ne permet pas une caractérisation appropriée. Les indicateurs permettent de définir des interactions avec la biodiversité mais il manque souvent des informations relatives aux compartiments écologiques sur lesquels interviennent ces interactions. C'est par exemple le cas de l'indicateur Nombre net d'arbres plantés (nombre d'arbres plantés moins nombre d'arbres abattus) : ce nombre pourrait laisser présager d'une augmentation ou d'une diminution de la biodiversité potentielle sur un site, mais cet indicateur ne

tient pas compte du statut d'indigénat (l'arbre est originaire du territoire sur lequel il est planté ou bien il est originaire d'un autre territoire - pays ou continent) ni des conditions écologiques du territoire sur lequel l'arbre est planté, ayant une influence sur la biodiversité ;

- Une **pertinence élevée** concerne les indicateurs qui ont pu être créés spécifiquement pour caractériser la biodiversité. Ils prennent en compte les différentes dimensions de la biodiversité ainsi que les compartiments écologiques concernés par les interactions avec la biodiversité. Il s'agit par exemple des indicateurs visant à évaluer la diversité en espèces ou en écosystèmes, à déterminer si l'activité engendre la destruction d'un habitat ou une espèce ou pollue les masses d'eau ou encore à déterminer le nombre d'espèces appartenant à la Liste Rouge UICN.

Le Tableau 13 illustre la répartition des indicateurs recensés selon leur niveau de pertinence.

		Pertinence faible	Pertinence moyenne	Pertinence élevée
Pressions sur la biodiversité	Changement de l'habitat	9	13	17
	Espèces invasives		1	2
	Surexploitation	16	4	8
	Pollutions	30	8	9
	Changement climatique	12		
Etat de la biodiversité			1	22
Dépendance aux services écosystémiques		7	6	2
<b>TOTAL</b>		<b>74</b>	<b>33</b>	<b>60</b>
		44%	20%	36%

Tableau 13 : La pertinence des indicateurs pour caractériser la biodiversité en fonction des thématiques biodiversité

Quatre-vingt-treize indicateurs recensés (soit 56 %) ont un niveau de pertinence au moins équivalent au niveau moyen. Cela signifie que dans l'ensemble, **les indicateurs recensés permettent d'évaluer correctement la biodiversité**. Mais, les indicateurs ayant une pertinence faible sont également nombreux, notamment à cause du fait que parmi les indicateurs recensés, nombre d'entre eux ne concernent pas spécifiquement la biodiversité mais plutôt les thématiques environnementales en général.

En étudiant la pertinence des indicateurs par thématique biodiversité, il s'avère que **la pertinence la plus élevée concerne les indicateurs d'état de la biodiversité**. En effet, ce sont ceux qui sont le plus directement liés à des composantes de la biodiversité (richesse spécifique, ...). Cependant, aucun de ces indicateurs ne correspond avec les catégories d'impact actuellement étudiées en ACV.

La thématique du **changement de l'habitat** présente une pertinence plutôt moyenne à élevée puisque plus de 75% des indicateurs recensés appartiennent à l'une ou l'autre de ces catégories de pertinence. De plus, 61% des indicateurs fortement pertinents trouvent une correspondance avec les catégories d'impact de l'ACV. Cela semble intéressant dans l'optique de déterminer comment une ACV pourrait mieux prendre en compte la biodiversité.

La thématique **pollutions** est plutôt faiblement pertinente puisque 64% des indicateurs ont une pertinence faible. Cela est notamment dû au fait que les indicateurs n'ont majoritairement pas été créés pour caractériser les impacts sur la biodiversité. Mais, les neuf indicateurs ayant une pertinence élevée trouvent tous une correspondance avec les catégories d'impact ACV (ecotoxicité), ce qui est intéressant dans l'optique d'une « ACV biodiversité + ».

La **surexploitation** présente une majorité d'indicateurs faiblement pertinents, ce qui est notamment dû au fait que la problématique liée aux prélèvements d'eau est souvent décorrélée de l'état des écosystèmes prélevés. Il est à noter qu'aucun indicateur fortement pertinent n'appartient à une catégorie d'impact actuellement étudiée en ACV.

La thématique **espèces invasives** présente une majorité d'indicateurs fortement pertinents mais aucun d'entre eux n'appartient à une catégorie d'impact actuellement étudiée en ACV.

Le **changement climatique** ne recense que des indicateurs faiblement pertinents. Cela s'explique car ils n'ont pas été créés dans l'objectif de caractériser la biodiversité.

Enfin, la **dépendance aux services écosystémiques** présente peu d'indicateurs fortement pertinents pour caractériser la biodiversité car les méthodologies de calcul ne sont pas encore pleinement définies.

L'Annexe I présente une étude de la prise en compte des trois dimensions génétique, spécifique et écosystémique de la biodiversité par les indicateurs sectoriels. Il apparaît que 83% des indicateurs recensés étudient la biodiversité au niveau écosystémique alors qu'environ 1% étudient la dimension génétique et qu'environ 16% étudient les espèces en particulier. Ainsi, l'ensemble des indicateurs sectoriels recensés permettent de traduire les différentes dimensions de la biodiversité en fonction de la relation qu'entretient le secteur d'activité avec la biodiversité : s'il s'agit d'un secteur ayant de forts liens avec les écosystèmes, alors les indicateurs prennent plus facilement en compte les dimensions spécifique et génétique en plus de la dimension écosystémique. A l'inverse, quand les secteurs entretiennent peu de relations directes avec les écosystèmes, les indicateurs restent principalement à l'échelle des écosystèmes.

○ PRINCIPALES LIMITES DES INDICATEURS RECENSES ET LES MODIFICATIONS A APPORTER EN VUE DE RENDRE LES INDICATEURS PLUS PERTINENTS

Afin de totalement évaluer la pertinence des indicateurs sectoriels recensés, il convient de s'intéresser à la prise en compte par les indicateurs des dimensions spatiales et temporelles inhérentes à la biodiversité. Or, pour chacun, il n'est pas précisé sur quel secteur géographique les déterminer (emprise foncière du site uniquement, plusieurs kilomètres autour du site ou bien encore monde), ni sur quelle échelle temporelle les calculer (année en cours, les cinq dernières années, il y a vingt ans, ...). De plus, la prise en compte du contexte écologique des territoires étudiés, à travers les menaces (d'origine anthropique ou naturelle) pesant sur la biodiversité du territoire ainsi que sa richesse en biodiversité, permettrait d'affiner la caractérisation des conséquences des différents impacts que peuvent avoir les différents secteurs d'activité. Ainsi, il apparaît que **l'amélioration de la pertinence des indicateurs recensés pourrait passer par une spatialisation géographique précise du territoire étudié et une cartographie des écosystèmes présents**, notamment grâce à des systèmes d'informations géographiques. Sans cela, les indicateurs ne pourront pas prendre en compte le contexte écologique du territoire étudié. Or, l'étude de la biodiversité est très territorialisée et locale. Ainsi, les résultats des différents indicateurs prendront tout leur sens uniquement s'ils sont rapportés à l'échelle locale du territoire.

Chaque indicateur recensé ne présente pas le même niveau d'avancement. Ce niveau concerne d'une part l'aboutissement de la réflexion concernant la méthodologie pour obtenir les informations voulues à l'issue du calcul de l'indicateur et d'autre part le degré de mise en œuvre immédiate de l'indicateur. Concernant les indicateurs recensés, dix sont considérés comme n'étant pas opérationnels à l'heure actuelle, puisque les indicateurs sont encore en cours de développement ou que les méthodes permettant de les calculer ne sont pas assez abouties. Il s'agit notamment des indicateurs relatifs aux services écosystémiques, puisque la méthode de calcul n'est pas clairement définie. Ils pourraient donc être opérationnels à moyen terme voire à long terme. En revanche, concernant les indicateurs d'impact sur la biodiversité, ils sont généralement opérationnels.

Ainsi, certains des indicateurs recensés pourraient être améliorés afin d'accroître leur pertinence pour caractériser la biodiversité. Ces améliorations consistent à **préciser d'une part les échelles spatiales et temporelles pour le calcul des indicateurs, et d'autre part les éléments à prendre en compte en fonction des compartiments écologiques concernés par les indicateurs.**

• **ANALYSE DES INDICATEURS ISSUS D'ETUDES GENERALES SUR LA BIODIVERSITE**

Une analyse des sept références traitant des indicateurs généraux de la biodiversité a permis de recenser 284 indicateurs. Ils traitent de l'ensemble des thématiques biodiversité vues précédemment et sont répartis selon le tableau suivant :

**Tableau 14 : Répartition des indicateurs généraux de la biodiversité selon les différentes thématiques biodiversité**

Pressions sur la biodiversité					Etat de la biodiversité	Dépendance aux services écosystémiques	Total
Changement de l'habitat	Espèces invasives	Surexploitation	Pollutions	Changement climatique			
59		38	34	6	147		284
20,8%	0,0%	13,4%	12,0%	2,1%	51,8%	0,0%	

Ce tableau met en évidence qu'il s'agit de la thématique « Etat de la biodiversité » qui est majoritaire en termes d'indicateurs recensés (52%). En effet, une grande partie des indicateurs permet de déterminer l'état et l'évolution des différents écosystèmes. Viennent ensuite les différentes pressions sur la biodiversité, avec un total de 48%, pour lesquelles les pressions « Changement de l'habitat », « Surexploitation » et « Pollutions » sont les mieux représentées. Cette répartition au sein des pressions sur la biodiversité est similaire à celle observée parmi les indicateurs sectoriels.

Etant donné que les références des indicateurs sont diverses et concernent des échelles plus ou moins larges (de régionale à internationale), les indicateurs ne concernent pas les mêmes acteurs (gestionnaires de milieux naturels, représentants de l'état, entreprises, ...). Cela implique que la biodiversité est considérée selon différents aspects, qu'ils soient purement écologiques (« Couverture des écosystèmes » ou « Abondance des espèces ») mais aussi plus statistiques (« Superficie moyenne d'espaces ouverts par habitant »).

Pour chacun des indicateurs liés à la biodiversité en général, il a été déterminé si oui ou non l'indicateur pourrait être utilisé par les entreprises (pour identifier et suivre l'évolution de ses impacts dans le temps) et dans les bases de données utilisables en ACV (pour localiser de manière satisfaisante les écosystèmes et leur état de santé).

Il apparaît que 145 indicateurs sur 284 (soit 51%) ne pourraient pas avoir une application dans les entreprises. Cela s'explique notamment par le fait que l'indicateur est calculé à une échelle trop globale pour être applicable aux entreprises (« Espèces invasives en Europe », « Responsabilité de la France métropolitaine pour les espèces menacées au niveau européen ») ou encore que l'indicateur représente l'état d'un écosystème à l'instant t (« Eléments nutritifs dans les eaux de transition, côtières et marines », « Indice de déficit foliaire »).

Il apparaît également que 225 indicateurs (soit 79%) permettent d'obtenir des informations qui pourraient être intégrées dans les bases de données. Il peut par exemple s'agir de la « Superficie couverte de monoculture », de « L'Evolution de la surface en aires protégées » ou de « L'Indice de santé des océans ». Ces indicateurs pourraient donc permettre de mieux lier un impact à l'écosystème concerné et de déterminer son évolution potentielle.

• **SYNTHESE SUR LES INDICATEURS RELATIFS A LA BIODIVERSITE**

Pour l'ensemble des indicateurs recensés (451) via les secteurs d'activité ou via la biodiversité en général, les thématiques biodiversité peuvent être déclinées en différentes catégories d'impacts, illustrés dans le Tableau 15.

Tableau 15 : Répartition des indicateurs recensés selon les catégories d'impact par thématique biodiversité

Thématique	Catégorie d'impact	Nombre d'indicateurs				Somme	%
		Indicateurs d'impact des activités	Indicateurs de reporting des activités	Indicateurs de suivi de la biodiversité			
Pressions sur la biodiversité	Occupation du sol	2	0	1	3		
	Transformation de l'occupation des sols	7	10	14	31		
	Fragmentation	4	0	18	22	98	22%
	Perturbations	4	1	2	7		
	Protection des habitats et de la biodiversité	5	6	24	35		
	Introduction d'espèces invasives	2	0	0	2		
	Utilisation de moyens de dispersion des espèces invasives	1	0	0	1	3	1%
	Prélèvement et consommation d'eau	6	5	1	12		
	Espèces menacées	1	0	0	1		
	Participation à la diversité spécifique	4	0	0	4	66	15%
Pollutions	Participation à la diversité génétique	1	0	0	1		
	Utilisation durable des ressources naturelles	3	8	37	48		
	Pollution des masses d'eau	6	5	9	20		
	Pollution des sols	3	1	2	6		
	Pollution atmosphérique	4	2	1	7	81	18%
	Eutrophisation	2	0	10	12		
	Emission de déchets et polluants	16	8	12	36		
	Emissions de GES	5	5	4	14		
	Appauvrissement de la couche d'ozone	1	1	0	2	16	4%
	Etat et évolution des habitats	0	0	53	53		
Etat de la biodiversité	Etat et évolution des espèces	0	0	68	68		
	Evolution de la diversité génétique	0	0	11	11		
	Evolution de la diversité spécifique	0	0	6	6	172	38%
	Evolution de la diversité écosystémique	0	0	3	3		
	Etat et évolution de la fourniture de services écosystémiques	0	0	26	26		
	Etat et évolution de la diversité culturelle	0	0	5	5		
	Dépendance aux services écosystémiques	0	0	15	15	15	3%
	<b>TOTAL</b>		77	52	322	451	

thématiques (en lignes dans le tableau) : indicateurs de pression sur la biodiversité, indicateurs d'état et indicateurs de dépendance. Ils peuvent également être distingués selon les catégories suivantes (en colonnes dans le tableau) :

- Les indicateurs d'impact des activités : ils correspondent à des indicateurs d'impacts mesurables et quantifiables des activités des entreprises. Par exemple, il s'agit d'indicateurs mesurant les émissions de GES des entreprises ;
- Les indicateurs de reporting des activités : ce sont des indicateurs permettant un bilan et un suivi des activités des entreprises. Il s'agit notamment des indicateurs issus du GRI (Global Reporting Initiative) ;
- Les indicateurs de suivi de la biodiversité : ce sont des indicateurs permettant de suivre, dans le temps et dans l'espace, l'état de la biodiversité, son évolution, ainsi que les différentes pressions l'affectant.

Les thématiques surlignées en vert correspondent aux dix thématiques les plus étudiées par les indicateurs recensés.

Parmi les cinq **pressions** sur la biodiversité (60% des indicateurs), le « Changement de l'habitat » arrive premier (22%) et concerne la « Destruction de l'habitat », la « Fragmentation » et la « Protection des habitats ». La seconde pression la plus représentée est les « Pollutions » (18%), notamment la « Pollution des masses d'eau » et la « Pollution par des produits chimiques ». La « Surexploitation » arrive en troisième position avec 15% des indicateurs et concerne « l'Utilisation durable des ressources naturelles » et le « Prélèvement et la consommation d'eau ». Enfin, le « Changement climatique » et les « Espèces invasives » sont minoritaires (avec respectivement 4% et 1% des indicateurs). La majorité des indicateurs recensés concernant les pressions provient des indicateurs sectoriels.

« L'**état** de la biodiversité » est la thématique la plus abordée avec 170 indicateurs, soit 38%. Ils proviennent essentiellement du recensement lié à la biodiversité en général et concernent l'état et l'évolution des habitats et des espèces.

La « **Dépendance** aux services écosystémiques » est très peu abordée, puisqu'elle ne comptabilise que 4% de l'ensemble des indicateurs recensés. Cela est notamment dû au fait que ce type d'indicateurs n'est pas encore opérationnel et demande des développements ultérieurs.

## 2.4 SYNTHÈSE

L'état des lieux, basé sur une triple analyse permettant de croiser les indicateurs biodiversité développés dans le cadre de l'ACV avec ceux de l'évaluation des services écosystémiques, et ceux issus des études sur la biodiversité, fait ressortir, d'une part les articulations potentielles, et d'autre part les développements nécessaires pour mieux prendre en compte la biodiversité dans l'ACV.

- **De nombreux travaux visant à faire évoluer les indicateurs ACV**

Une vingtaine de travaux de recherche sur une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les ACV a été recensé. Sur ces dix-huit publications, quatorze ont été publiées depuis l'année 2010. Ces travaux se focalisent très majoritairement sur l'évolution d'un indicateur de dommage land-use, dont certains utilisent le PDF comme facteur moteur. Cette approche reste cependant imprécise du fait du manque actuel de données adéquates sur les sites qui seront étudiés.

L'imprécision des indicateurs vis-à-vis de la biodiversité tient également du fait que les données actuelles des bases de données ACV ne sont pas des données réelles issues d'études de terrain, mais des données génériques ne traduisant pas forcément la réalité des territoires impactés. Les dommages sur la biodiversité, traduit par l'endpoint « qualité de l'écosystème », n'étudient donc pas les conséquences pour les écosystèmes.

Cette approche pourra être déployée dès lors qu'un large panel de données, bien réparties, sera disponible et que ce panel sera couplé à des outils d'analyse spatiale.

De plus, les indicateurs actuellement étudiés en ACV étudient plus ou moins précisément les différentes pressions sur la biodiversité, puisque ce sont le changement de l'habitat, les pollutions et le changement climatique qui sont davantage étudiés. Les pressions liées aux espèces invasives et à la surexploitation des ressources naturelles ne sont quant à elles pas abordées.

- **Synthèse de l'analyse des indicateurs de services écosystémiques**

- L'indicateur de la fonction écologique pour services écosystémiques.

La définition d'indicateurs de mesures des fonctions écologiques pourrait permettre un inventaire quantitatif de ces fonctions (à l'instar des flux en ACV) afin de définir des impacts intermédiaires sur les services écosystémiques et pourra traduire in fine, via un système de pondération, un dommage sur la biodiversité. Les tableaux de recensement présentent le potentiel d'indicateurs communs aux approches ACV et services écosystémiques. On peut par exemple citer l'usage de l'eau ou bien encore la production primaire nette. Par ailleurs, les indicateurs traduisant la composante écologique « habitat » pourraient traduire l'utilisation des sols [13]. Ou bien encore la fonction « formation de la structure des sols », en lien avec le service écosystémique « régulation de l'érosion des sols », est traduite dans une publication ACV par un indicateur % de matières organiques [9].

Cette approche des services écosystémiques par l'étude des fonctions écologiques présente donc la plus grande légitimité et la meilleure robustesse pour être intégrée dans les évaluations en ACV, mais comme il a été précisé précédemment, cette approche ne pourra être disponible qu'à long terme.

Toutefois, cette approche nécessite encore de nombreux travaux sur :

- La définition d'indicateurs répliquables spatialement ;
- La construction de grandes bases de données bien réparties géographiquement pour couvrir l'ensemble des étapes du cycle de vie d'un produit ou service.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

- L'indicateur du service écosystémique monétarisé.

La consolidation d'études de monétarisation des services écosystémiques représente un vivier de données intégrables directement dans une logique d'ACV, elles sont en effet déclinables par service et par biome, d'où la possibilité d'une première spatialisation et de répondre à la problématique multi-étape de l'ACV.

Cependant, la méthode d'obtention de ces valeurs n'est pas clairement définie, ou communiquée. Des précautions quant à leur utilisation sont donc de mises.

Enfin, ces données monétaires ne peuvent être représentatives de l'état de santé d'un écosystème et de sa dynamique.

- **Synthèse de l'analyse des études sur la biodiversité**

A l'issue du recensement, des disparités ont été notées quant au nombre d'indicateurs par secteur d'activité. Cela est lié à l'existence de contraintes réglementaires plus ou moins fortes quant aux différents impacts des secteurs d'activité.

Les différentes thématiques biodiversité présentent elles aussi des disparités en termes d'indicateurs recensés :

- Les pressions liées au changement de l'habitat et aux pollutions sont les mieux traitées par les différents secteurs (avec respectivement 39 et 47 indicateurs sur 167) ;
- Les pressions liées à la surexploitation, aux espèces invasives et au changement climatique (en lien avec la biodiversité) sont moins abordées (avec respectivement 28, 3 et 12 indicateurs), notamment à cause de la difficulté de les quantifier précisément ;
- Les thématiques de dépendance aux services écosystémiques et d'état de la biodiversité (présence de différents habitats et espèces sur un territoire) sont également abordées (avec 15 et 23 indicateurs).

La mise en correspondance des indicateurs recensés avec les différentes catégories d'impact (midpoints) étudiées en ACV a permis de mettre en évidence qu'environ la moitié des indicateurs (85) pourrait caractériser des catégories d'impact de l'ACV (notamment « Land occupation » et « Ecotoxicity »). Ces indicateurs correspondent aux pressions « changement de l'habitat » et « pollutions ».

Les indicateurs recensés présentent différents niveaux de pertinence, selon que l'objectif de leur création était d'étudier ou non la biodiversité :

- La thématique biodiversité la plus pertinente est l'état de la biodiversité puisque 95% des indicateurs recensés sont très pertinents ;
- Parmi les pressions sur la biodiversité le « Changement de l'habitat » et les « Espèces invasives » sont plutôt fortement pertinents puisque 77% des indicateurs ont au moins une pertinence moyenne. Les trois autres pressions sur la biodiversité sont globalement faiblement pertinentes ;
- Enfin, il faut noter que tous les secteurs recensés ne comptent pas d'indicateurs pertinents pour chaque thématique biodiversité ni pour chaque catégorie d'impact de l'ACV ;

Ainsi, toutes les thématiques étudiées ne permettent pas de traiter la biodiversité de façon adéquate.

En intégrant les indicateurs généraux sur la biodiversité, il s'agit de la thématique « Etat de la biodiversité » qui est la plus étudiée puisqu'elle comptabilise le plus grand nombre d'indicateurs recensés. Concernant les pressions, ce sont le « Changement de l'habitat », les « Pollutions » et la « Surexploitation » qui sont les plus étudiées. La pression « Espèces invasives » présente peu d'indicateurs.

- **Le caractère indispensable de la spatialisation**

L'analyse bibliographique met en évidence l'importance cruciale de l'approche spatiale que ce soit dans l'ACV, l'évaluation des services écosystémiques ou des pressions sur la biodiversité. Les outils en cours de déploiement pour l'ACV permettront les analyses spatiales par la possibilité de les coupler à des SIG. Plus il y aura d'études locales d'indicateurs de la biodiversité, et de bases de données conséquentes, plus l'analyse géostatistique, le krigeage<sup>11</sup> notamment, permettra une robustesse et une légitimité des méthodologies de déploiement d'indicateurs d'impacts et a fortiori d'indicateurs de dommages pertinents de la biodiversité.

- **Schéma de synthèse de l'analyse bibliographique**

Le schéma ci-dessous synthétise l'état de l'art des indicateurs d'évaluation des impacts intermédiaires et des dommages sur les écosystèmes en ACV.

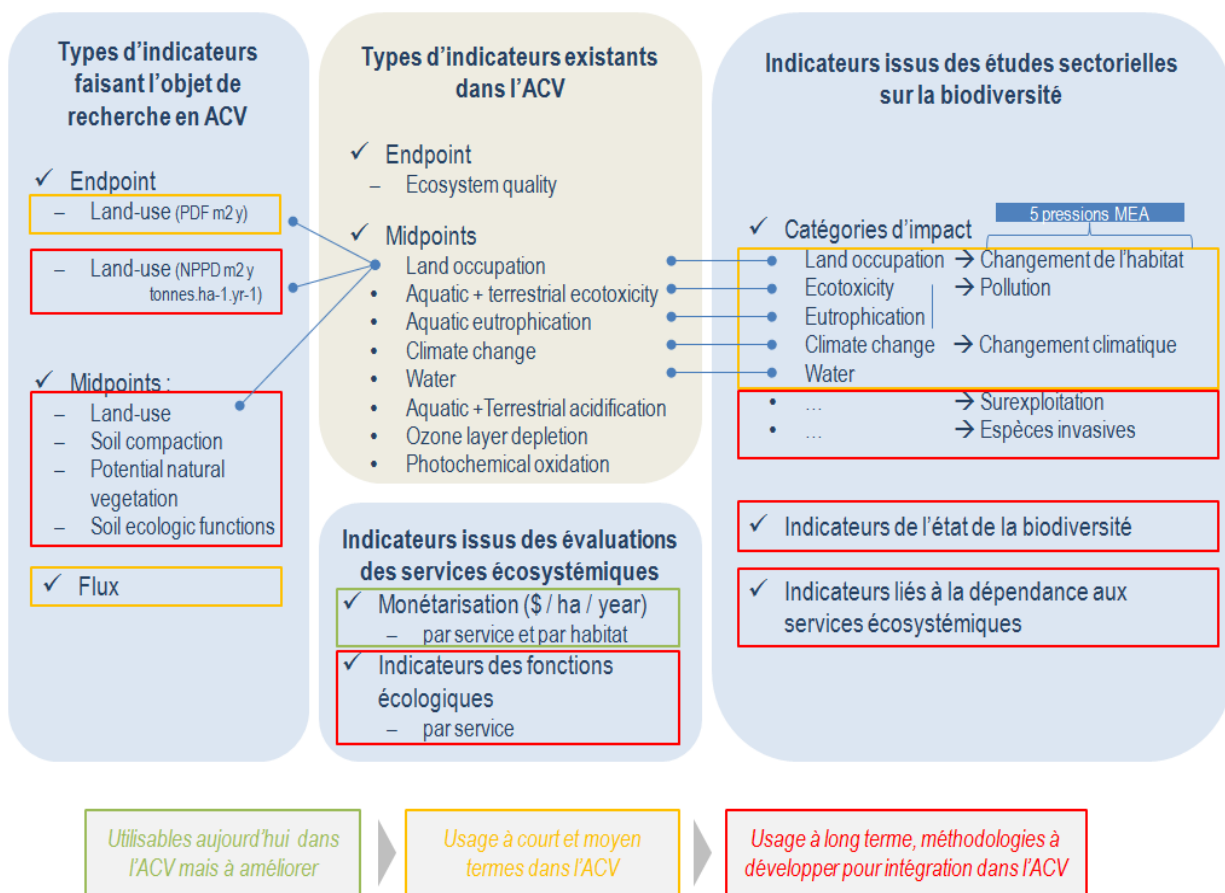


Figure 4 : Synthèse de l'analyse bibliographique

Ainsi, l'état de l'art des indicateurs a prouvé que l'ACV ne permet pas, actuellement, d'étudier l'ensemble des thématiques liées à la biodiversité. Mais, plusieurs pistes peuvent être mises en évidence :

- Les indicateurs existants dans les ACV pourraient être améliorés pour mieux intégrer les thématiques biodiversité;
- Les impacts traités en ACV pourraient être spatialisés, ce qui permettrait d'établir un lien entre les impacts et les écosystèmes impactés. Ces écosystèmes pourraient également être caractérisés en termes

<sup>11</sup> En géostatistique, le krigeage est la méthode d'estimation linéaire garantissant le minimum de variance.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

d'habitats, d'espèces et de fonctions écologiques, dans le but d'aller plus loin que le PDF dans la détermination des conséquences des impacts ;

- De nouveaux indicateurs pourraient être intégrés aux ACV afin de prendre en compte un maximum de pressions sur la biodiversité.

### 3 ETAPE 1 BIS : ETUDE DE CAS

#### 3.1 OBJECTIFS

L'objectif de cette étude de cas est de mettre en évidence les divergences potentielles entre les résultats, orientés biodiversité, issus de différentes méthodes utilisées en ACV et ceux issus d'une analyse biodiversité.

L'étude de cas porte sur trois énergies : 1 kWh de charbon, 1 kWh de gaz et 1 kWh de photovoltaïque. Le but est de déterminer d'une part dans quelle mesure une analyse ACV peut rendre compte des enjeux biodiversité lié à la production et l'utilisation de ces différentes énergies, et d'autre part de déterminer quels sont les enjeux biodiversité inhérents à ces sources d'énergie. Il sera alors possible de mettre en évidence quelles sont les thématiques biodiversité actuellement prises en compte par les ACV et celles qui ne le sont pas.

Ce chapitre correspond à une synthèse de l'étude de cas, dont la totalité est présentée en Annexe J.

#### 3.2 LE VOLET ACV DE L'ETUDE DE CAS

Les étapes du cycle de vie prises en compte pour l'étude de cas sont présentées dans le Tableau 16.

Tableau 16 : Les étapes du cycle de vie étudiées pour les trois sources d'énergie (volet ACV)

Charbon	Gaz naturel	Photovoltaïque
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extraction du charbon</li> <li>Acheminement et stockage du charbon</li> <li>Production d'électricité par combustion du charbon, prise en compte d'une partie de la centrale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extraction du gaz</li> <li>Acheminement du gaz</li> <li>Production d'électricité par combustion du gaz, prise en compte d'une partie de la centrale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Production d'électricité photovoltaïque, prise en compte d'une partie de la centrale photovoltaïque.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acheminement de l'électricité haute tension</li> <li>Transformation et acheminement de l'électricité moyenne tension</li> <li>Transformation et acheminement de l'électricité basse tension</li> </ul>		

L'ACV des trois sources d'énergie considérées a été modélisée sur le logiciel Simapro7 selon trois méthodes différentes : Eco-indicator99, Impact 2002+ et ReCiPe. Ces trois méthodes ont été sélectionnées car elles proposent des indicateurs inhérents à la qualité des écosystèmes.

Les trois méthodes diffèrent selon :

- **L'unité du endpoint caractérisant la biodiversité** : pour Eco-indicator 99 et Impact 2002+, il s'agit d'une unité en PDF\*m<sup>2</sup>\*yr et pour ReCiPe, l'unité est en Species.yr ;
- **Le nombre d'indicateurs midpoints pris en compte et les thématiques biodiversité auxquels ils correspondent** : Eco-indicator 99, Impact 2002+ et ReCiPe présentent respectivement trois, six et neuf indicateurs midpoints concernant les thématiques « Ecotoxicity », « Acidification/Eutrophication » et « Land use ». Le nombre d'indicateurs diffère selon que la méthode précise les impacts en termes d'écosystème impacté (terrestre ou aquatique) et précise l'utilisation du sol en termes d'occupation ou de transformation. Il est à noter que la méthode ReCiPe est la seule à étudier la thématique du changement climatique sur les écosystèmes ;
- **Le nombre de substances considérées pour le calcul des différents midpoints**, qui varie également selon les méthodes et influence les résultats. Le calcul à partir des différentes substances est permis grâce à des données génériques à l'échelle d'un pays.

Les méthodes utilisées en ACV présentent donc de grandes différences. Les résultats issus de ces trois méthodes sont donc difficilement comparables.

Ces différences entre les méthodes (illustrées par la Figure 5 pour le cas du charbon) se traduisent lors de la réalisation de l'étude de cas sur les trois sources énergétiques par :

- Des différences en termes d'étapes les plus impactantes : elles diffèrent selon les méthodes pour une même source énergétique ;
- Des différences en termes de thématiques biodiversité prédominantes pour chaque étape ou source d'énergie : par exemple, pour l'étape d'extraction du charbon, les méthodes Eco-indicator 99 et Impact 2002+ mettent en évidence l'importance de l'écotoxicité alors que ReCiPe met en évidence l'utilisation du sol.

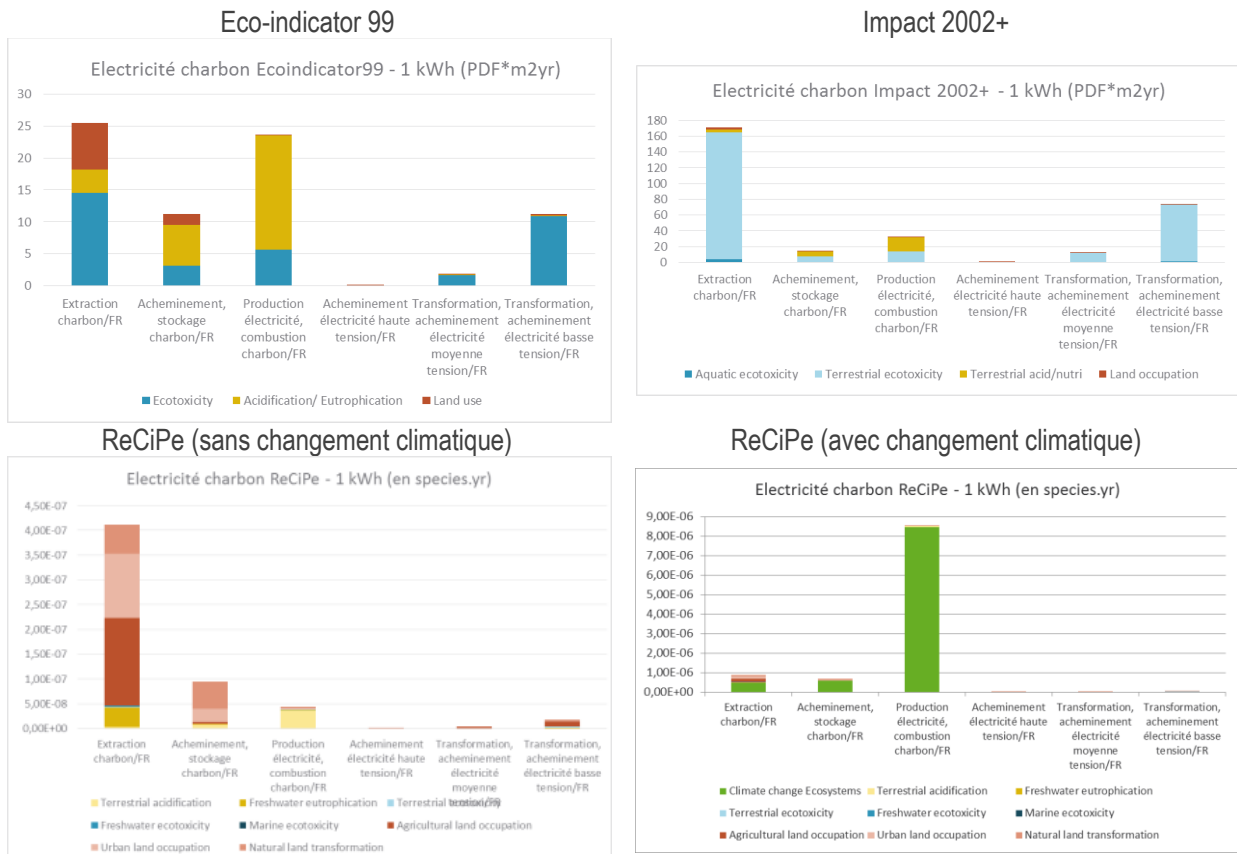


Figure 5 : Comparaison des résultats pour l'endpoint « Qualité de l'écosystème » selon les trois méthodes ACV pour un kWh charbon

Les méthodes ACV permettent également de mettre en évidence quelles substances sont responsables de l'écotoxicité ou de l'acidification/eutrophisation. Ainsi, l'extraction du charbon a un impact d'écotoxicité dû au nickel et la production d'électricité a un impact d'acidification et d'eutrophisation lié aux rejets d'oxydes de soufre et d'azote.

En conclusion, pour chacune des trois méthodes, le charbon apparaît comme étant la source d'énergie la plus impactante, et le gaz et le photovoltaïque présentent un niveau d'impact équivalent. Mais, pour une même source d'énergie, les thématiques biodiversité participant le plus à l'impact sont différentes (Figure 6 et Annexe J).

Eco-indicator 99

Impact 2002+

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

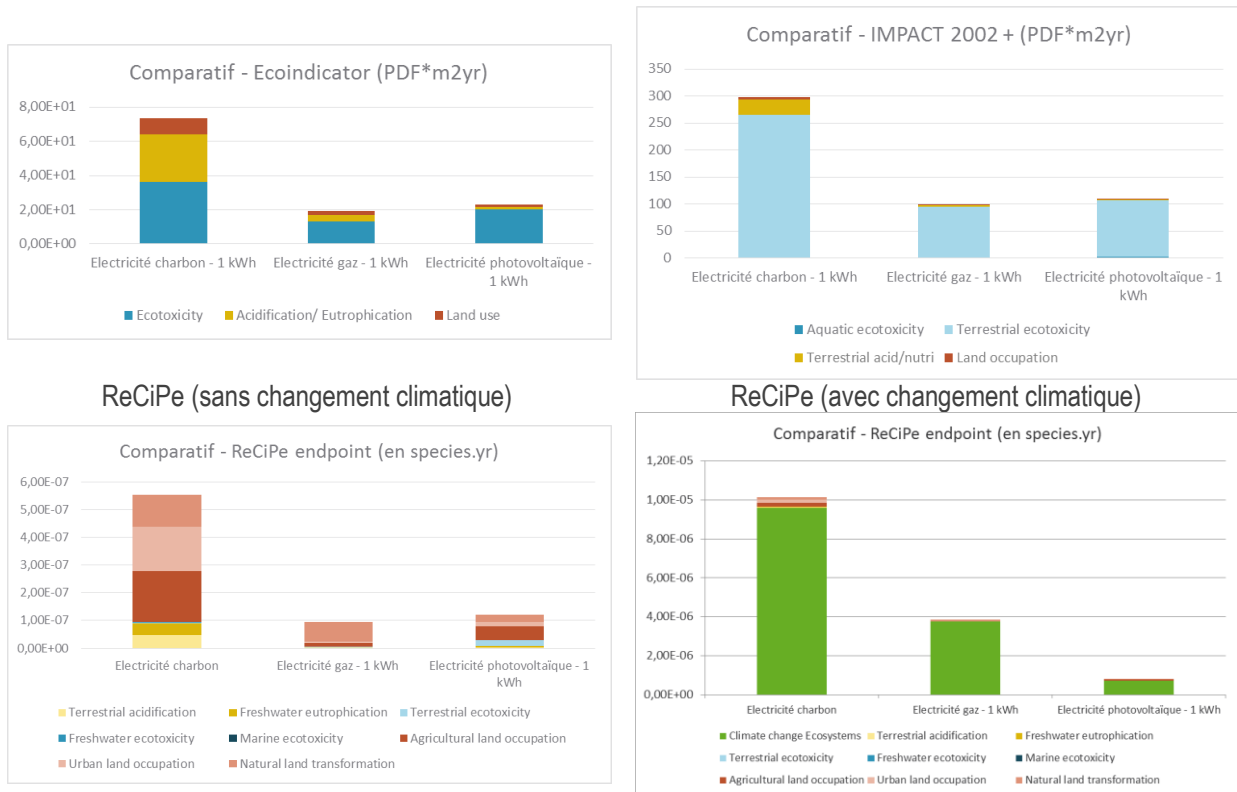


Figure 6 : Comparaison des résultats pour le endpoint "Qualité de l'écosystème" des trois sources d'énergie selon les trois méthodes ACV

Ainsi, l'étude de la modélisation de l'impact biodiversité par les méthodes ACV montre que celles-ci donnent des valeurs d'impact qui peuvent être expliquées mais qui diffèrent fortement selon les méthodes employées. Ces différences s'expliquent par différents facteurs présentés par le Tableau 17.

Tableau 17 : Analyse des forces et faiblesses des méthodes ACV

	Etude de la transformation des sols	Prise en compte changement climatique appliqué aux écosystèmes	Nombre de « substances » considérées		Différenciation des impacts par type d'écosystème	Facteurs d'agrégation	Spatialisation
<b>Eco-indicator 99</b> (unité : PDF*m <sup>2</sup> *yr)	• Oui	• Non	• Ecotoxicité 196	• Acidif./ eutrophisation 9	• Non	• Utilisation du facteur PAF peu précis	• Non
<b>IMPACT 2002 +</b> (unité : PDF*m <sup>2</sup> *yr)	• Non	• Non	• Ecotoxicité 2 589	• Acidif./ eutrophisation 7	• Terrestre / aquatique	• Non disponibilité des facteurs pour l'acidification/eutrophisation	• Possible avec la version Impact World +
<b>ReCiPe</b> (unité : species.yr)	• Oui	• Oui	• Ecotoxicité 26 752	• Acidif./ eutrophisation 20	• Terrestre / eau douce / marin	• Bonne précision des facteurs	• Non
			• Usage des sols 75				

Ce tableau illustre les forces et faiblesses des trois méthodes étudiées, selon six critères. La couleur verte indique un point fort pour la méthode et la couleur rouge, un point de faiblesse (l'absence de couleur traduit le fait que ce facteur ne constitue ni une force ni une faiblesse pour la méthode).

Si la méthode ReCiPe apparaît comme la plus pertinente, les deux autres méthodes présentent des points forts intéressants : Eco-indicator 99 permet une étude plus précise de l'usage des sols (puisque cette méthode a le plus grand nombre de substances étudiées pour cette thématique) et Impact world +, basé sur Impact 2002+, présente l'avantage de permettre la spatialisation des données.

Cependant, il est à noter que les méthodes de calcul des trois méthodes ACV employées ne sont pas disponibles dans leur intégralité de façon immédiate puisqu'il n'existe pas de guide exhaustif permettant une compréhension des méthodes de calcul de chaque midpoint, expliquant notamment les algorithmes développés dans le cadre de différents travaux de recherche.

### 3.3 LE VOLET BIODIVERSITE DE L'ETUDE DE CAS

Le volet biodiversité de l'étude de cas a consisté à déterminer les principaux impacts environnementaux et plus particulièrement ceux sur la biodiversité tout au long du cycle de vie des trois sources d'énergie. Il a été réalisé par l'intermédiaire d'une recherche bibliographique d'études spécifiques à la biodiversité. Les références bibliographiques utilisées sont précisées en Annexe J

Les étapes du cycle de vie prises en compte pour l'étude de cas sont présentées dans le Tableau 18.

Tableau 18 : Les étapes du cycle de vie étudiée pour les trois sources d'énergie (volet biodiversité)

Charbon	Gaz naturel	Photovoltaïque
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extraction du charbon</li> <li>Acheminement du charbon</li> <li>Production d'électricité par combustion du charbon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extraction du gaz</li> <li>Acheminement du gaz</li> <li>Production d'électricité par combustion du gaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extraction des matières premières</li> <li>Fabrication des panneaux</li> <li>Transport des panneaux</li> <li>Construction et exploitation des installations photovoltaïques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acheminement de l'électricité</li> </ul>		

Pour chacune des étapes du cycle de vie des trois sources énergétiques, les principaux impacts sont listés sous la forme d'une pression ou d'un sous-type de pression sur la biodiversité. A chaque impact est attribuée une note reflétant la prise en compte de cet impact par les méthodes ACV.

Les impacts sur la biodiversité, identifiés grâce à la bibliographie et à des exemples concrets, sont très précis. De plus, les conséquences sur la biodiversité sont détaillées en termes de conséquences sur le biotope (par sa destruction ou la modification de ses conditions physico-chimiques), la biocénose (destruction des populations d'espèces, déplacements de populations ou encore prolifération d'espèces invasives) et les fonctions écologiques, en les modifiant. Ces conséquences sont précisées jusqu'au niveau des groupes d'espèces impactées (chauves-souris, amphibiens, ...) et localisées géographiquement.

Les principales conclusions pour chaque source d'énergie sont les suivantes :

- Un kWh charbon a pour principaux impacts biodiversité, les impacts liés à l'étape d'extraction, c'est-à-dire la destruction des écosystèmes et leur pollution. Mais il y a aussi la production d'électricité qui participe à la pollution et sa distribution qui participe à la fragmentation des écosystèmes ;
- Un kWh gaz a pour principaux impacts ceux liés aux étapes d'extraction et de transport du gaz, c'est-à-dire la fragmentation des écosystèmes et leur pollution. La production d'électricité et sa distribution participent à polluer et fragmenter les écosystèmes ;
- Les principaux impacts d'un kWh photovoltaïque sont liés aux étapes d'extraction et de fabrication des panneaux, c'est-à-dire la destruction des écosystèmes et leur pollution. La distribution de l'électricité a les mêmes impacts que pour les deux autres sources d'énergie ;

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

- Des émissions de gaz à effet de serre ont également lieu à chaque étape du cycle de vie pour chacune des sources d'énergie. Ce type d'impact est donc récurrent pour les trois sources d'énergie.

Ces conclusions sont illustrées par la figure suivante : la couleur jaune représente un impact plutôt faible, orange pour un impact modéré et rouge pour un impact élevé.

	Charbon	Gaz		PV
Extraction mp	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destruction et pollution écosystèmes (terr. et aqua. : défrichage, drainage acide, déplacement communautés d'espèces, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destruction et pollution écosystèmes (emprise relativement restreinte)</li> </ul>	Extraction mp panneaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destruction et pollution écosystèmes (terr. et aqua. : défrichage, drainage acide, déplacement communautés d'espèces, modif. hydrologie, etc.)</li> </ul>
			Fabrication panneaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pollution (produits chimiques, etc.)</li> </ul>
Acheminement mp	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transport rail route voie d'eau (fragmentation, perturbation d'espèces + espèces invasives)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transport pipe (fragmentation + espèces invasives)</li> </ul>	Transport panneaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transport route (fragmentation, perturbation d'espèces + espèces invasives)</li> </ul>
Production élec.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvement + pollution de l'eau et air (oxydes d'azote, cendres, etc.) + émissions de GES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvement + pollution de l'eau et air (oxydes d'azotes, etc.) + émissions de GES</li> </ul>	Construction et exploitation installations	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potentiellement si panneaux au sol (modif. habitats, mimétisme, etc.)</li> </ul>
Acheminement élec.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrastructures transport d'électricité (fragmentation et perturbation d'espèces, dont faune aviaire + espèces invasives)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrastructures transport d'électricité (fragmentation et perturbation d'espèces, dont faune aviaire + espèces invasives)</li> </ul>	Acheminement élec.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrastructures transport d'électricité (fragmentation et perturbation d'espèces, dont faune aviaire + espèces invasives)</li> </ul>

Figure 7 : Synthèse des résultats du volet biodiversité pour les trois sources d'énergie

Pour l'ensemble des impacts identifiés, une grande partie n'est pas étudiée par les méthodes ACV. C'est le cas des sous-types de pression « fragmentation » et « perturbations » et de la pression « Espèces invasives ». En revanche, les « Pollutions » sont plutôt bien traitées, tout comme « l'occupation du sol ». La « transformation de l'occupation du sol » est moyennement traitée par les méthodes ACV puisqu'elles ne permettent pas, par exemple, de préciser les conséquences sur les espèces présentes. Quant à la surexploitation des ressources en eau, celle-ci n'est pas étudiée en tant que facteur influençant la qualité des écosystèmes, mais elle pourrait aisément être caractérisée.

### 3.4 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DE CAS

Le Tableau 19 résume la prise en compte des thématiques biodiversité par les méthodes ACV.

Certains sous-types de pression sont considérés comme « Non applicable » puisque le cas étudié ne concerne pas ces éléments. C'est par exemple le cas de la surexploitation des espèces menacées, de la diversité génétique et de la diversité spécifique, car la production énergétique ne nécessite pas l'exploitation d'espèces.

Tableau 19 : Tableau précisant la prise en compte de la biodiversité par les méthodes ACV

Pression	Sous-type de pression	Prise en compte par les méthodes ACV
Changement de l'habitat	Occupation du sol	✓
	Transformation de l'occupation des sols	✓
	Fragmentation	
	Perturbations	
	Protection des habitats et de la biodiversité	
Espèces invasives	Introduction d'espèces invasives	
	Utilisation de moyens de dispersion des espèces invasives	
Surexploitation	Prélèvement et consommation d'eau	✓
	Espèces menacées	Non applicable
	Participation à la diversité spécifique	Non applicable
	Participation à la diversité génétique	Non applicable
	Utilisation durable des ressources naturelles	Non applicable
Pollutions	Pollution des masses d'eau	✓
	Pollution des sols	✓
	Pollution atmosphérique	✓
	Eutrophisation / Acidification	✓
	Emission de déchets et polluants	
Changement climatique	Emissions de GES	✓

Le tableau met en évidence que les méthodes ACV ne prennent en compte qu'un nombre limité de sous-types de pression sur la biodiversité. En effet, quatre des cinq pressions sur la biodiversité sont plus ou moins traitées (seules les espèces invasives ne sont pas du tout traitées). Les pollutions ainsi qu'une partie du changement de l'habitat sont les pressions les mieux étudiées. Les sous-types de pression non pris en compte par les méthodes ACV sont néanmoins très importants dans le cadre de cette étude de cas, comme le soulignent les études biodiversité. C'est notamment le cas de la fragmentation et des perturbations des habitats.

En conclusion sur cette étude de cas, il apparaît que :

- **Les méthodes ACV sont précises pour les impacts liés aux pressions « Changement de l'habitat » et « Pollutions » puisqu'elles sont capables de préciser quelles substances participent à quel sous-type de pression sur la biodiversité (écotoxicologie et acidification/eutrophisation). Même si ces substances n'ont pas été clairement citées dans la partie biodiversité, leurs impacts ont été mis en évidence ;**
- **Les méthodes ACV permettent d'obtenir une analyse chiffrée des impacts (qui divergent selon la méthode exploitée), même si les chiffres ne correspondent pas forcément à des données réelles spécifiques à un site, mais plutôt à des données génériques généralement données par pays. L'ACV permet aussi de comparer et de hiérarchiser plusieurs solutions, plus facilement que les études biodiversité ;**
- **Les études biodiversité sont plus complètes que les méthodes ACV en termes de conséquences sur les écosystèmes impactés. En effet, elles permettent de caractériser précisément l'habitat impacté ainsi que les espèces impactées, alors que les méthodes ACV ne prennent en compte les conséquences que par l'intermédiaire d'un indicateur du genre PDF (Potentially Disappeared Fraction of species), réducteur de l'ensemble des conséquences potentielles.**

Ainsi, l'étude de cas semble conforter l'analyse bibliographique en montrant que les méthodes ACV ne permettent pas, actuellement, d'étudier l'ensemble des thématiques liées à la biodiversité. En effet, conformément à la synthèse de l'état de l'art des indicateurs, ce sont les pressions « Changement de l'habitat » et les « Pollutions » qui sont les mieux traitées par les ACV. Les aspects de la biodiversité liés aux autres pressions et sous-types de pression non pris en compte sont donc à étudier, approfondir et développer pour pouvoir à terme obtenir une « ACV biodiversité + ».

Enfin, même si l'ACV pourrait approfondir l'étude des différentes pressions sur la biodiversité, elle ne permettrait que de quantifier des impacts potentiels sur les écosystèmes. L'étude exhaustive et précise des dommages sur l'ensemble des composantes de la biodiversité et des écosystèmes ainsi que les enjeux associés ne sembleraient pas pouvoir être traités par des méthodes et outils tels que les ACV.

## 4 ETAPE 2 : PISTES POUR UNE MEILLEURE PRISE EN COMPTE DE LA BIODIVERSITE DANS LES METHODES ACV

---

- **Les enjeux d'une meilleure prise en compte de la biodiversité par les méthodes ACV**

Après avoir réalisé l'état de l'art sur les méthodes ACV existantes et l'ensemble des indicateurs actuellement disponibles, l'objectif de cette deuxième partie est de formuler des recommandations sur l'intégration de l'impact sur la biodiversité dans l'ACV et d'identifier les besoins de développements méthodologiques.

Les propositions abordent quatre thématiques centrales :

- Comment utiliser les données et méthodes actuelles de l'ACV pour traiter partiellement la problématique biodiversité et permettre de répondre à certains objectifs ?
- Comment faire évoluer globalement les méthodes biodiversité pour leur permettre d'augmenter la couverture de la problématique biodiversité (méthode « ACV biodiversité + ») ?
- Un des points durs d'ores et déjà identifié étant la spatialisation et la temporalité des impacts biodiversité, comment développer des outils et méthodes permettant d'adresser ce point dur ?
- Enfin, comment développer une méthodologie et des outils qui permettent de catégoriser l'ampleur des impacts biodiversité le long de la chaîne de valeur, afin d'éviter les effets « moyennisants » et d'intégrer dans une « ACV biodiversité + » les impacts majeurs de certains sites industriels ?

Plusieurs réserves méritent d'être formulées en introduction de cette étape :

- Les ambitions de cette étape ne sont pas de proposer des outils et méthodes immédiatement opérationnels pour réaliser une « ACV biodiversité + », c'est-à-dire une ACV prenant mieux en compte les thématiques biodiversité, mais plutôt de proposer des pistes de réflexion pouvant aboutir à la mise en place de futures études ou programmes de recherche. Les pistes proposées sont d'ailleurs accompagnées d'horizons temporels permettant d'identifier celles qui seront potentiellement mises en œuvre à court, moyen ou long terme.
- **Une « ACV biodiversité + » ne pourra donner que des informations sur un état de santé écologique qui ne constitue pas une représentation fidèle de la réalité des écosystèmes des sites étudiés.** La logique est celle d'une extrapolation de la réalité à partir de divers indicateurs.
- **Une « ACV biodiversité + » n'a pas vocation à remplacer une étude d'impact réalisée sur site,** permettant d'identifier précisément les habitats et espèces à enjeux, les impacts actuels et futurs et leurs conséquences sur les écosystèmes. Les ACV pourront donner des indications sur les impacts potentiels d'un produit (ou service) sur la biodiversité.
- Cette étude a été réalisée en tenant particulièrement compte des spécificités des secteurs d'activité de type industriels ou infrastructures. Ainsi, certains aspects ont été plus développés que d'autres : c'est le cas des impacts sur la biodiversité par rapport aux problématiques de dépendances aux services écosystémiques.

- **Les pistes proposées pour une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les méthodes ACV**

La Figure 8 schématise l'impact d'une activité sur la biodiversité. La biodiversité est représentée par les écosystèmes, constitués d'habitats, d'espèces et d'un ensemble de services écosystémiques.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

L'impact de l'activité sur la biodiversité est défini selon deux visions : la vision réelle représentée par les cinq pressions qu'exercent les entreprises sur la biodiversité et celle prise en compte par les méthodes ACV (selon un ensemble de flux, d'indicateurs midpoints et de dommages endpoints).

Cette Figure 8 propose également les cinq pistes de travail permettant une meilleure prise en compte de la biodiversité par les méthodes ACV.

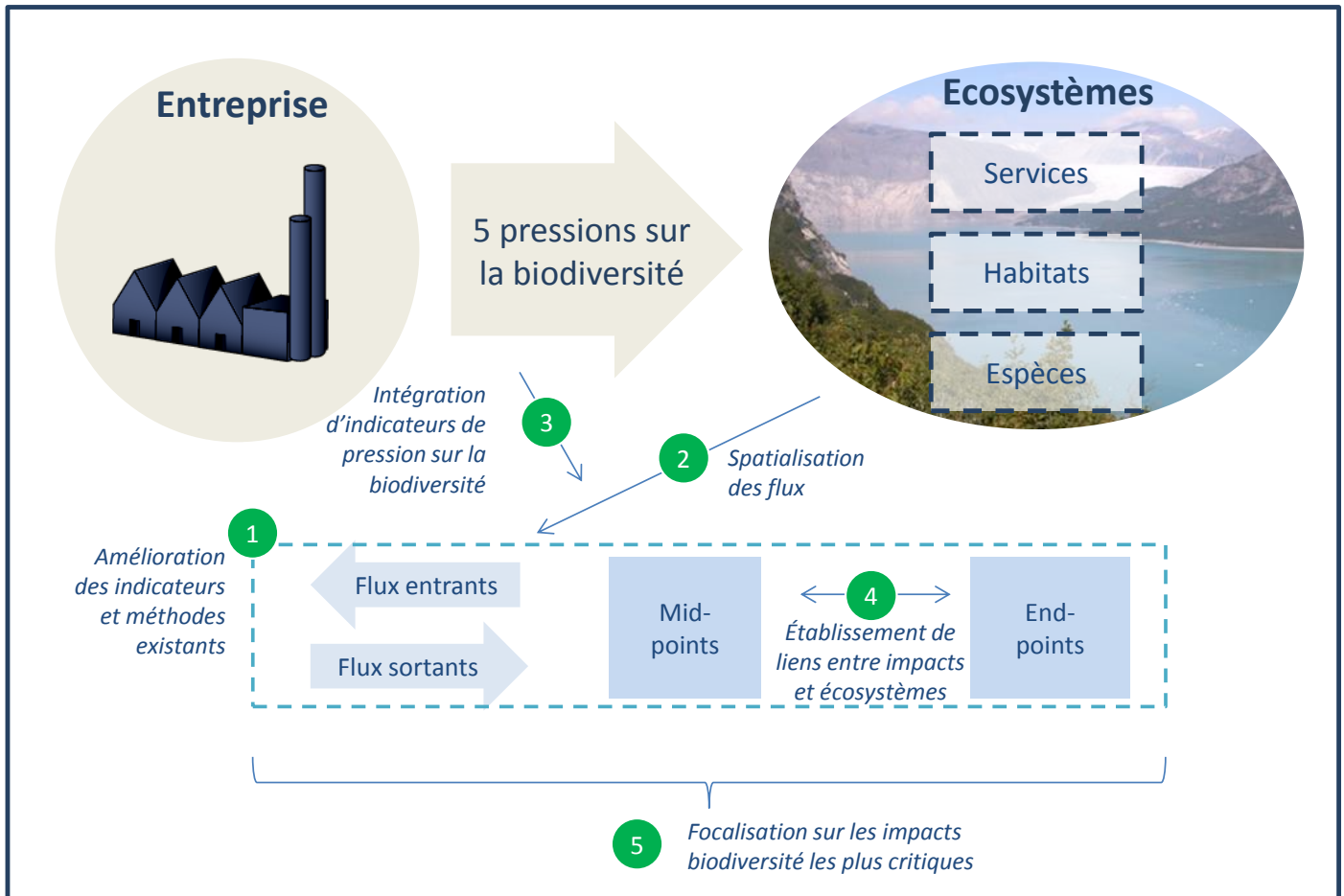


Figure 8 : Schématisation des impacts d'une activité sur la biodiversité et illustration des pistes de travail pour l'étape 2

NB : ce schéma a fait l'objet d'échanges avec plusieurs experts externes au projet :

- **Romain Julliard**, maître de conférences du **Muséum National d'Histoire Naturelle**, Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité, UMR Conservation des espèces, restauration et suivi des populations
- **Matthieu Thune**, chargé de mission « entreprises et biodiversité » à l'**Union Internationale pour la Conservation de la Nature**

Chacune de ces pistes sera détaillée selon deux à trois approches et accompagnée d'éléments de compréhension :

- un résumé de la piste étudiée ;
- ses objectifs ;
- la définition de son intérêt/enjeu pour une « ACV biodiversité + » ;

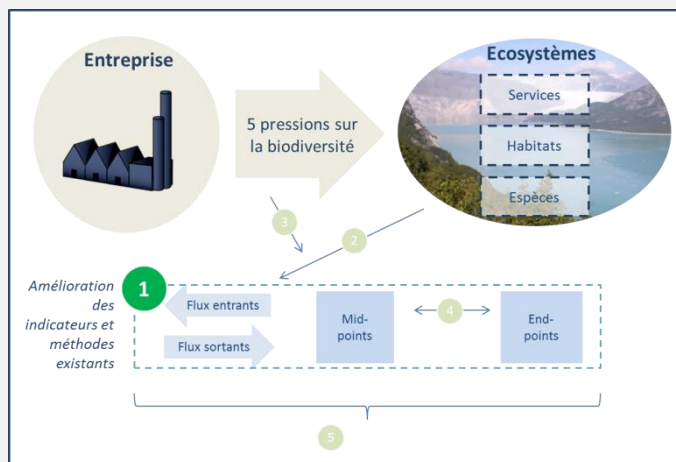
« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

- la détermination des questions clés permettant de préciser chaque piste (ces questions concernent : les éléments à améliorer, les sources disponibles et la manière d'intégrer les améliorations dans l'ACV).;
- la détermination des verrous potentiels pour leur mise en œuvre et les moyens de surmonter ces verrous ;
- l'estimation de l'horizon de mise en œuvre de chaque piste (en fonction de sa complexité, du risque de non-aboutissement, de la durée de développement, ...). Trois horizons de temps ont été définis : court terme (1 à 3 ans), moyen terme (3 à 6 ans) et long terme (6 à 9 ans).

Il est à noter que certaines pistes sont liées entre elles, c'est-à-dire que la réalisation d'une piste ou approche pourrait nécessiter la mise en œuvre de tout ou partie d'une autre piste ou approche.

NB : plusieurs innovations méthodologiques sont détaillées dans certaines pistes, elles sont présentées à titre d'illustration et pourront faire l'objet d'approfondissements et de développements par des équipes de recherche si leur intérêt est validé.

#### 4.1 PISTE 1 : AMELIORATION DES INDICATEURS ET METHODES EXISTANTS



##### Les questions-clés :

- Quelle sont les améliorations à apporter ?
- Quels sont les indicateurs concernés par les améliorations ?
- Quelles sont les sources de travaux permettant d'aboutir à ces améliorations ?
- Comment intégrer les améliorations dans les ACV ?

##### Les approches proposées :

Approche A	Approche B	Approche C
Amélioration des facteurs d'agrégation pour l'indicateur PDF	Amélioration des indicateurs land use et land use change	Amélioration du coefficient PDF

##### 4.1.1 OBJECTIFS

Cette piste a pour vocation d'évaluer l'ampleur des améliorations à apporter aux indicateurs et méthodes ACV existantes pour leur asseoir une légitimité et une robustesse dans l'évaluation des impacts et dommages sur la biodiversité.

##### 4.1.2 INTERET

L'amélioration des indicateurs existants permettrait une utilisation quasi immédiate des outils d'ACV existants et de corréler en même temps la problématique biodiversité aux autres types d'impacts et de dommages, tels la santé humaine ou les ressources non renouvelables.

##### 4.1.3 QUESTIONS-CLES

Les questions-clés pour cette piste et leurs objectifs sont les suivants :

1. **Quelles sont les améliorations à apporter ?**

Au vu de l'état de l'art effectué lors de l'Etape 1, il s'agit d'identifier les améliorations qui pourraient être apportées aux méthodes ACV existantes pour mieux intégrer la problématique biodiversité.

**2. Quels sont les indicateurs concernés par les améliorations ?**

Une fois les pistes d'amélioration listées, il s'agit de déterminer comment les indicateurs doivent être modifiés, complétés, afin de mener à bien ces améliorations.

**3. Quelles sont les sources de travaux permettant d'aboutir à ces améliorations ?**

La bibliographie compulsée en Etape 1 permet de pointer des clés de développement potentiel pour ces améliorations.

**4. Comment intégrer les améliorations dans les ACV ?**

Il s'agit notamment de connaître le niveau de développement méthodologique et le volume de données à intégrer dans les bases de données ACV.

• **APPROCHE A : AMELIORATION DES FACTEURS D'AGREGATION POUR L'INDICATEUR PDF**

<b>1. Quelles sont les améliorations à apporter ?</b>
Cette première piste d'amélioration concerne les facteurs d'agrégation, c'est à dire les coefficients qui permettent d'obtenir un indicateur endpoint à partir d'un panel d'indicateurs midpoints, traduits sous la même unité.
<b>2. Quels sont les indicateurs concernés par les améliorations ?</b>
L'étape 1 et l'étude de cas ont permis de constater que des précisions pourraient être apportées quant à l'agrégation des indicateurs midpoints afin d'aboutir à une estimation plus pertinente du dommage final sur les écosystèmes. Ceux-ci sont aujourd'hui établis à dire d'experts. Il serait plus objectif de définir un protocole universel pour aboutir à un consensus sur la détermination de ces coefficients, qui apportera dans tous les cas un gage de crédibilité.  Certains de ces facteurs d'agrégation ne sont toujours pas disponibles. En l'occurrence pour la méthode Impact 2002+ les facteurs suivants sont manquants : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidification de l'eau: x PDF m2 y / kg SO<sub>2</sub> eq</li> <li>• Eutrophisation de l'eau: y PDF m2 y / kg PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>eq</li> </ul>
<b>3. Quelles sont les sources de travaux permettant d'aboutir à ces améliorations ?</b>
Les sources de travaux pertinents pourraient être : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les travaux de l'UNEP/SETAC en général ;</li> <li>• Les travaux de l'EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne) concernant la méthode Impact 2002+.</li> </ul>
<b>4. Comment intégrer les améliorations dans les ACV ?</b>
L'approche proposée est intégrable immédiatement car il s'agit du même format méthodologique ACV que ce qui existe actuellement.

Cette approche implique une mise en œuvre à **court terme**.

• **APPROCHE B : AMELIORATION DES INDICATEURS LAND USE ET LAND USE CHANGE**

**1. Quelles sont les améliorations à apporter ?**

Certaines publications vues à l'étape 1 sont dédiées à l'amélioration des indicateurs land use et land use change, ceux-ci étant présentés dans ces travaux comme pertinents pour répondre à la problématique de la biodiversité dans l'ACV. En effet, l'indicateur land use traduit un impact sur les écosystèmes sur le long terme et l'indicateur land use change traduit un impact ponctuel pouvant radicalement transformer les écosystèmes et les services écosystémiques associés (tels que le stockage de carbone). Ces indicateurs permettent donc de prendre en compte la dimension temporelle des impacts liés aux usages des sols.

Cette approche est pertinente avec les méthodes ACV dont un des objectifs est d'apporter une dimension comparative. Dans le cas de deux indicateurs étudiés, il sera possible de comparer les impacts liés à une transformation de l'occupation des sols, en termes de modifications des composantes écologiques associées aux usages des sols.

**2. Quels sont les indicateurs concernés par les améliorations ?**

Il s'agit d'affiner la caractérisation des sols utilisés (occupés et/ou transformés), par la création de plusieurs midpoints représentatifs de la qualité structurelle et fonctionnelle des sols :

- Soil fertility : ce midpoint permet d'apprécier le potentiel de fertilité d'un sol, il est représenté par l'indicateur « Cation exchange capacity » (CEC) ;
- Soil structure : la structure d'un sol, qui permet de juger de sa qualité mécanique, est déterminée par les indicateurs Soil organic matter (SOM) et Soil compaction (Infiltration rate) ;
- Biomass production : le potentiel de production végétale est suivi par les indicateurs Free net primary production (fNPP) et Total above ground biomass (TAB) ;
- Vegetation structure : ce midpoint consiste en une mesure du couvert végétal grâce à l'indicateur Leaf area index (LAI) ;
- On-site water balance : le potentiel d'équilibre hydrique est déterminé par les indicateurs Evapotranspiration (ET) et Soil cover (SC).

Pour chaque midpoint, trois degrés de performance sont possibles.

Ces indicateurs permettraient, par exemple, de mieux caractériser les sols occupés par les entreprises, mais également les sols faisant l'objet de potentiels projets ou les sols recevant différents types de rejets. Ils traduisent également, d'une certaine manière, l'état des fonctions écologiques liées au sol.

Cependant, il est à noter qu'il ne serait pas possible de quantifier la modification de chacun de ces indicateurs suite à la transformation des sols.

En application, à chaque type d'occupation des sols (qui pourra être spatialisé pour plus de précision) seront attribuées différentes notes traduisant les indicateurs précédemment cités. L'établissement de règles déterminant les conditions nécessaires à la détermination d'un bon état de la composante écologique sol sera nécessaire pour hiérarchiser l'intérêt, du point de vue biodiversité, de différentes occupations du sol. Cette hiérarchisation pourrait servir dans un contexte de prise de décision afin de sélectionner l'endroit sur lequel auront lieu les activités et impacts potentiels de l'entreprise.

**3. Quelles sont les sources de travaux permettant d'aboutir à ces améliorations ?**

Les sources de travaux pertinents pourraient être :

- Travaux de l'UNEP/SETAC concernant l'indicateur Land Use et son potentiel à représenter les dommages sur la biodiversité en ACV

**4. Comment intégrer les améliorations dans les ACV ?**

L'intégration de cette amélioration dans les ACV se ferait par l'élargissement des bases de données : les

données devraient être multipliées par 15 (5 midpoints d'amélioration et 3 niveaux de performance par midpoint).

Cette approche peut être envisagée à **moyen terme**.

- **APPROCHE C : AMELIORATION DU COEFFICIENT PDF**

### 1. Quelles sont les améliorations à apporter ?

Au regard de l'analyse des indicateurs issus des travaux de l'ACV en étape 1, le coefficient PDF (*Potentially Disappeared Fraction of species*), couplé à un usage des sols est jugé comme très pertinent dans son emploi.

### 2. Quels sont les indicateurs concernés par les améliorations ?

Cette approche consiste en une meilleure intégration du « vivant », en améliorant le coefficient PDF par le nombre de scénarios d'usage des sols considéré et en le couplant avec la relation aire-espèce :

- Le coefficient PDF peut être amélioré en prenant en compte un plus grand nombre de groupes taxonomiques (aujourd'hui seules les plantes vasculaires sont considérées) et en évaluant plus précisément les effets de substances acidifiantes, eutrophisantes ou toxicologiques. Et ce, dans différents scénarios d'usage des sols et dans différents écosystèmes.

- La relation aire-espèce :  $S = c \cdot A^z$

S=Nombre d'espèces, c=Richesse en espèces, A= Aire, z= Accumulation d'espèces

c et z sont des constantes qui dépendent de la situation géographique et du groupe taxonomique. Ces constantes sont aujourd'hui en nombre insuffisant, et doivent être déterminées sur le terrain groupe par groupe, région par région.

La prise en compte de ces deux améliorations du coefficient PDF permettra :

- D'obtenir une estimation plus juste des impacts sur les espèces (puisque qu'un plus grand panel d'espèces sera pris en compte) ;
- D'estimer de façon plus adéquate la perte en espèce relativement à la surface impactée.

Cette approche nécessite des modèles de spatialisation, tels que Globio3 ou CORINE+. Ceux-ci permettent d'obtenir des informations à l'échelle des pays et régions, à partir d'études réalisées à une échelle locale puis compilées. Cette question de la spatialisation est étudiée à la Piste 2.

### 3. Quelles sont les sources de travaux permettant d'aboutir à ces améliorations ?

Les sources de travaux pertinents pourraient être :

- Travaux de l'UNEP/SETAC concernant le coefficient PDF;
- Travaux de PRé consultants concernant les outils de l'ACV.

### 4. Comment intégrer les améliorations dans les ACV ?

L'intégration des améliorations de cette approche dans les ACV se ferait par le développement d'algorithmes et le couplage des améliorations avec des outils et bases de données pertinentes existantes (Globio3, INVEST...).

Selon la vitesse d'harmonisation des études et la mise à disposition des données, un horizon de mise en œuvre à **long terme** est à envisager.

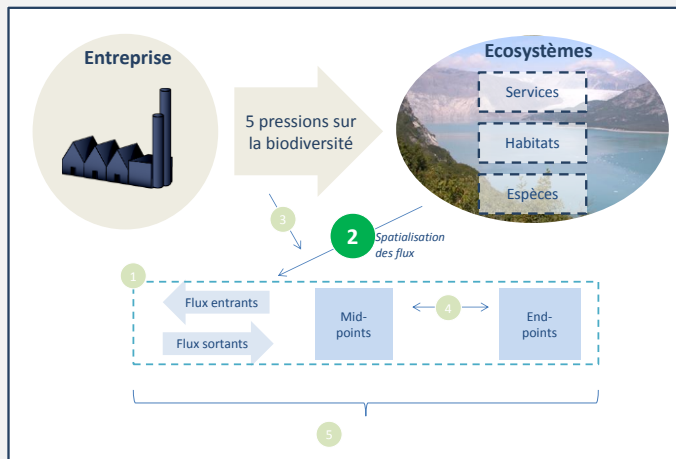
#### 4.1.4 VERROUS POTENTIELS

Si l'approche A ne montre pas de difficulté particulière quant à son exécution, la mise à disposition des facteurs d'agrégation de l'acidification et eutrophisation de l'eau dans la méthode Impact 2002+ sera bientôt effective, les deux autres approches impliquent un développement méthodologique et la création de bases de données conséquentes.

Ces développements et études nécessitent un travail collégial exigeant et une bonne coordination des parties prenantes.

## 4.2 PISTE 2 : SPATIALISATION DES FLUX

### 4.2.1 RESUME



#### Les questions-clés :

- Quelle est la problématique spatiale ?
- Comment aborder la problématique ?
- Quelles sont les sources de données ?
- Comment intégrer la spatialisation dans les ACV ?

#### Les approches proposées :

Approche A	Approche B	Approche C
Définition des échelles pertinentes	Couplage SIG et ACV	Méthode de travail sur les différentes échelles

### 4.2.2 OBJECTIFS

Il s'agit d'estimer comment les flux élémentaires nécessaires à l'analyse du cycle de vie peuvent être analysés en considérant à la fois les problématiques « multi-étapes » de l'ACV et la biodiversité.

### 4.2.3 INTERET

Pour mener à bien une ACV, l'inventaire des flux est une étape cruciale dans l'évaluation. Du fait de l'intégration des flux entrants et sortants de la biodiversité, la notion de spatialisation de ces flux est déterminante dans la qualité de l'analyse. De plus, cette notion de spatialisation pourra permettre une meilleure caractérisation des surfaces potentiellement impactées par les activités des entreprises.

#### 4.2.4 QUESTIONS-CLES

Les questions-clés pour cette piste et leurs objectifs sont les suivants :

1. **Quelle est la problématique spatiale ?**  
Il s'agit de déterminer la façon dont la spatialisation est abordée : les échelles étudiées, les données à collecter à chacune des échelles, etc.
2. **Comment aborder la problématique ?**  
Il s'agit de donner des éléments de réflexion sur ce qui est à mettre en œuvre pour spatialiser les données dans les méthodes ACV.
3. **Quelles sont les sources de données ?**  
Il s'agit de déterminer quelles sont les sources de données ainsi que les structures pouvant les fournir.
4. **Comment intégrer la spatialisation dans les ACV ?**  
Il s'agit notamment de connaître le volume de données à intégrer dans les bases de données ACV.

#### • APPROCHE A : DEFINITION DES ECHELLES PERTINENTES

1. Quelle est la problématique spatiale ?																																																			
<p>Il s'agit de définir une échelle spatiale, par étape du cycle de vie et par niveau dans la chaîne de valeur permettant d'appréhender les flux entrants et sortants de biodiversité. Cela afin de trouver un compromis entre la précision de la spatialisation, et donc le volume de données associé à cette précision, et le temps à passer pour l'obtention des données nécessaires au calcul des indicateurs. Il est à noter que cette problématique d'obtention de données spatialisées est globale à l'ACV, pas seulement pour le traitement de la biodiversité.</p>																																																			
2. Comment aborder la problématique ?																																																			
<p>Etant donnée l'appréhension différente de l'espace selon les étapes du cycle de vie, il convient de définir différentes échelles pour traiter le sujet de la biodiversité : pour simplifier on pourrait en considérer deux : le pays (qui peut être affiné à une région dans le cas de pays particulièrement vastes) et le site, en fonction de la précision des données disponibles.</p> <p>Le tableau ci-dessous propose une illustration pour la définition des échelles pertinentes selon la chaîne de valeur (fournisseurs de rang 1, 2 et 3 / site propre de l'entreprise / clients de rang 1 et 2<sup>12</sup>) et selon les étapes du cycle de vie. A chaque couple étape du cycle de vie et chaîne de valeur, différents cas sont possibles : spatialisation des flux selon l'échelle site, selon l'échelle pays ou pas de spatialisation (dans le cas où les impacts sont considérés comme moins importants ou si les données ne sont pas disponibles).</p>																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="6">Chaîne de valeur</th> </tr> <tr> <th>-3</th> <th>-2</th> <th>-1</th> <th>0</th> <th>+1</th> <th>+2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="5">Principales natures des étapes du cycle de vie</th> <td>Extraction mp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Transformation</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Transport</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Utilisation</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fin de vie</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Chaîne de valeur						-3	-2	-1	0	+1	+2	Principales natures des étapes du cycle de vie	Extraction mp							Transformation							Transport							Utilisation							Fin de vie						
				Chaîne de valeur																																															
		-3	-2	-1	0	+1	+2																																												
Principales natures des étapes du cycle de vie	Extraction mp																																																		
	Transformation																																																		
	Transport																																																		
	Utilisation																																																		
	Fin de vie																																																		
3. Quelles sont les sources de données ?																																																			
<p>Il n'y a pas de données nécessaires pour cette approche purement « méthodologique ».</p>																																																			

<sup>12</sup> Rang -3 = fournisseur de rang 3 ; Rang 2 .... ; Rang 0 = niveau de l'entreprise concernée ; Rang 1 = client direct (ex : vente B2B) ; Rang 2 = client final.

#### 4. Comment intégrer la spatialisation dans les ACV ?

La spatialisation au niveau pays et site implique un niveau de détail supérieur et donc l'ajout de lignes de calcul (on ne considérera plus un flux entrant de 100 tonnes d'aluminium mais plusieurs flux de X tonnes d'aluminium « tracées » par pays ou par site).

Cette approche pourrait être mise en place à **court terme** .

#### • APPROCHE B : COUPLAGE SIG ET ACV

##### 1. Quelle est la problématique spatiale ?

Il s'agit d'intégrer les données de flux dans un Système d'Information Géographique (SIG) et de coupler ce dernier avec les outils ACV.

##### 2. Comment répondre à la problématique ?

L'usage de SIG permettrait de moduler l'échelle spatiale à considérer, selon les spécificités du produit étudié, pour modéliser les flux entrants et sortants de la biodiversité. Ces SIG permettent également de consolider les flux et de réaliser des études géostatistiques sur ceux-ci (pour une ou plusieurs étapes du cycle de vie). Ils pourraient consolider les outils et bases de données disponibles concernant l'occupation des sols (CORINE+, IBAT, FRA2010, Globio 3...) puisqu'il s'agit d'avoir à disposition le maximum d'informations.

Un couplage de ces SIG avec les outils traditionnels de l'ACV permettrait donc des modulations et des affinages des évaluations d'impacts en ACV ainsi que la concrétisation de la spatialisation des flux.

A titre d'exemple, une application possible est le couplage avec la base de données Corine Land Cover, qui permet d'obtenir l'information sur l'occupation des sols de 38 états européens à une précision de 1/100 000ème. L'intérêt pour un acteur industriel est d'identifier les occupations du sol sur un site (correspondant à la zone de travail pour l'activité d'une entreprise), mais aussi en dehors (dans le cas de zones de rejets de l'activité du site). Ainsi, les surfaces potentiellement impactées par les différents flux relatifs au produit et à l'activité pourront être caractérisées.

Il est également envisageable que la caractérisation des surfaces affectées par l'activité d'un site puisse rendre compte de la présence d'habitats ou espèces remarquables, d'espèces protégées, ou encore du statut des espaces protégés ou du statut de conservation des écosystèmes (tel que défini par l'UICN). L'acquisition de tout type de données spatialisées, valables dans le monde entier, permettrait d'obtenir des résultats ACV plus proches de la réalité des écosystèmes.

##### 3. Quelles sont les sources de données ?

Les données seront issues des Inventaires en Cycle de Vie (ICV) classiques ainsi que du géoréférencement permettant l'attribution de coordonnées géographiques à une image. Cette image est bien souvent une photographie aérienne visant à localiser les activités de l'entreprise.

Les données pourront également provenir de diverses bases de données existantes ou à venir, jugées intéressantes en termes de contenu pour l'évaluation de la biodiversité et des conséquences des impacts sur les écosystèmes.

##### 4. Comment intégrer la spatialisation dans les ACV ?

Les informations spatialisées seront prises en compte grâce à une interface d'intégration de données dans les outils d'ACV nécessaires.

Toutefois, la mise en œuvre de ce couplage est à distinguer selon deux échelles de temps :

- Dans un horizon court terme, seul un couplage manuel pourrait être permis. Ce couplage manuel se traduirait par le fait que l'entreprise dispose déjà d'un certain nombre de données spatialisées (relatives à ses impacts ou aux caractéristiques écologiques des écosystèmes impactés) par l'intermédiaire d'un SIG, et que ces données pourraient être intégrées et couplées avec les outils ACV. Cela est dorénavant possible si l'entreprise possède un logiciel ACV qui permet l'export d'ensembles de données (inventaire de flux / indicateurs / résultats d'ACV) qu'elle pourra intégrer dans son système d'information géographique (une couche d'informations par indicateur par exemple) ;
- Dans un horizon moyen terme, le couplage pourrait être automatisé, c'est-à-dire que les outils ACV disposeraient d'un volet SIG contenant diverses bases de données relatives aux informations nécessaires à la réalisation de modélisations et calculs d'indicateurs spécifiques (dispersion dans l'air, données pédologiques, données hydrologiques, etc.). Ce couplage automatisé nécessite l'usage de calculateurs puissants dédiés, et donc le déploiement de matériel informatique considérable. Une fois cette automatisation réalisée, il est possible d'envisager que les indicateurs et résultats seront obtenus à partir de données locales, les plus proches et les plus pertinentes pour le site étudié, extraites à partir des différentes bases de données disponibles.

Cette approche pourrait être mise en place à **court** ou **moyen terme** en fonction du niveau de couplage explicité ci-dessus.

#### • APPROCHE C : METHODE DE TRAVAIL SUR LES DIFFERENTES ECHELLES

##### 1. Quelle est la problématique ?

Il s'agit de préciser les données à collecter sur les échelles site et pays et de déterminer quels usages potentiels pourraient être faits de ces données.

##### 2. Comment répondre à la problématique ?

###### • Echelle site

Cette spatialisation pourrait être abordée en définissant **différentes mailles** pour lesquelles des données plus ou moins précises pourraient être collectées. La Figure 9 donne un exemple de trois périmètres : immédiat, rapproché et éloigné, qui diffèrent selon la distance du périmètre par rapport au site étudié et selon l'intensité des impacts occasionnés par l'entreprise.

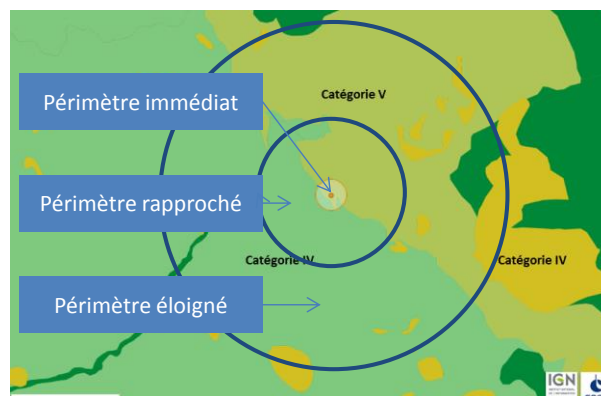


Figure 9 : Exemple de périmètres pouvant être utilisés pour la collecte spatialisée des données

S'il est possible d'imaginer que des données réelles puissent être collectées, par l'entreprise, pour les deux premiers périmètres, pour le périmètre le plus éloigné, les données à collecter correspondraient à des données génériques.

**Trois types de données** pourraient être utilisés à l'échelle site, afin de caractériser les surfaces affectées par les activités des entreprises :

- Des données réelles existantes (formalisées grâce à des études d'impact par exemple), pouvant notamment être fournies par les entreprises ;
- Des données réelles à collecter via des enquêtes rapides, notamment auprès des entreprises ;
- Des données issues de bases de données géographiques (utilisées par les SIG). Les données à collecter pourraient être : les espèces remarquables présentes, la répartition des habitats (forêt, mares, ...), ou encore le statut de conservation des écosystèmes développé par l'UICN.

Ces données concerneraient notamment les flux et impacts potentiels des entreprises, ainsi que la caractérisation des surfaces des écosystèmes potentiellement affectés.

L'ensemble de ces données pourrait être utilisé afin de **calculer des indicateurs de risque pour les écosystèmes, relatifs aux impacts potentiels des entreprises**. Ces indicateurs pourraient par exemple correspondre à :

- Un indicateur chiffré représentant la proximité des sites étudiés à un espace protégé : l'UICN a développé une catégorisation des espaces protégés mondiaux selon leur niveau de protection vis-à-vis des activités anthropiques (Annexe L). Plus le site étudié est proche d'espaces protégés bénéficiant d'un haut niveau de protection, plus le risque pour la biodiversité est considéré comme élevé ;
- Un indicateur chiffré représentant la proximité des sites étudiés à des écosystèmes ayant des statuts de conservation différents : l'UICN, dans le cadre de la liste rouge des écosystèmes, fera progressivement paraître (jusqu'à 2025), un statut de conservation pour chaque écosystème selon cinq critères présentés en Annexe L. Plus le site étudié est proche d'écosystèmes ayant un statut de type « menacé », plus le risque pour la biodiversité est considéré comme élevé ;
- Un indicateur chiffré caractérisant précisément les écosystèmes et leurs particularités en termes de richesse en biodiversité, menaces pesant sur elle et de sensibilité vis-à-vis des activités anthropiques à proximité. La méthodologie permettant de calculer un tel indicateur reste à créer.

Ces indicateurs de risque, dont les méthodologies de calcul restent à développer et/ou standardiser, permettraient, entre autres, de refléter l'état de santé des écosystèmes (de dégradé à bon état par exemple), ainsi que la richesse en biodiversité (ordinaire ou remarquable).

Le croisement de ces indicateurs de risque avec des indicateurs d'impact, permettrait de calculer une note traduisant les conséquences des impacts pour les écosystèmes affectés (cf. Piste 4).

- Echelle pays

A l'échelle des pays, l'information dont on pourrait disposer de façon réaliste serait une information générique, par exemple, la répartition en pourcentage des différents habitats.

### 3. Quelles sont les sources de données ?

Pour l'échelle site, les sources sont présentées dans la question précédente.

Pour l'échelle pays, les sources pourraient être des structures nationales voire internationales. Pour l'exemple fourni, il n'existe pas de liste officielle et uniformisée des habitats pour tous les pays mais le développement d'une telle liste ne pose pas de difficulté majeure (même si elle nécessiterait une actualisation annuelle).

### 4. Comment intégrer la spatialisation dans les ACV ?

La modification des méthodes ACV peut être importante puisque plusieurs nouveaux types de données apparaissent avec cette approche.

Lors des deux premières étapes de l'ACV (champs de l'étude et inventaire des flux), des indicateurs de risque peuvent spatialement être identifiés et intégrés dans les méthodes ACV, ceux-ci pourraient agir comme facteurs « aggravants » sur les indicateurs d'impacts correspondants ; à l'instar de l'empreinte eau pour laquelle les risques de rareté et de stress hydrique sont introduits.

Les écosystèmes étant des espaces dynamiques et évolutifs, les données permettant de calculer des indicateurs de risques pour les écosystèmes potentiellement affectés seraient à mettre à jour régulièrement. Cependant, la fréquence de ces mises à jour serait à déterminer en fonction du temps et du budget à allouer

pour ces mises à jour.

Cette approche pourrait être mise en place à **long terme** étant donné les développements qu'elle peut nécessiter.

#### 4.2.5 VERROUS POTENTIELS

Pour la première approche, la définition d'une échelle pertinente pour chacune des étapes du cycle de vie pourrait s'avérer délicate, notamment concernant les étapes d'utilisation et de fin de vie.

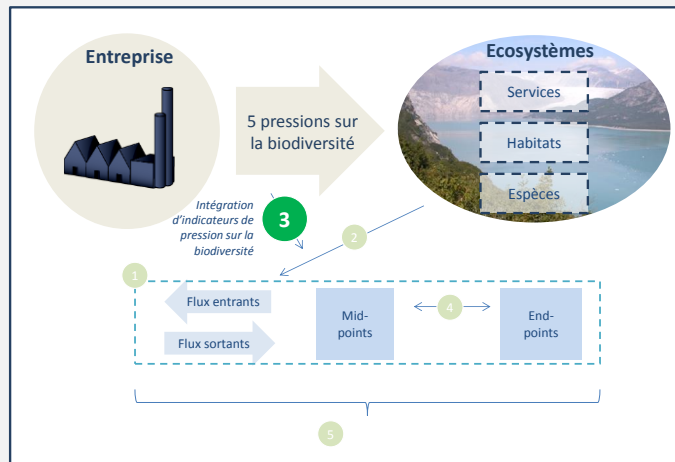
Le fait de consolider les différentes sources et bases de données géographiques nécessitent beaucoup de temps et l'accord des différents propriétaires des outils et données. Le couplage des SIG et des outils de l'ACV exige le développement d'une interface numérique conséquente et l'emploi in fine de calculateurs extrêmement puissants.

Pour la troisième approche, la difficulté est l'uniformisation des données collectées et l'apparition de nouveaux « modules » dans l'ACV.

Il est à noter que l'obtention d'un niveau de précision très élevé quant à la caractérisation des écosystèmes potentiellement affectés par les activités liées à un produit est difficilement envisageable. Cela est dû au fait qu'un tel niveau de précision nécessiterait de pouvoir obtenir des données réelles encore plus précises quant aux écosystèmes présents sur et à proximité des sites étudiés. Or l'intégration de données réelles à des échelles aussi précises signifierait la mise en place d'une base de données extrêmement volumineuse en nombre de données. De plus, l'ACV n'a pas vocation à quantifier précisément et de façon exhaustive les dommages sur la biodiversité.

### 4.3 PISTE 3 : INTEGRATION D'INDICATEURS DE PRESSION SUR LA BIODIVERSITE DANS LES MIDPOINTS

#### 4.3.1 RESUME



#### Les questions-clés :

- Quels nouveaux indicateurs de pression sur la biodiversité pourraient être intégrés dans les ACV ?
- Quelles sont les sources de données pour ces nouveaux indicateurs ?
- Comment intégrer les données des nouveaux indicateurs dans les bases de données ACV et comment standardiser ces nouveaux indicateurs ?

#### Les approches proposées :

Approche A	Approche B
Intégration d'un indicateur par pression	Intégration d'un indicateur par sous-type de pression

#### 4.3.2 OBJECTIFS

L'objectif d'intégrer des indicateurs de pression sur la biodiversité dans les midpoints est multiple :

- Développer de nouveaux indicateurs relatifs aux pressions qui sont actuellement peu ou pas étudiées en ACV, à savoir la « Surexploitation » et les « Espèces invasives » ;
- D'approfondir la prise en compte des pressions « Changement de l'habitat » et « Pollutions » ;
- Améliorer l'indicateur midpoint relatif au changement climatique.

#### 4.3.3 INTERET

Les impacts des activités humaines sont définis par le Millennium Ecosystem Assessment (MA) (REID, et al., 2005) sous la forme de cinq pressions, pouvant être décomposées en sous-types de pression intégrant des impacts négatifs (tels que l'artificialisation des habitats) ou positifs (tels que la création de continuités écologiques dans le secteur agricole) sur la biodiversité. Mais, la vision ACV de la biodiversité est limitée puisque les cinq pressions sont partiellement prises en compte dans les méthodes actuelles. L'intérêt de cette piste est donc d'intégrer la

vision écologie, au sein des méthodologies ACV afin de prendre en compte un maximum de ces pressions et de développer une « ACV biodiversité + ».

L'étude d'indicateurs midpoints a été préférée à l'étude d'indicateurs de flux puisque les flux sont pris en compte de façon indirecte en tant que données nécessaires au calcul des indicateurs.

#### 4.3.4 QUESTIONS-CLES

Les questions-clés pour cette piste et leurs objectifs sont les suivants :

1. **Quels nouveaux indicateurs de pression sur la biodiversité pourraient être intégrés dans les ACV?**  
Il s'agit de savoir quels nouveaux indicateurs peuvent être intégrés dans les ACV afin de proposer une « ACV biodiversité + » prenant en compte l'ensemble des pressions sur la biodiversité.
2. **Quelles sont les sources de données pour ces nouveaux indicateurs ?**  
Il s'agit de savoir où obtenir les données ainsi que les structures pouvant les fournir.
3. **Comment intégrer les données des nouveaux indicateurs dans les bases de données ACV ?**  
Il s'agit de déterminer de quelle façon tous les nouveaux indicateurs et données pourront être intégrés de façon cohérente dans les bases de données et méthodes existantes.

#### • APPROCHE A : INTEGRATION D'UN INDICATEUR PAR PRESSION

##### 1. Quels nouveaux indicateurs de pression sur la biodiversité pourraient être intégrés dans les ACV ?

Il s'agit de créer de **nouveaux indicateurs dédiés à la biodiversité et correspondant aux cinq pressions.**

**Un premier exemple se base sur l'étude d'impacts « caractéristiques » de chaque pression.** Ces impacts pourraient être ceux présentés dans l'étude de Curran et al. (2011), reprenant les travaux du MA (2005) (Tableau 20).

Tableau 20 : Les indicateurs d'impacts caractéristiques de chaque pression sur la biodiversité établis par le MA

Pression	Indicateurs d'impacts caractéristiques
Changement de l'habitat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour un habitat terrestre : réduction de surface (en unité de surface)</li> <li>• Pour un habitat aquatique : réduction du débit par les prélèvements d'eau (en volume par unité de temps)</li> </ul>
Espèces invasives	Contribution à la mondialisation des échanges comme indicateur du risque d'invasion (évaluation qualitative)
Surexploitation	Déclin de la biomasse par épuisement des ressources marines (en nombre de groupes trophiques exploités)
Pollutions	Dépôt de substances acidifiantes et eutrophisantes (en quantité équivalente par hectare et par an)
Changement climatique	Réduction de la surface des habitats terrestres et réduction des débits des habitats aquatiques (selon les estimations du GIEC)

Il est à noter que les impacts caractéristiques présentés dans le tableau précédent ne prennent pas en compte l'ensemble des impacts liés aux pressions. Par exemple, pour le changement de l'habitat, il n'y a pas de prise en compte de la réduction de la connectivité des habitats et la surexploitation ne prend en compte que la surexploitation des ressources marines bien que les ressources terrestres devraient également être étudiées. Ces indicateurs d'impacts caractéristiques pourraient donc être améliorés dans le but de prendre en compte de façon plus complète les différents aspects des cinq pressions sur la biodiversité.

**Un autre exemple serait uniquement basé sur une approche étudiant les contributions.** Les indicateurs prendraient la forme d'une **contribution du produit étudié à chacune des cinq pressions.** Par exemple :

- Changement de l'habitat : contribution du produit à la modification de la productivité primaire de biomasse par les écosystèmes (reflétant l'intensité d'utilisation des sols) (Erb et al., 2009 ; Haberl et al., 2013) ;
- Espèces invasives : contribution du produit à l'introduction d'espèces invasives, par le biais du transport maritime mondial (Gollasch, 2002) ;
- Surexploitation : contribution du produit à la surexploitation des ressources naturelles ;
- Pollutions : contribution locale du produit à la pollution des écosystèmes terrestres et aquatiques ;
- Changement climatique : contribution globale au changement climatique.

Il est à noter que les données nécessaires au calcul des contributions aux différentes pressions peuvent être plus ou moins difficiles à obtenir, car cela nécessite l'obtention de données génériques au niveau national ou mondial. C'est notamment le cas de la surexploitation des ressources naturelles.

Quels que soient les indicateurs qui seront sélectionnés, il sera important de définir les horizons spatiaux et temporels associés.

En effet, l'échelle spatiale à laquelle se feront les calculs déterminera la précision des résultats : plus l'échelle spatiale sera précise, plus les valeurs obtenues se rapprocheront de la réalité des impacts sur la biodiversité. L'échelle spatiale pourra varier selon l'indicateur, afin que les calculs soient pertinents. Les échelles choisies pourront par exemple correspondre aux périmètres évoqués à la Piste 2.

De même, l'échelle temporelle de calcul des indicateurs est importante pour évaluer l'évolution des impacts dans le temps et le degré de résilience des écosystèmes sur lesquels les impacts interviennent. Il est donc important de définir sur quelle échelle temporelle les indicateurs doivent être calculés : par exemple sur une année, cinq ans, vingt ans, ...

## 2. Quelles sont les sources de données pour ces nouveaux indicateurs ?

Les données nécessaires sont d'une part des **données réelles** provenant des entreprises. En effet, chacune est en mesure de connaître ses quantités de polluants ou de CO<sub>2</sub> émises. Ces données sont donc précises en ce qui concerne l'échelle de collecte.

Mais les indicateurs proposés peuvent également nécessiter la prise en compte de **données génériques**. Par exemple, dans le cas de la surexploitation, une base de données sur le statut de surexploitation des espèces pourrait être nécessaire. Mais, de telles données ne sont pas toujours disponibles immédiatement et nécessiteraient la mise en place de programmes de collecte de ces données. Ces données génériques devraient au minimum permettre l'obtention d'informations par pays.

## 3. Comment intégrer les données des nouveaux indicateurs dans les bases de données ACV ?

Ces nouveaux indicateurs ne seraient pas immédiatement intégrables dans une méthode ACV existante. C'est pourquoi, dans un premier temps, un nouveau module ACV contenant ces indicateurs pourrait être calculé de manière séparée de l'outil ACV existant (dans un fichier Excel par exemple).

Il faudra éviter les doubles comptages des substances considérées dans le calcul des indicateurs (pour l'ACV existante et le nouveau module). Ainsi, les résultats issus du calcul de l'écotoxicité pour l'ACV existante ne seront pas présentés avec les résultats traitant de la pression pollutions pour le nouveau module spécifique à la biodiversité, s'ils prennent en compte les mêmes substances.

A long terme, il est envisageable de développer un nouvel outil ACV intégrant directement ce nouveau module et les bases de données associées. Dans ce cas, l'ajout de nouveaux indicateurs pourrait nécessiter la création de nouveaux facteurs d'agrégation afin de pouvoir compiler les indicateurs des méthodes ACV traditionnelles actuelles (comme l'acidification) et les nouveaux indicateurs de pression (comme les pollutions).

L'échelle de collecte des données nécessaires au calcul des nouveaux indicateurs est variable. Il faudrait pouvoir proposer une base de données par pays, en adéquation avec les bases de données ACV déjà existantes, mais en gardant la possibilité d'affiner les données si celles-ci sont disponibles. En cas de données réelles non

disponibles, les données par pays pourront être génériques.

Cette approche semble applicable à **moyen terme** en raison des données à potentiellement collecter pour chaque nouvel indicateur.

• **APPROCHE B : INTEGRATION D'UN INDICATEUR PAR SOUS-TYPE DE PRESSION**

**1. Quels nouveaux indicateurs de pression sur la biodiversité pourraient être intégrés dans les ACV ?**

Il s'agit de créer de **nouveaux indicateurs correspondant aux sous-types de pression** sur la biodiversité. Ces indicateurs seraient « caractéristiques » des impacts causés par chaque sous-type de pression.

Ils pourraient par exemple correspondre aux indicateurs fréquemment rencontrés lors de l'Etape 1 (partie indicateurs sectoriels), s'ils résument de façon appropriée l'impact caractéristique de chaque sous-type de pression.

Le Tableau 21 ci-dessous illustre des exemples d'indicateurs pour quelques sous-types de pression. Ils sont accompagnés de données (typologies, tables ou bases de données) pouvant être nécessaires à leur calcul ainsi que d'une note de faisabilité de 1 (faisable) à 3 (peu faisable) qui est fonction de l'existence actuelle des données, de la pertinence des indicateurs et de leur facilité de mise en œuvre.

**Tableau 21 : Illustration des indicateurs pour chaque sous-type de pression sur la biodiversité**

Pression	Sous-type de pression	Indicateurs types	Typologies, tables et bases de données	Faisabilité
<b>Changement de l'habitat</b>	Fragmentation	Superficie des continuités / discontinuités écologiques	Types de continuités écologiques (haies, bandes enherbées, cours d'eau, ...) et discontinuités écologiques (routes, ...)	2
	Perturbations	Indicateur de nuisances	Types de nuisances (sonores diurnes, sonores nocturnes, lumière, vibrations, ...)	3
<b>Espèces invasives</b>	Utilisation de moyens de dispersion des espèces invasives	Distance annuelle parcourue par transport maritime pour le commerce mondial	Part moyenne des distances mondiales parcourues par transport maritime par pays	2
<b>Surexploitation</b>	Espèces menacées	Statut UICN de menace des espèces utilisées	Statut de protection UICN des espèces menacées	1
	Utilisation durable des ressources naturelles	Ratio de la quantité prélevée annuellement sur le stock nécessaire à son renouvellement	Rendement maximal durable par espèce (volume optimal de prélèvement chaque année sur un stock d'une espèce donnée sans menacer sa capacité de reproduction future)	2
<b>Pollutions</b>	Emission de déchets et polluants	Quantités de substances chimiques et/ou toxiques utilisées pouvant entrer au contact des écosystèmes, sans traitement préalable	Quantités moyennes de substances chimiques et/ou polluantes par type d'écosystème affecté (terrestre et/ou aquatique)	2

Pour les quelques indicateurs donnés à titre d'exemple, les notes de faisabilité mettent en évidence que des développements et des études d'obtention de données pourraient être à mener afin que les indicateurs puissent pleinement être mis en œuvre.

Quels que soient les indicateurs qui seront sélectionnés, il sera important de définir les horizons spatiaux et temporels associés.

En effet, l'échelle spatiale à laquelle se feront les calculs déterminera la précision des résultats : plus l'échelle spatiale sera précise, plus les valeurs obtenues se rapprocheront de la réalité des impacts sur la biodiversité. L'échelle spatiale pourra varier selon l'indicateur, afin que les calculs soient pertinents. Les échelles choisies pourront par exemple correspondre aux périmètres évoqués à la Piste 2.

De même, l'échelle temporelle de calcul des indicateurs est importante pour évaluer l'évolution des impacts dans le temps et le degré de résilience des écosystèmes sur lesquels les impacts interviennent. Il est donc important de définir sur quelle échelle temporelle les indicateurs doivent être calculés : par exemple sur une année, cinq ans, vingt ans, ...

## 2. Quelles sont les sources de données pour ces nouveaux indicateurs ?

Les données nécessaires sont d'une part des **données réelles** provenant des entreprises.

D'autre part, il s'agit d'obtenir des **données génériques** issues de typologies, tables et bases de données, existantes ou à créer, telles que présentées dans le Tableau 21. Ces données génériques devraient au minimum donner des informations par pays. La précision demandée pourrait nécessiter la mise en place de programmes destinés à créer de nouvelles données dans les zones pour lesquelles elles sont actuellement non disponibles.

## 3. Comment intégrer les données des nouveaux indicateurs dans les bases de données ACV ?

Comme pour l'approche précédente, l'intégration de ces nouveaux indicateurs par sous-type de pression pourrait se faire à court terme via un nouveau module spécifique et séparé des méthodes ACV existantes, puis à long terme via la création d'un nouvel outil intégrant directement ce nouveau module et les bases de données associées.

Ce nouveau module viendrait enrichir et compléter les analyses ACV actuelles. Les doubles comptages des substances pour le calcul des différents indicateurs sont également à éviter.

L'échelle de collecte des données est variable. Il faudrait pouvoir proposer une base de données par pays, mais en gardant la possibilité d'affiner les données si celles-ci sont disponibles. En cas de données réelles non disponibles, les données par pays pourront être génériques. La logique est identique à celle de l'approche précédente, la difficulté réside dans la quantité de données à obtenir.

Cette approche semble applicable à **moyen terme** en raison des bases de données à recueillir pour chaque nouvel indicateur.

### 4.3.5 VERROUS POTENTIELS

Un verrou important de cette piste est le fait que certaines pressions sur la biodiversité, telles que les espèces invasives et la surexploitation ne sont pas du tout traitées par les ACV actuelles. Cela signifie que dans l'optique d'obtenir une « ACV biodiversité + », l'effort devra notamment être fait sur l'intégration de ces deux pressions.

Un autre verrou concerne le volume de données à ajouter dans les bases de données ACV pour permettre le calcul des différents indicateurs proposés, selon une approche plus ou moins précise. En effet, le nombre de lignes de données à ajouter dans l'approche B est très supérieur au nombre de lignes à ajouter dans l'approche A puisque l'étude par sous-type de pression implique un plus grand nombre d'indicateurs que l'étude par pression. De plus, le nombre de bases de données à intégrer dans les méthodologies ACV varie selon les approches. Ces bases de données nécessiteraient l'obtention de données dans le monde entier, si possible à l'échelle des pays, mais laissant la possibilité d'intégrer des données plus précises.

Enfin, la mise en application de ces nouveaux indicateurs au sein de méthodes ACV pourrait s'avérer complexe, notamment en termes de standardisation. Cette standardisation pourrait nécessiter la mise en œuvre de nouvelles études sur le terrain afin d'obtenir des données disponibles dans le monde entier à une échelle adaptée.

Le développement de nouveaux facteurs d'agrégation pour chacun des nouveaux indicateurs peut également constituer un verrou car cela nécessitera la réalisation de travaux d'étude et de recherche dans des domaines variés (toxicologie, écologie...).

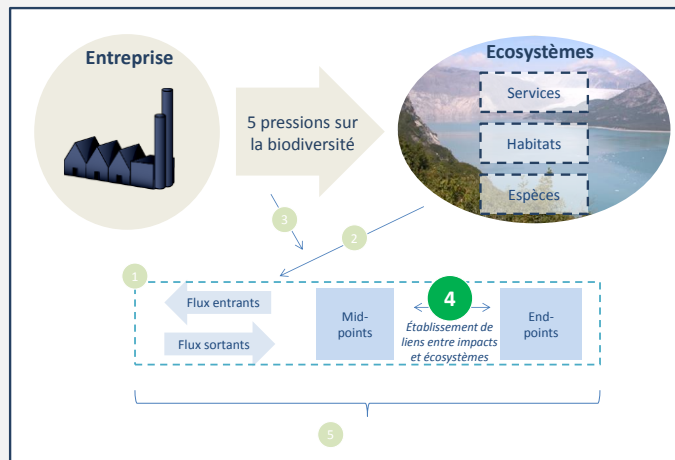
Malgré le potentiel que représenteraient ces nouveaux indicateurs pour une ACV prenant mieux en compte la biodiversité, il faut garder à l'esprit que l'ACV permet de mesurer des impacts quantifiables, mais qu'elle ne permet

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

pas de valoriser des pratiques favorables à la biodiversité telles que la bonne gestion des écosystèmes, la légalité des pratiques ou encore la traçabilité des matières premières.

## 4.4 PISTE 4 : ETABLISSEMENT DE LIENS ENTRE LES IMPACTS ET LES ECOSYSTEMES

### 4.4.1 RESUME



#### Les questions-clés :

- Comment obtenir un indicateur reflétant les conséquences des impacts sur la biodiversité ?
- Quelles sont les sources de données ?

#### Les approches proposées :

Approche A	Approche B	Approche C
Croisement entre l'impact et le niveau de risque pour l'écosystème	Modélisations des impacts sur les espèces	Modélisations des impacts sur les services écosystémiques

### 4.4.2 OBJECTIFS

L'objectif est d'établir des liens entre les impacts d'un produit, sur l'ensemble de sa chaîne de valeur, et les écosystèmes concernés et de traduire ces impacts en termes de conséquences spatiales et temporelles pour les écosystèmes.

### 4.4.3 INTERET

L'intérêt de cette piste est de relier les impacts, identifiés sous forme de flux ou de midpoints, aux écosystèmes sur lesquels ils ont des conséquences. Ces conséquences peuvent avoir la forme de modifications des habitats, des espèces ou des services écosystémiques. Actuellement, une telle démarche n'est pas totalement réalisée en ACV.

### 4.4.4 QUESTIONS-CLES

Les questions-clés pour cette piste et leurs objectifs sont les suivants :

1. **Comment obtenir un indicateur reflétant les conséquences des impacts sur la biodiversité ?**

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Il s'agit de relier les indicateurs d'impacts identifiés en Piste 3 à leurs conséquences sur les écosystèmes et la biodiversité. En ACV, cette liaison se fait par l'intermédiaire de midpoints ou endpoints.

## 2. Quelles sont les sources de données ?

Il s'agit de savoir où obtenir les données ainsi que les structures pouvant les fournir.

### • APPROCHE A : CROISEMENT ENTRE L'IMPACT ET LE NIVEAU DE RISQUE POUR L'ECOSYSTEME

#### 1. Comment obtenir un indicateur reflétant les conséquences des impacts sur la biodiversité ?

Le reflet des conséquences des impacts sur la biodiversité prendrait la forme **d'indicateurs midpoints** calculés en multipliant les données suivantes :

- La **note de l'indicateur d'impact correspondant à chaque pression ou sous-type de pression** (selon la Piste 3) ;
- Le **niveau de risque pour les écosystèmes**, représentant sa sensibilité, obtenu à la Piste 2.

Ainsi, à chaque sous-type de pression sera associée **une note correspondant au risque que représente l'impact pour la biodiversité et les écosystèmes** : plus l'impact sera élevé et plus l'écosystème sera sensible, alors plus le risque lié aux impacts de l'entreprise sera élevé.

Ces midpoints, sous la forme de notes de risque permettront à l'entreprise concernée par l'ACV d'identifier les sites et impacts prioritaires pour la mise en place d'un plan d'actions visant à maîtriser ses interactions avec la biodiversité.

#### 2. Quelles sont les sources de données ?

Les données nécessaires à l'obtention des indicateurs précédents proviennent des Pistes 2 et 3, selon l'approche choisie.

Cette approche semble applicable à **court ou long terme** selon les approches choisies pour les Pistes 2 et 3.

### • APPROCHE B : MODELISATIONS DES IMPACTS SUR LES ESPECES

#### 1. Comment obtenir un indicateur reflétant les conséquences des impacts sur la biodiversité ?

Le reflet des conséquences des impacts sur la biodiversité prendrait la forme **d'indicateurs midpoints évaluant les conséquences en termes d'espèces affectées**. Cela revient dans un sens à obtenir une note PDF (Potentially Disappeared Fraction of species) améliorée, puisque le PDF prend également en compte la dimension espèces affectées.

Pour cela, il est possible de se baser sur des relations de cause à effet. Par exemple, Curran et al. (2011) ont mis en évidence que le **Millennium Ecosystem Assessment (MA, 2005)** a établi des **relations de cause à effet entre les impacts caractéristiques de chaque pression et la perte en espèces** potentiellement occasionnée par ces impacts (via la richesse spécifique). Ces relations signifient que plus l'impact caractéristique est élevé, plus la perte en espèces potentiellement occasionnée est élevée.

Les relations mises en évidence par le MA, illustrées dans le tableau ci-dessous, reprennent les impacts caractéristiques de chaque pression, comme étudié à l'approche A de la Piste 3.

**Tableau 22 : Les relations de cause à effet mises en évidence par le MA pour chacune des cinq pressions sur la biodiversité**

Pression	Relations de cause à effet mises en évidence par le MA (2005)
Changement de l'habitat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour un habitat terrestre : réduction de surface – richesse spécifique. Cette relation rejoint d'une certaine façon l'approche C de la Piste 1, consistant à améliorer le coefficient PDF en le liant avec une relation aire-espèces</li> <li>• Pour un habitat aquatique : réduction du débit – richesse spécifique</li> </ul>
Espèces invasives	Contribution à la mondialisation des échanges - richesse spécifique
Surexploitation	Déclin de la biomasse par épuisement des ressources marines - richesse spécifique
Pollutions	Dépôt de substances acidifiantes et eutrophisantes – richesse spécifique
Changement climatique	Réduction de la surface et/ou du débit – richesse spécifique

Il est à noter que pour cet exemple, la richesse spécifique calculée ne concerne que quelques groupes d'espèces, n'étant pas pleinement représentatifs de l'écosystème impacté. Par exemple, la relation concernant le changement des habitats aquatiques étudie uniquement les poissons alors que d'autres organismes comme les végétaux ou les invertébrés auraient pu être étudiés. Ces relations pourraient donc mériter des améliorations concernant l'examen des conséquences sur les espèces d'un écosystème.

Cependant, même améliorées, ces relations ne permettraient pas d'évaluer de manière exhaustive les conséquences réelles des impacts sur l'ensemble des espèces. C'est pourquoi, **la modélisation des conséquences pourrait être étudiée à travers des espèces témoins**. Ces espèces témoins pourraient être :

- Des espèces bio-indicatrices, c'est-à-dire une espèce ou un groupe d'espèces dont la présence renseigne sur certaines caractéristiques écologiques (physico-chimiques, microclimatiques, biologiques et fonctionnelles) des écosystèmes, ou sur l'incidence de certaines pratiques. Ainsi, la présence, l'absence ainsi que la fluctuation des effectifs de ces espèces reflètera les variations des conditions environnementales locales. Par exemple, les lichens sont des bio-indicateurs permettant de suivre certaines pollutions dans le temps ;
- Des espèces parapluie, c'est-à-dire une espèce ou un groupe d'espèces dont l'étendue du territoire permet la protection d'un grand nombre d'autres espèces si celle-ci est protégée. La loutre est un exemple d'espèce parapluie, tout comme les Grands Tétras ;
- Des espèces clés de voûte, c'est-à-dire des espèces dont la présence est indispensable à l'existence même d'un écosystème, non pas par son effectif mais par l'action qu'elle exerce sur les comportements et/ou effectifs des autres espèces qui composent le système. Par exemple, les termites sont des espèces clés de voûte en raison du rôle qu'ils jouent dans la minéralisation de la matière organique, via les termitières, supports pour le développement de certaines espèces végétales.

L'étude de ces espèces témoins permettra une extrapolation des conséquences à d'autres espèces et donc potentiellement à d'autres écosystèmes. Mais, cela ne permettra pas non plus une caractérisation des conséquences réelles des impacts sur les écosystèmes. Ainsi, « l'ACV biodiversité + » ne permettra pas, dans l'immédiat, de déterminer les conséquences réelles des impacts, mais donnera des estimations sous forme d'extrapolations.

Une autre amélioration de ces relations de cause à effet, concernerait la prise en compte de façon plus complète des différents aspects des cinq pressions sur la biodiversité, tel que vu dans l'approche A de la Piste 3.

Ainsi, le reflet des conséquences des impacts sur la biodiversité pourrait prendre la forme de six indicateurs midpoints traduisant la richesse spécifique potentiellement perdue à cause de l'impact caractéristique de chaque pression. Plus leurs valeurs pour chaque pression seront élevées, plus le nombre d'espèces potentiellement affectées sera élevé. Ce sera pour ces pressions que des plans d'actions pourront être engagés afin de maîtriser les interactions de l'entreprise avec la biodiversité.

## 2. Quelles sont les sources de données ?

Les données nécessaires pour la mise en œuvre de cette approche sont les relations mises en évidence par le MA dans la publication de Curran et al. (2011), ainsi que les indicateurs de pression vus à la Piste 3.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Cette approche semble applicable à **moyen terme** puisque même si les modèles établis par le MA pour les cinq pressions sont déjà initiés, des améliorations sont à prévoir.

• **APPROCHE C : MODELISATIONS DES IMPACTS SUR LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES**

**1. Comment obtenir un indicateur reflétant les conséquences des impacts sur la biodiversité ?**

Le reflet des conséquences des impacts sur la biodiversité prendrait la forme **d'indicateurs midpoints évaluant les conséquences en termes de services écosystémiques affectés**. En effet, l'impact des activités humaines sur les écosystèmes entraîne une modification de leurs fonctions écologiques et donc une modification des biens et services dont pourraient bénéficier les êtres humains.

Cette approche est liée au fait que d'après le MA, la dégradation des écosystèmes par les activités humaines a eu pour conséquences une diminution d'environ 60% des services écosystémiques au cours des cinquante dernières années. La modification de la fourniture des différents services est présentée par la Figure 10.

TYPE DE SERVICES	DÉGRADATION	STAGNATION	AMÉLIORATION
Régulation	Pollinisation Purification de l'eau Qualité de l'air Climats régional et local Erosion Parasites et espèces nuisibles Risques naturels	Régulation des flux d'eau Régulation des maladies	Climat global (séquestration de carbone)
Approvisionnement	Eau douce Pêche Sources sauvages de nourriture (chasse, cueillette) Bois de chauffage Ressources génétiques Composés biochimiques	Bois de construction Fibres	Cultures Élevage Aquaculture
Services culturels et récréatifs	Valeurs religieuses et spirituelles Valeurs esthétiques	Loisirs et écotourisme	

Figure 10 : Statut global et tendance des services écosystémiques (UICN, 2012. Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France)

Les indicateurs midpoints prendraient la forme de **relations entre le niveau d'exploitation des ressources naturelles et l'importance de la fourniture des services écosystémiques**. Ces relations pourraient être déclinables pour chaque pression sur la biodiversité.

Par exemple, dans le cas de l'occupation des sols, plus un sol est artificialisé, plus la fourniture des différents types de services écosystémiques diminue (Figure 11).

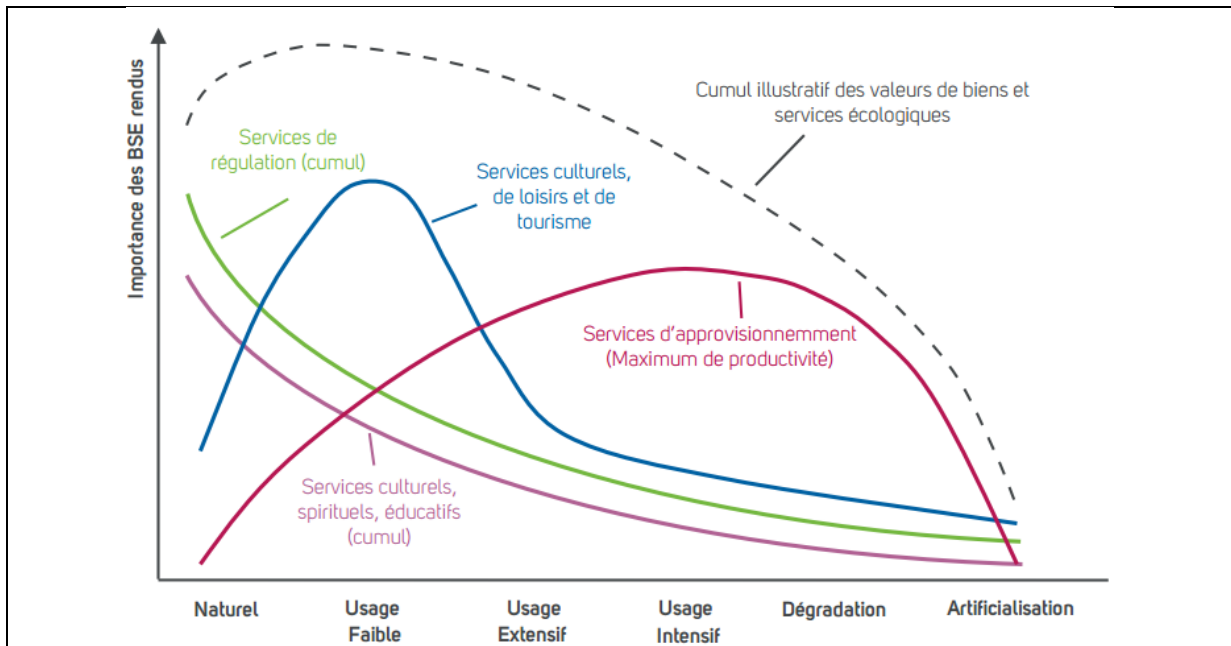


Figure 11 : Relation entre niveau d'exploitation des ressources naturelles, lié à l'occupation des sols et les services écologiques fournis (UICN, 2012. Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France)

Ainsi, le reflet des conséquences des impacts sur la biodiversité prendrait la forme de plusieurs indicateurs midpoints traduisant l'importance des services rendus potentiellement perdus à cause de l'impact de chaque pression sur la biodiversité. Ces conséquences affecteraient également la dépendance de l'entreprise aux services écosystémiques concernés.

Les pressions pour lesquelles les indicateurs seront les plus élevés seront celles qui pourraient faire l'objet de plans d'actions afin de maîtriser les interactions de l'entreprise avec la biodiversité.

## 2. Quelles sont les sources de données ?

Les données nécessaires pour la mise en œuvre de cette approche ne sont pas encore pleinement disponibles et doivent faire l'objet de développements et d'études afin de produire des données pour chacune des pressions sur la biodiversité.

En effet, il faudrait a minima connaître les services écosystémiques rendus par les écosystèmes présents sur et aux alentours des sites étudiés. Cela suppose donc, dans le cadre d'une ACV de disposer de ces données à l'échelle mondiale.

Cette approche semble applicable à **long terme**.

### 4.4.5 VERROUS POTENTIELS

Le premier verrou concerne l'obligation de réaliser la Piste 2 et/ou la Piste 3 pour que l'approche A puisse être appliquée.

Une difficulté concernant l'approche B peut concerner le fait que les relations établies par le MA ne sont pas exhaustives en termes de conséquences sur les écosystèmes. Cela signifie que ces relations peuvent être améliorées, notamment par l'intermédiaire de travaux de recherche qui peuvent nécessiter un certain nombre d'années pour leur réalisation. Ainsi, une approche B plus exhaustive pourrait être développée à un horizon moyen terme.

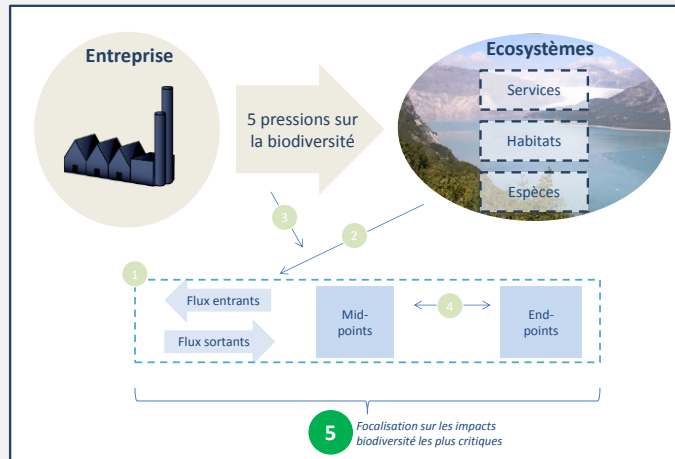
« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Enfin, concernant l'approche C, le principal verrou est la nécessité de mise en place de travaux de recherche, pouvant nécessiter un certain nombre d'années pour leur réalisation, car la mesure des fonctions écologiques et des services écosystémiques n'est actuellement pas fortement développée.

Il est également nécessaire de rappeler qu'une ACV ne pourrait pas quantifier de manière exacte les conséquences des impacts des activités sur les écosystèmes et la biodiversité.

## 4.5 PISTE 5 : FOCALISATION SUR LES IMPACTS BIODIVERSITE LES PLUS CRITIQUES

### 4.5.1 RESUME



#### Les questions-clés :

- Comment prioriser les impacts sur la biodiversité entre eux ?
- Comment intégrer cette priorisation au sein des méthodes ACV ?

#### Les approches proposées :

Approche A	Approche B
Priorisation des impacts au sein d'une étape du cycle de vie	Priorisation sur les étapes du cycle de vie les plus impactantes

### 4.5.2 OBJECTIFS

L'objectif est d'identifier les impacts principaux du produit, sur l'ensemble de son cycle de vie.

### 4.5.3 INTERET

Les pistes proposées précédemment permettent d'obtenir un grand nombre d'informations sur les impacts d'un produit, sous la forme d'indicateurs de pression sur la biodiversité ou d'indicateurs de sous-type de pression. Mais, ces informations ne sont pas priorisées, que ce soit au sein d'une même étape du cycle de vie ou sur l'ensemble du cycle de vie. L'intérêt est donc de fournir une méthode permettant l'identification des points principaux concernant les impacts d'un produit et d'une activité sur la biodiversité, dans le but que l'entreprise puisse mettre en place des actions visant à maîtriser ces interactions avec la biodiversité.

#### 4.5.4 QUESTION-CLE

Les questions-clés pour cette piste et leurs objectifs sont les suivants :

**1. Comment prioriser les impacts sur la biodiversité entre eux ?**

Il s'agit de déterminer une méthode permettant d'identifier les impacts et enjeux prioritaires sur le cycle de vie du produit.

**2. Comment intégrer cette priorisation au sein des méthodes ACV ?**

Il s'agit de savoir comment les méthodes proposées pourraient s'intégrer dans les méthodes ACV existantes.

• **APPROCHE A : PRIORISATION DES IMPACTS AU SEIN D'UNE ETAPE DU CYCLE DE VIE**

#### 1. Comment prioriser les impacts sur la biodiversité entre eux ?

Afin d'identifier les impacts prioritaires au sein d'une même étape du cycle de vie, il pourrait s'agir de définir des **valeurs seuils pour chaque indicateur** (existant ou nouveau, par l'intermédiaire de la Piste 3). Lorsque la valeur d'un indicateur serait supérieure à la valeur seuil, l'impact mesuré par cet indicateur serait alors considéré comme étant prioritaire. Ainsi, ces impacts seraient considérés comme critiques vis-à-vis de la biodiversité.

Cependant, il faut tenir compte de plusieurs difficultés qui sont :

- La définition d'une valeur seuil adaptée à la localisation géographique de l'écosystème impacté. Par exemple, un prélèvement d'eau n'aura pas les mêmes conséquences selon l'écosystème aquatique prélevé, en fonction du niveau initial de la masse d'eau. Donc, la valeur seuil entre les écosystèmes se devrait d'être différente et adaptée ;
- La définition d'une valeur seuil devra être adaptée à l'échelle de collecte des données, qu'il s'agisse de données réelles ou génériques ;
- La définition de règles simples permettant d'appréhender facilement la criticité des impacts. Par exemple, pour les espèces invasives, la règle consisterait à accorder plus de poids et d'impact à l'introduction d'une espèce invasive en outre-mer, qu'à l'introduction de la même espèce en métropole. Cela car les impacts sont considérés comme plus critiques lorsque l'introduction a lieu dans un écosystème de type insulaire (d'autant plus que cet écosystème possède une grande richesse en biodiversité).

Il faudra également décider si la priorisation s'effectuera a priori (en focalisant l'étude sur des sites connus comme étant potentiellement très impactants) ou a posteriori (une fois les différents résultats obtenus).

Cette approche devra donc être mise en œuvre après les autres pistes, notamment après la sélection d'une approche pour la piste 3 concernant le développement de nouveaux indicateurs de pression sur la biodiversité, afin d'assurer plus de cohérence et de pertinence en termes d'échelle spatiale et de localisation géographique.

#### 2. Comment intégrer cette priorisation au sein des méthodes ACV ?

Sans pouvoir être intégrée directement, l'approche de priorisation peut venir compléter les méthodes ACV existantes. En effet, à l'heure actuelle, la détermination des valeurs seuils (qui doivent être spécifiques au contexte dans lequel les indicateurs sont calculés), devra être réalisée de manière séparée à l'analyse ACV. On peut cependant envisager à long terme que des valeurs seuils spécifiques aux différents contextes (échelle, localisation, etc.) puissent directement être intégrées dans les outils ACV, notamment via des bases de données.

Cette approche de priorisation constitue un complément aux méthodes et outils ACV existants.

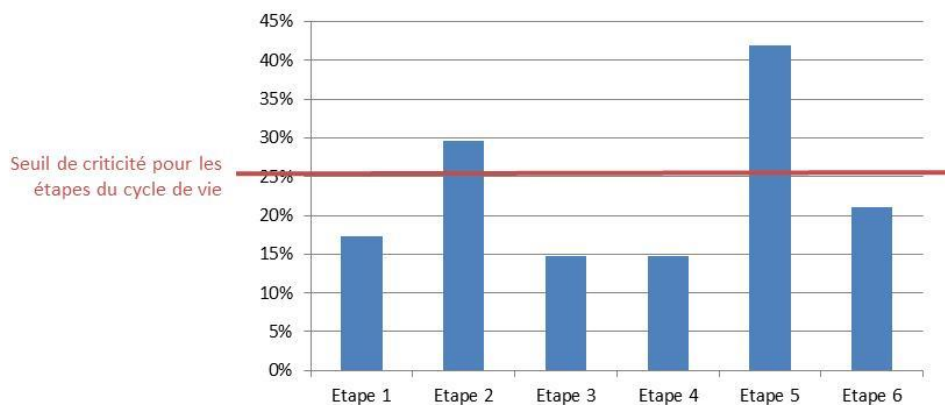
Cette approche semble applicable à **court ou long terme** selon les approches choisies pour les pistes précédentes.

- **APPROCHE B : PRIORISATION SUR LES ETAPES DU CYCLE DE VIE LES PLUS IMPACTANTES**

### 1. Comment prioriser les impacts sur la biodiversité entre eux ?

Afin d'identifier les impacts prioritaires tout au long du cycle de vie du produit étudié, il pourrait s'agir dans un premier temps de définir **des valeurs seuils pour chaque indicateur**, comme pour l'approche précédente. Puis, il s'agirait de déterminer, pour chaque étape du cycle de vie, le pourcentage d'indicateurs calculés ayant une valeur supérieure aux valeurs seuils. Ainsi, à chaque étape du cycle de vie serait associé un **pourcentage correspondant à la criticité des impacts pour la biodiversité**.

Il s'agirait ensuite de déterminer un seuil à partir duquel le pourcentage de criticité des étapes du cycle de vie est considéré comme critique vis-à-vis des impacts sur la biodiversité.



Cette approche devra donc également être mise en œuvre après les autres pistes, pour tenir compte des mêmes difficultés que dans l'approche précédente.

### 2. Comment intégrer cette priorisation au sein des méthodes ACV ?

De la même façon que pour l'approche précédente, celle-ci ne pourra pas être intégrée directement dans les méthodes et outils ACV, mais constitue un complément permettant d'identifier les étapes du cycle de vie les plus critiques pour la biodiversité (sur lesquelles pourraient être mises en œuvre des stratégies visant à maîtriser les interactions entre l'entreprise et la biodiversité).

Cette approche semble applicable à **court ou long terme** selon les approches choisies pour les pistes précédentes.

#### 4.5.5 VERROUS POTENTIELS

La mise en œuvre de cette piste nécessite la réalisation de plusieurs autres pistes énoncées précédemment. Or, elles varient en termes de précision selon les approches. C'est pourquoi la principale difficulté réside dans le fait d'être adaptable quelles que soient les approches envisagées pour chacune des pistes.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

## 4.6 SYNTHÈSE SUR LES DIFFÉRENTES PISTES

Les différentes pistes présentées précédemment peuvent être résumées dans le Tableau 23.

Tableau 23 : Tableau de synthèse des différentes approches envisageables pour chaque piste participation à l'application de l'ACV à la biodiversité

	Approche A	Approche B	Approche C
<b>Piste 1 : Amélioration des indicateurs et méthodes existants</b>	Amélioration des facteurs d'agrégation pour l'indicateur PDF	Amélioration des indicateurs land use et land use change	Amélioration du coefficient PDF
<b>Piste 2 : Spatialisation des flux</b>	Définition des échelles pertinentes	Couplage SIG et ACV	Méthode de travail sur les différentes échelles
<b>Piste 3 : Intégration d'indicateurs de pression sur la biodiversité dans les midpoints</b>	Intégration d'un indicateur par pression	Intégration d'un indicateur par sous-type de pression	/
<b>Piste 4 : Établissement de liens entre les impacts et les écosystèmes</b>	Croisement impact et niveau de risque pour l'écosystème	Modélisations des impacts sur les espèces	Modélisations des impacts sur les services écosystémiques
<b>Piste 5 : Focalisation sur les impacts biodiversité les plus critiques</b>	Priorisation des impacts au sein d'une étape du cycle de vie	Priorisation sur les étapes du cycle de vie les plus impactantes	/

La Tableau 24 représente une synthèse sur l'intérêt (enjeu) et la faisabilité (horizon de mise en œuvre) des différentes pistes exposées précédemment.

L'enjeu est ici défini selon trois niveaux traduisant l'intérêt représenté par les approches pour mettre au point une ACV prenant en compte les différentes dimensions de la biodiversité. Plus le niveau d'ambition des approches est élevé, plus celles-ci prendront en compte les dimensions de la biodiversité, et plus elles bénéficieront d'un niveau d'enjeu élevé.

Tableau 24 : Synthèse sur les différentes pistes et approches en termes d'horizons d'évolution et d'enjeu

Horizons d'évolution	Approche (piste associée)	Niveau d'enjeu
Court-terme	• Amélioration des facteurs d'agrégation pour l'indicateur PDF (1A)	+
	• Définition d'échelles pertinentes (2A)	+
	• Couplage SIG et ACV (2B)	++
	• Intégration d'un indicateur par pression (3A)	++
	• Croisement impact et niveau de risque de l'écosystème (4A)	++
Moyen-terme	• Amélioration des indicateurs land use et land use change (1B)	+
	• Intégration d'un indicateur par sous-type de pression (3B)	+
	• Modélisations des impacts sur les espèces (4B)	++
	• Priorisation des impacts au sein d'une étape du cycle de vie (5A)	++
Long-terme	• Amélioration du coefficient PDF (1C)	+
	• Méthode de travail sur les différentes échelles (2C)	+++
	• Modélisations des impacts sur les services écosystémiques (4C)	++
	• Priorisation sur les étapes du cycle de vie les plus impactantes (5B)	+++

Il apparaît qu'un certain nombre d'approches de certaines pistes pourraient potentiellement être mises en œuvre assez rapidement. En effet, la majorité des pistes présente au moins une approche qui serait applicable à court terme. Une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les méthodes ACV serait donc envisageable à cet horizon.

Cependant, ces approches potentiellement applicables à court terme ne sont pas celles qui présentent un enjeu maximal et elles peuvent ne pas être exhaustives vis-à-vis des problématiques liées à la biodiversité.

Ce tableau montre également que les approches C sont généralement celles présentant le plus d'enjeu pour une « ACV biodiversité + », bien que leurs horizons de mise en œuvre correspondent plutôt à du long terme, notamment à cause des développements méthodologiques et du recueil de données sous-jacents.

La mise en œuvre des pistes pourra être progressive en termes d'approches sélectionnées et pourra combiner différentes approches d'une ou plusieurs pistes, comme l'illustre la Figure 12.

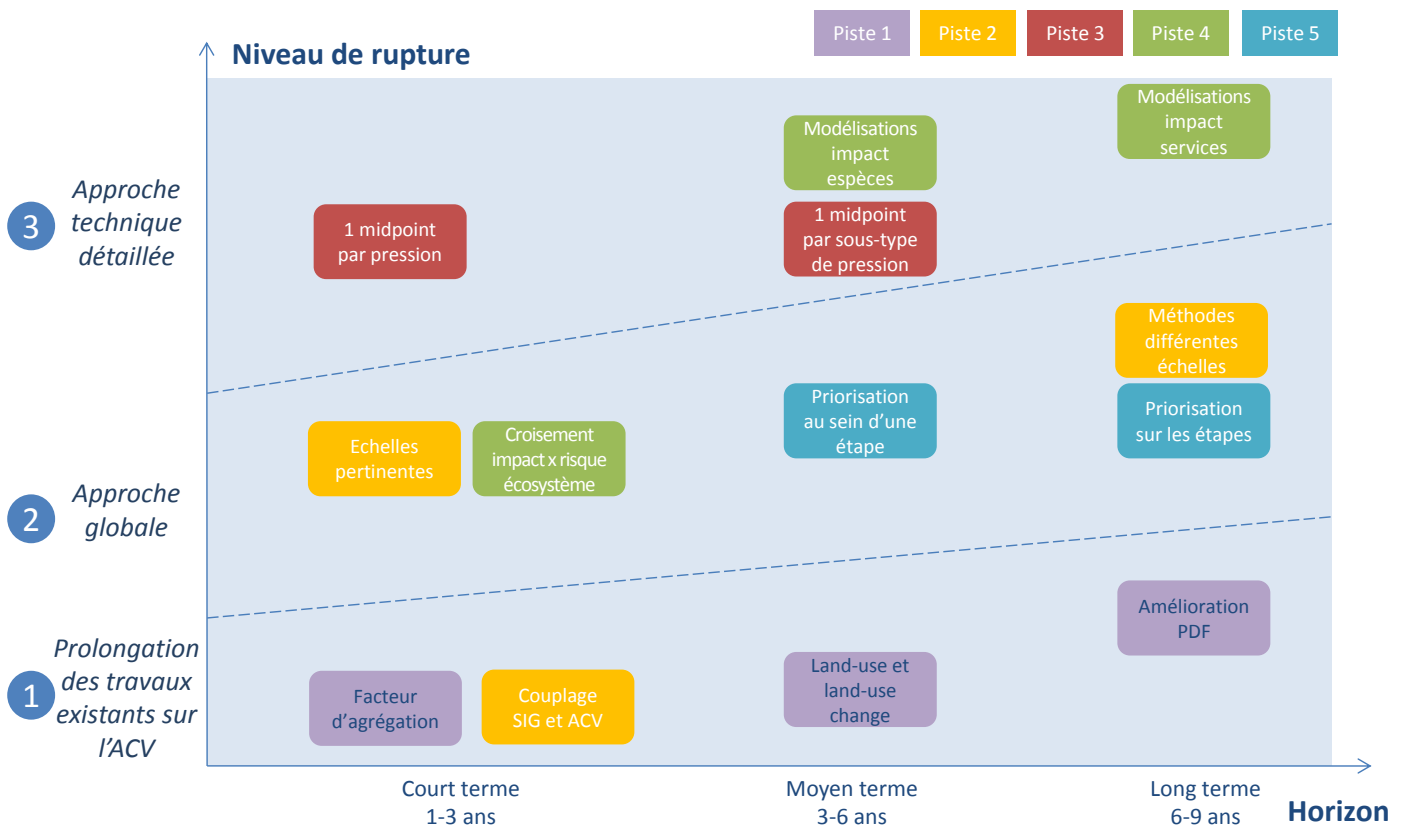


Figure 12 : Les différents champs de travail envisagés pour la réalisation d'une "ACV biodiversité +"

Le premier champ de travail envisagé consiste à **prolonger les travaux déjà existants sur l'ACV** et à y intégrer les premiers éléments liés aux problématiques biodiversité. La Piste 1 est privilégiée, puisqu'elle vise à améliorer les indicateurs et méthodes existants.

Le deuxième champ de travail consiste en une **approche globale des problématiques biodiversité tout au long du cycle de vie des produits**. Il s'agira alors de se focaliser sur les étapes du cycle de vie présentant les enjeux les plus importants (par l'intermédiaire de la Piste 5), ainsi que d'introduire des éléments relatifs aux écosystèmes potentiellement affectés par les activités liées au produit, au sein des méthodologies ACV (Pistes 2 et 4).

Enfin, le troisième champ implique une **approche technique détaillée** nécessitant une meilleure prise en compte des différents types de pression sur la biodiversité (Piste 3) ainsi qu'une meilleure évaluation des conséquences qu'ont les impacts des activités sur les écosystèmes (Piste 4). Ce champ de travail est considéré comme étant le plus ambitieux, et c'est également celui qui nécessite le plus de développements de méthodologies.

La mise en œuvre d'un champ de travail présentant un niveau de rupture élevé n'exclut pas la réalisation des champs de travail précédents. Celle-ci est même recommandée afin de proposer une « ACV biodiversité + » la plus complète possible, dans la limite des possibilités des ACV à traduire la réalité des écosystèmes.

Ainsi, une « ACV biodiversité + » nécessiterait la mise en œuvre simultanée de plusieurs approches de différentes pistes et pourrait être opérationnelle à un horizon estimé à court voire long terme selon les ambitions affichées de cette « ACV biodiversité + ».

A un horizon de temps intermédiaire, il est possible d'envisager que cette « ACV biodiversité + » soit employée dans des démarches d'éco-conception, permettant des objectifs de réduction des impacts sur la biodiversité des produits étudiés. Cette démarche entrerait dans le cadre du triptyque Eviter Réduire Compenser.

A long terme, « l'ACV biodiversité + » pourrait s'intégrer dans le cadre de l'affichage environnemental, en indiquant les performances du produit en lien avec la biodiversité et les cinq pressions auxquels il peut participer. Cela permettrait à terme de pouvoir comparer des produits.

## 5 ETAPE 3 : COHERENCE AVEC LES EXIGENCES REGLEMENTAIRES APPLICABLES AUX ACTIVITES INDUSTRIELLES

Cette troisième étape vise à analyser les potentielles interactions entre une « ACV biodiversité + » et la réglementation :

- Quelles sont les réglementations actuelles liées à la biodiversité pour les activités industrielles ?
- Quels apports de données provenant des obligations réglementaires peuvent potentiellement alimenter une « ACV biodiversité + » ?
- Quels sont les apports d'une « ACV biodiversité + » aux études réglementaires ?

### 5.1 PANORAMA DES EXIGENCES REGLEMENTAIRES ACTUELLES EN LIEN AVEC LA BIODIVERSITE

Le Tableau 25 présente une liste non exhaustive de réglementations environnementales existantes applicables aux activités industrielles et présentant des liens avec la biodiversité.

Tableau 25 : Exemples de réglementations environnementales existantes applicables aux activités industrielles

Faune et flore	Règlement (CE) n°338/97 du Conseil du 9 décembre 1966 relatif à la protection des espèces de faune et de flore sauvages par le contrôle de leur commerce
	Directive 79/409/CEE du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages (Directive « Oiseaux »)
	Directive 92/43/CEE Du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (Directive « Habitats »)
Espaces protégés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parcs nationaux</li> <li>• Réserves naturelles (nationales et régionales)</li> <li>• Arrêtés préfectoraux de protection de biotope</li> <li>• Parcs naturels régionaux</li> <li>• Réserves biologiques</li> <li>• ZNIEFF (zones naturelles d'importance écologique, faunistique et floristique)</li> <li>• Zones humides d'importance internationale</li> </ul>
Eau	Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (Directive Cadre sur l'Eau)
Pollutions industrielles	Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH)
	Directive 2010/75/UE du parlement européen et du conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution)
	Réglementation ICPE
Nuisances sonores	Directive 2002/49/CE du parlement européen et du conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement
Espèces invasives	Convention pour la gestion des eaux de ballast
Surexploitation	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction

La réglementation actuelle concerne à la fois l'état de la biodiversité (à travers les obligations en lien avec la faune, la flore et l'eau) et les pressions liées aux activités industrielles (focalisées sur les aspects des rejets polluants et du bruit). On constate qu'aujourd'hui, certaines pressions sur la biodiversité font moins l'objet de réglementation

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

que d'autres (espèces invasives, ...). L'« ACV biodiversité + » peut s'appuyer en partie sur ces réglementations et participer à leur amélioration pour une meilleure prise en compte de la biodiversité.

## 5.2 LES APPORTS DE LA REGLEMENTATION EXISTANTE A UNE « ACV BIODIVERSITE + »

L'élaboration des différentes pistes proposées à l'étape 2 s'est en partie basée sur les obligations réglementaires actuelles. En effet, afin d'apporter plus de pertinence et de crédibilité aux pistes et approches proposées, celles-ci ont eu pour fondement différents éléments issus de la réglementation.

Par exemple, dans le cas de la Piste 2 relative à la **spatialisation des flux**, les trois périmètres proposés (immédiat, rapproché et éloigné) reposent sur une dénomination employée dans le cadre des périmètres de protection des bassins d'alimentation de captage en eau potable, établis par la Directive Cadre sur l'Eau.

D'autre part, la Piste 4 propose de définir de **nouveaux indicateurs de pressions sur la biodiversité**. Ces nouveaux indicateurs peuvent notamment être tirés d'études réglementaires déjà mises en œuvre par les entreprises. Par exemple, pour le sous-type de pression relatif aux nuisances sonores, l'indicateur retenu pourrait être le niveau de bruit jour-soir-nuit ou le niveau de bruit pour la période nocturne, tous deux proposés par la Directive 2002/49/CE du parlement européen et du conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Ces indicateurs ont notamment été listés à l'Etape 1 dans la partie concernant les études sur la biodiversité.

De même, d'autres indicateurs, obtenus à l'occasion de la réalisation de dossiers liés aux études d'impact ou aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) pourraient être utilisés en tant qu'indicateurs de pression sur la biodiversité et pour alimenter les bases de données ACV.

Enfin, les données relatives à la faune et la flore recensées notamment par l'intermédiaire des Directives « Oiseaux » et « Habitats » pourraient notamment servir à définir les **conséquences des impacts sur les espèces** présentes dans les écosystèmes impactés, tel que présenté dans la Piste 1 (et notamment l'approche C relative au PDF amélioré) et la Piste 4 établissant des liens entre les impacts et les écosystèmes.

Ainsi, les procédures réglementaires déjà en cours au niveau des sites peuvent permettre de capter des informations (flux ou indicateurs) permettant d'alimenter une « ACV biodiversité + ».

## 5.3 LES APPORTS D'UNE « ACV BIODIVERSITE + » AUX ETUDES REGLEMENTAIRES

Une « ACV biodiversité + », et les bases de données sous-jacentes (sensibilité des écosystèmes, indicateurs d'impact, ...), pourraient permettre dans certains cas d'anticiper de futures exigences réglementaires. Par exemple, pour une région pour laquelle la réglementation liée à la biodiversité est plutôt faible, si les bases de données permettent de mettre en évidence la présence de sites sensibles pour telle ou telle pression, alors il serait possible de connaître quels enjeux devraient faire l'objet d'une future réglementation. Dans ce cas, « l'ACV biodiversité + » servirait à mettre en évidence les zones pour lesquelles la résolution de certaines problématiques biodiversité serait prioritaire.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Ainsi, « l'ACV biodiversité + » est cohérente avec les exigences réglementaires applicables aux activités industrielles, d'une part car elle s'appuie sur des données issues de telles réglementations et d'autre part car elle pourrait potentiellement participer à la prise en compte des problématiques biodiversité par les réglementations.

## BIBLIOGRAPHIE

---

### 5.4 ETAPE 1

- [1] Emmanuelle Garrigues *et al.*, Development of a soil compaction indicator in life cycle assessment, *Int J Life Cycle Assess* (2013) 18:1316–1324.
- [2] Thomas Koellner & Roland Geyer, Global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA, *Int J Life Cycle Assess* (2013) 18:1185–1187.
- [3] Rosie Saad *et al.*, Land use impacts on freshwater regulation, erosion regulation, and water purification: a spatial approach for a global scale level, *Int J Life Cycle Assess* (2013) 18:1253–1264.
- [4] Thomas Koellner *et al.*, UNEP-SETAC guidelines on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA, *Int J Life Cycle Assess* (2013) 18:1188–1202.
- [5] Analyse d'un indicateur biodiversité pour les produits agricoles dans le cadre de l'affichage environnemental, *Collection « Études et documents » du Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) (2013).*
- [6] Thomas Nemecek *et al.*, Produce beef or biodiversity-The trade-offs between intensive and extensive beef fattening - *Proceedings - LCAFOOD 2012*
- [7] Miguel Brandão & Llorenç Milà i Canals, Global characterisation factors to assess land use impacts on biotic production, *Int J Life Cycle Assess* (2013) 18:1243–1252.
- [8] Montserrat Núñez *et al.*, Inclusion of soil erosion impacts in life cycle assessment on a global scale: application to energy crops in Spain, *Int J Life Cycle Assess* (2013) 18:755–767.
- [9] Laura de Baan *et al.*, Land use impacts on biodiversity in LCA: a global approach, *Int J Life Cycle Assess* (2013) 18:1216–1230.
- [10] Thomas Koellner *et al.*, Principles for life cycle inventories of land use on a global scale, *Int J Life Cycle Assess* (2013) 18:1203–1215.
- [11] Rosie Saad *et al.*, Assessment of land use impacts on soil ecological functions: development of spatially differentiated characterization factors within a Canadian context, *Int J Life Cycle Assess* (2011) 16:198–211.
- [12] Tuomas Mattila *et al.*, Land use indicators in life cycle assessment: a case study in beer production, *Int J Life Cycle Assess* (2012) 17:277–286.
- [13] Juliette Langlois *et al.*, Review on land use consideration in life cycle assessment: methodological perspectives for marine ecosystems, M. Finkbeiner (ed.) *Towards Life Cycle Sustainability Management*, 2011.
- [14] Roland Geyer *et al.*, Coupling GIS and LCA for biodiversity assessments of land use, *Int J Life Cycle Assess* (2010) 15:692–703.
- [15] Michael Curran *et al.*, Toward Meaningful End Points of Biodiversity in Life Cycle Assessment, *Environ. Sci. Technol.* (2011) 45: 70–79.
- [16] An M. De Schryver *et al.*, Uncertainties in the application of the species area relationship for characterisation factors of land occupation in life cycle assessment, *Int J Life Cycle Assess* (2010) 15:682–691.

- [17] Montserrat Núñez *et al.*, Assessing potential desertification environmental impact in life cycle assessment, *Int J Life Cycle Assess* (2010) 15:67–78.
- [18] Antje Burke *et al.*, Testing a Scandinavian Biodiversity Assessment Tool in an African Desert Environment, *Environmental Management* (2008) 42:698–706.
- [19] Ottar Michelsen, Assessment of Land Use Impact on Biodiversity. Proposal of a new methodology exemplified with forestry operations in Norway. *Int J LCA* (2007) 13(1) 22–31.
- [20] Erwin Lindeijer, Biodiversity and life support impacts of land use in LCA, *Journal of Cleaner Production* 8 (2000) 313–319.
- [21] Kandziora *et al.*, Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators—A theoretical matrix exercise, *Ecological Indicators* 28 (2013) 54–78.
- [22] Matt Walpole *et al.*, Developing Ecosystem Service Indicators, CBD Technical Series No 58 (2011)
- [23] Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France, *Collection « Études et documents » du Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD)* (2010).
- [24] EcoRessources pour le MAPRAT (2011) - Étude sur la faisabilité de l'évaluation monétaire des externalités agricoles et de leur rémunération, p 37
- [25] SETRA, 2010, Monétarisation des externalités environnementales, p110.
- [26] Chevassus, 2009, Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, Centre d'analyse stratégique
- [27] Rudolf de Groot *et al.*, Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units, *Ecosystem Services* 1 (2012) 50–61.
- [28] TEEB (2010) L'Économie des écosystèmes et de la biodiversité : Intégration de l'Économie de la nature. Une synthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB.
- [29] Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- [30] Elena Boriani *et al.*, Application of ERICA index to evaluation of soil ecosystem health according to sustainability threshold for chemical impact, *Science of the Total Environment* 443 (2013) 134–142.
- [31] Usha Damodhar & M. Vikram Reddy, Impact of pharmaceutical industry treated effluents on the water quality of river Uppanar, South east coast of India: A case study, *Appl Water Sci* (2013) 3:501–514
- [32] Valérie Bélanger *et al.*, Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada, *Ecological Indicators* 23 (2012) 421–430.
- [33] Annikki Mäkelä *et al.*, Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management, *Forest Ecology and Management* 285 (2012) 164–178.
- [34] Hector Andrade & Paul E. Renaud, Polychaete/amphipod ratio as an indicator of environmental impact related to offshore oil and gas production along the Norwegian continental shelf, *Marine Pollution Bulletin* 62 (2011) 2836–2844.

- [35] Elena Boriani et al., ERICA: A multiparametric toxicological risk index for the assessment of environmental healthiness, *Environment International* 36 (2010) 665–674.
- [36] Rose-Line Preud'Homme, Indicateurs de biodiversité en milieu agricole, *Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et Muséum National d'Histoire Naturelle*. 83p.- Document de travail – novembre 2009
- [37] Annette Evans et al., Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 (2009) 1082–1088.
- [38] Larrieu, L. & Gonin, P., L'indice de biodiversité potentielle (ipb) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue forestière française*, 6, (2008) 1-21
- [39] Adisa Azapagic, Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry, *Journal of Cleaner Production* 12 (2004) 639–662.
- [40] Davide Geneletti, Biodiversity Impact Assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity, *Environmental Impact Assessment Review* 23 (2003) 343–365
- [41] Link J.S & Brozdiak J., 2002. Report on the status of the NE US continental shelf ecosystem. *Northeast Fisheries Science Center Reference Document*, 2, 245.
- [42] Link J.S. & Almeida F.P., 2000. An overview and history of the food web dynamics program of the Northeast Fisheries Science Center. *Massachusetts : NOAA Technical Memorandum, NMFS-NE-159*. 60p.
- [43] Overholtz W. et al., 2000. Consumption of important pelagic fish and squid by predatory fish in the northeastern USA shelf ecosystem with some fishery comparisons. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 1147-1159.
- [44] Jochen A.G. Jaeger, Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation, *Landscape Ecology* 15: 115–130, 2000.
- [45] Azarovitz, T., 1981. A brief historical review of the Woods Hole Laboratory trawl survey time series. *Canadian Special Publication of fisheries and Aquatic Sciences*, 58, 62-67.
- [46] NEFC, 1988. An evaluation of the bottom trawl survey program of the Northeast Fishery Science Center. *NOAA Technical Memorandum, NMFS-F/NEC-52*. 83p.

## 5.5 ETAPE 2

- ALCAMO, J. et al., 2003. Development and testing of the WaterGAP 2 global model of water use and availability. *Hydrological Sciences Journal*, Issue 48, pp. 318-337.
- BARNOSKY, A. et al., 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?. *Nature*, Issue 471, pp. 51-57.
- BOUWMAN, A. & KRAM, T., 2006. *MNP Integrated Modelling of Global Environmental Change : An overview of IMAGE 2.4*. Bilthoven : Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP).
- BOUWMAN, A., VAN VUUREN, D., DERWENT, D. & POSCH, M., 2002. A global analysis of acidification and eutrophication of terrestrial ecosystems. *Water, Air & Soil Pollution*, Issue 141, pp. 349-382.
- CEBALLOS, G., GARCIA, A. & EHRLICH, P., 2010. The sixth extinction crisis - Loss of animal populations and species. *Journal of Cosmology*, Issue 8, pp. 1821-1831.
- CGDD, 2010. *Projet de caractérisation des fonctions écologiques des milieux en France*, s.l.: Etudes & documents.

CURRAN, M. et al., 2011. Toward meaningful endpoints of biodiversity in Life Cycle Assessment. *Environmental Science and Technology*, Issue 45, pp. 70-79.

ERB, K. et al., 2009. Analyzing the global human appropriation of the net primary production - processes, trajectories, implications. An introduction. *Ecological Economics*, Issue 69, pp. 250-259.

ETTER, A., McALPINE, C., SEABROOK, L. & WILSON, K., 2011. Incorporating temporality and biophysical vulnerability to quantify the human spatial footprint on ecosystems. *Biological Conservation*, Issue 144, pp. 1585-1594.

ETTER, A., McALPINE, C., SEABROOK, L. & WILSON, K., 2011. Incorporating temporality and biophysical vulnerability to quantify the human spatial footprint on ecosystems. *Biological Conservation*, Issue 144, pp. 1585-1594.

FAO, 2011. *Review of the state of world marine fishery resources*, Rome: FAO Fisheries and aquaculture technical paper - 569.

FAO, s.d. *Global HANPP Data*. [En ligne]  
Available at: <http://www.uni-klu.ac.at/socec/inhalt/1191.htm>

GOLLASCH, S., 2002. The importance of ship hull fouling as a vector of species introduction into the North Sea. *Biofouling*, Issue 18, pp. 105-121.

GOLLASCH, S., 2002. The importance of ship hull fouling as a vector of species introductions into the North Sea. *Biofouling*, Issue 18, pp. 105-121.

HABERL, H., ERB, K. & KRAUSMANN, F., 2013. *Global human appropriation of net primary production (HANPP)*. [En ligne]  
Available at: <http://www.eoearth.org/view/article/153031/>

HADDAD, N., HAARSTAD, J. & TILMAN, D., 2000. The effects of long-term nitrogen loading on grassland insect communities. *Oecologia*, Issue 124, pp. 73-84.

HEWITT, C., CAMPBELL, M., TRESHER, R. & MARTIN, J., 1999. Marine biological invasions of Port Phillip Bay, Victoria. *Centre for Research on Introduced Marine Pests Technical Reports*, Issue 20, pp. 1-344.

HUGUES, T. et al., 2003. Climate change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. *Science*, Volume 301, pp. 929-933.

JETZ, W., WILCOVE, D. & DOBSON, A., 2007. Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds. *PLoS Biology*, Issue 5, pp. 1211-1219.

KEITH, D. et al., 2013. Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. *PLoS One*, 8(5), pp. 1-25.

KEMPTON, R., 2002. Species diversity. *Encyclopedia of environmetrics*, Issue 4, pp. 2086-2092.

OLSON, D. et al., 2001. Terrestrial ecoregions of the World: A new map of life on Earth. *BioScience*, Issue 51, pp. 933-938.

PANDOLFI, J. et al., 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*, Issue 301, p. 955.

REID, W. et al., 2005. Un rapport de l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire. Dans: *Rapport de synthèse de l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (Millennium Ecosystem Assessment)*. Washington DC: Island Press, pp. 1-59.

SMITH, V., 2003. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems a global problem. *Environmental Science and Pollution Research*, Issue 10, pp. 126-139.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

THOMAS, C. et al., 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*, Issue 427, pp. 147-148.

VINEBROOKE, R. et al., 2003. Trophic dependence of ecosystem resistance and species compensation in experimentally acidified Lake 302S (Canada). *Ecosystems*, Issue 6, pp. 101-113.

WAKE, D. & VREDENBURG, V., 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Issue 105, pp. 11466-11473.

## ANNEXES

### Annexe A : Liste des références bibliographiques concernant les indicateurs ACV

Titre	Auteurs	Année
Development of a soil compaction indicator in life cycle assessment	Emmanuelle Garrigues & Michael S. Corson & Denis A. Angers & Hayo M. G. van der Werf & Christian Walter	2013
Global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA, 2013	Thomas Koellner & Roland Geyer	2013
Land use impacts on freshwater regulation, erosion regulation, and water purification: a spatial approach for a global scale level, 2013	Rosie Saad & Thomas Koellner & Manuele Margni	2013
UNEP-SETAC guidelines on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA, 2013	Thomas Koellner & Laura de Baan & Tabea Beck & Miguel Brandão & Barbara Civit & Manuele Margni & Llorenç Milà i Canals & Rosie Saad & Danielle Maia de Souza & Ruedi Müller-Wenk	2013
Global characterisation factors to assess land use impacts on biotic production, 2012	Miguel Brandão & Llorenç Milà i Canals	2012
Inclusion of soil erosion impacts in life cycle assessment on a global scale: application to energy crops in Spain, 2012	Montserrat Núñez & Assumpció Antón & Pere Muñoz & Joan Rieradevall	2012
Land use impacts on biodiversity in LCA: a global approach, 2012	Laura de Baan & Rob Alkemade & Thomas Koellner	2012
Principles for life cycle inventories of land use on a global scale, 2012	Thomas Koellner & Laura de Baan & Tabea Beck & Miguel Brandao & Barbara Civit & Mark Goedkoop & Manuele Margni & Llorenç Milà i Canals & Ruedi Müller-Wenk & Bo Weidema & Bastian Wittstock	2012
Assessment of land use impacts on soil ecological functions: development of spatially differentiated characterization factors within a Canadian context, 2011	Rosie Saad & Manuele Margni & Thomas Koellner & Bastian Wittstock & Louise Deschênes	2011
Land use indicators in life cycle assessment: a case study in beer production, 2011	Tuomas Mattila & Tuomas Helin & Riina Antikainen	2011
Review on land use consideration in life cycle assessment: methodological perspectives for marine ecosystems, 2011	Juliette Langlois, Arnaud Helias, Jean-Philippe Delgenès, Jean-Philippe Steyer	2011
Coupling GIS and LCA for biodiversity assessments of land use, 2010	Roland Geyer & Jan P. Lindner & David M. Stoms & Frank W. Davis & Bastian Wittstock	2010
Toward Meaningful End Points of Biodiversity in Life Cycle Assessment, 2010	Michael Curran, Laura de Baan, An M. De Schryver, Rosalie Van zelm, Stefanie Hellweg, Thomas Koellner, Guido Sonnemann and Mark A.J. Huijbregts	2010
Uncertainties in the application of the species area relationship for characterisation factors of land occupation in life cycle assessment, 2010	An M. De Schryver & Mark J. Goedkoop & Rob S. E. W. Leuven & Mark A. J. Huijbregts	2010
Assessing potential desertification environmental impact in life cycle assessment, 2009	Montserrat Núñez & Bárbara Civit & Pere Muñoz & Alejandro Pablo Arena & Joan Rieradevall & Assumpció Antón	2009
Testing a Scandinavian Biodiversity Assessment Tool in an African Desert Environment, 2008	Antje Burke, Lasse Kyla-korpi, Bernt Rydgren Rainer Schneeweiss	2008
Assessment of Land Use Impact on Biodiversity, 2007	Ottar Michelsen	2007
Biodiversity and life support impacts of land use in LCA, 2000	Erwin Lindeijer	2000

### Annexe B : Liste des références bibliographiques concernant les indicateurs de services écosystémiques

Titre et Source	Auteurs	Année
Services écosystémiques et fonctions écologique		
Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators	Kandziora et al	2012
Developping Ecosystem Service Indicators, PNUÉ	Matt Walpole, Claire Brown, Megan Tierney and Abisha Mapendembe	2011
Services écosystémiques monétarisés		
Étude sur la faisabilité de l'évaluation monétaire des externalités agricoles et de leur rémunération, p 37 EcoRessources pour le MAPRAT	Maribel Hernandez	2011
Monétarisation des externalités environnementales, p110. SETRA,	Damien Grangeon	2010
Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, Centre d'analyse stratégique, La Documentation française	Chevassus- Au-Louis B.	2009
Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units	Rudolph De Groot et al	2012
Donner une valeur à l'environnement, Commissariat Général au Développement Durable	Michèle Pappalardo	2010

**Annexe C : Liste des références bibliographiques concernant les indicateurs sectoriels**

Titre	Auteur	Année	Source	Secteur d'activité
Polychaete/amphipod ratio as an indicator of environmental impact related to offshore oil and gas production along the Norwegian continental shelf	Hector Andrade, Paul E. Renaud	2011	ANDRADE, H., RENAUD, P.E., 2011. Polychaete/amphipod ratio as an indicator of environmental impact related to offshore oil and gas production along the Norwegian continental shelf. <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 62, 2836-2844.	Oil & Gas
Biodiversity Impact Assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity	Davide Geneletti	2003	GENELETTI, D., 2003. Biodiversity Impact Assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. <i>Environmental Impact Assessment Review</i> , 23, 343-365.	Transport
Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry	Adisa Azapagic	2004	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. <i>Journal of Cleaner Production</i> , 12, 639-662.	Industrie extractive
Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada	Valérie Bélanger, Anne Vanasse, Diane Parent, Guy Allard, Doris Pellerin	2012	BELANGER, V., VANASSE, A., PARENT, D., ALLARD, G., PELLERIN, D., 2012. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. <i>Ecological Indicators</i> , 23, 421-430.	Agriculture
Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies	Annette Evans, Vladimir Strezov, Tim J. Evans	2009	EVANS, A., STREZOV, V., EVANS, T.J., 2009. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 13, 1082-1088.	Electric Utilities
Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture	Rose-Line Preud'Homme	2009	PREUD'HOMME, R.L., 2009. Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture. Paris : Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et Muséum National d'Histoire Naturelle. 83p.	Agriculture
Impact of pharmaceutical industry treated effluents on the water quality of river Uppanar, South east coast of India: A case study	Usha Damodhar, M. Vikram Reddy	2013	DAMODHAR, U., REDDY, M.V., 2013. Impact of pharmaceutical industry treated effluents on the water quality of river Uppanar, South east coast of India: A case study. <i>Applied Water Science</i> , 3, 501-514.	Pharmacie/cosmétique
ERICA : A multiparametric toxicological risk index for the assessment of environmental healthiness	Elena Boriani, Alessandro Mariani, Diego Baderna, Cinzia Moretti, Marco Lodi, Emilio Benfenati	2010	BORIANI, E., MARIANI, A., BADERNA, D., MORETTI, D., LODI, M., BENFENATI, E., 2010. ERICA: A multiparametric toxicological risk index for the assessment of environmental healthiness. <i>Environment International</i> , 36, 7, 665-674.	Pharmacie/cosmétique
Application of ERICA index to evaluation of soil ecosystem health according to sustainability threshold for chemical impact	Elena Boriani, Emilio Benfenati, Diego Baderna, Marianne Thomsen	2013	BORIANI, E., BENFENATI, E., BADERNA, D., THOMSEN, M., 2013. Application of ERICA index to evaluation of soil ecosystem health according to sustainability threshold for chemical impact. <i>Science of the total environment</i> . 134-142.	Pharmacie/cosmétique
Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management	Annikki Mäkelä, Miren del Rio, Jari Hynynen, Michael J. Haukins, Christopher Reyer, Paula Soares, Marcel van Oijen, Margarida Tomé	2012	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. <i>Forest Ecology and Management</i> , 285, 164-178.	Foresterie
Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation	Jochen A.G. Jaeger	2000	JAEGER, J.A.G., 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. <i>Landscape Ecology</i> , 15, 115-130.	Transport
Defining trends and thresholds in responses of ecological indicators to fishing and environmental pressures	Scott Large, Gavin Fay, Kevin D. Friedland, Jason, S. Link	2013	LARGE, S.I., FAY, G., FRIEDLAND, K.D., LINK, S.L., 2013. Defining trends and thresholds in responses of ecological indicators to fishing and environmental pressures. <i>ICES Journal of Marine Science</i> , 70, 4, 755-767.	Pêche
Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions	The Energy & Biodiversity Initiative	?	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Oil & Gas
Oil and gas industry guidance on voluntary sustainability reporting - Section 4 : Environmental indicators	IPIECA	?	IPIECA. Oil and gas industry guidance on voluntary sustainability reporting - Section 4 : Environmental indicators	Oil & Gas
NEEDS : New Energy Externalities Developments for Sustainability - Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options	HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHER, P., DONES, R., SIMONS, A., SCHENLER, W., BACHMANN, T., GALLEGO CARRERA, D.	2008	HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHER, P., DONES, R., SIMONS, A., SCHENLER, W., BACHMANN, T., GALLEGO CARRERA, D., 2008. NEEDS : New Energy Externalities Developments for Sustainability - Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options.	Electric Utilities
Global Reporting Initiative : Indicateurs et protocoles : environnement	Global Reporting Initiative	2006	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Tous secteurs
Global Reporting Initiative : Sustainability Reporting Guidelines & Electric Utilities Sector Supplement	Global Reporting Initiative	2011	Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines & Electric Utilities Sector Supplement	Electric Utilities
Global Reporting Initiative : Sustainability Reporting Guidelines & Construction and Real Estate Sector Supplement	Global Reporting Initiative	2011	Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines & Construction and Real Estate Sector Supplement	BTP
Global Reporting Initiative : Sustainability Reporting Guidelines & Mining and Metals Sector Supplement	Global Reporting Initiative	2011	Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines & Mining and Metals Sector Supplement	Industrie extractive

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Titre	Auteur	Année	Source	Secteur d'activité
Global Reporting Initiative : Oil and Gas - Sector Supplement	Global Reporting Initiative	?	Global Reporting Initiative. GRI Oil and Gas - Sector Supplement. Disponible sur : <a href="https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/OGSS-Summary-Guide-Quick-Ref-Sheet.pdf">https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/OGSS-Summary-Guide-Quick-Ref-Sheet.pdf</a>	Oil & Gas
Indice de biodiversité à long-terme	UICN, Lafarge	?	Source manquante	Industrie extractive
Indicateur biodiversité pour les produits agricoles	Solagro, ACTA	?	Source manquante	Agriculture
L'indice de biodiversité potentielle (ipb) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers	Larrieu, Gonin	2008	LARRIEU, L., GONIN, P., 2008. L'indice de biodiversité potentielle (ipb) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. <i>Revue forestière française</i> , 6, 1-21.	Foresterie
Directive 2002/49/CE du parlement européen et du conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement	Parlement européen	2002	Parlement européen, 2002. Directive 2002/49/CE du parlement européen et du conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Journal officiel des Communautés européennes. Disponible sur : <a href="http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0012:FR:PDF">http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0012:FR:PDF</a>	Transport
Managing environmental performance - key indicators	Veolia environnement	2012	Managing environmental performance - key indicators. Disponible sur : <a href="http://www.veolia.com/en/group/performance/environnemental-performance/">http://www.veolia.com/en/group/performance/environnemental-performance/</a>	Eau
Water UK sustainability indicators 2010/11	Water UK	2011	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Eau

**Annexe D : Liste des références bibliographiques concernant les indicateurs généraux de la biodiversité**

Titre	Auteur	Année	Source
BIP indicators	UNEP-WCMC	2012	Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Les indicateurs de l'Observatoire National de la Biodiversité	Observatoire National de la Biodiversité	2013	Disponible sur : <a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Provisional Indicators for Assessing Progress towards the 2010 Biodiversity Target	Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique	2010	Disponible sur : <a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Streamlining European Biodiversity Indicators	European Environment Agency	2010	Disponible sur : <a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole	MEEDDM		MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1)	Laura MAXIM	2010	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Observations et statistiques - Indicateurs et indices	MEDDE	2013	Disponible sur : <a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-</a>

Annexe E : L'indicateur de service écosystémique monétarisé

Service recensé	Catégorie de service écosystémique traité	Habitat concerné	Type d'indicateur équivalent ACV	Valeur	Origine scientifique	Référence
Stockage du carbone	Régulation	Prairies	Mid point	32 € / t (2008)	Ingénierie	[24]
Eau (régulation des débits)	Régulation	Services agricole	Mid point	non évaluée	Ingénierie	[24]
Eau (régulation des débits)	Régulation	Prairies	Mid point	non évaluée	Ingénierie	[24]
Eau (régulation des débits)	Régulation	Forêts tempérées	Mid point	30 à 120 € / ha / an pour 300 m <sup>3</sup> d'eau stockée par ha	Ingénierie	[24]
Eau (régulation des débits)	Régulation	Zones humides	Mid point	113-163 €/ha/an	Ingénierie	[24]
Eau (régulation des débits)	Régulation	Zones humides	Mid point	185-570€/ha/an	Ingénierie	[24]
Eau (régulation des débits)	Régulation	Zones humides	Mid point	182 - 594 €/ha/an	Ingénierie	[24]
Eau (régulation des débits)	Régulation	Zones humides	Mid point	350 à 690 €/ha/an	Ingénierie	[24]
Eau (régulation des débits)	Régulation	Zones humides	Mid point	21 à 40 € /an	Ingénierie	[24]
Eau (régulation des débits)	Régulation	Zones humides	Mid point	20 k€ / logement	Ingénierie	[24]
Eau (ressource)	Approvisionnement	Zones humides	Mid point	non évaluée	Ingénierie	[24]
Global	Services récréatifs	Zones humides	Mid point	353€/ha/an	Ingénierie	[24]
Eau (qualité)	Régulation	Zones humides	Mid point	8,5 à 132 € par ménage / an	Ingénierie	[24]
Eau (qualité)	Régulation	Surfaces agricoles	Mid point		Ingénierie	[24]
Pêche	Services récréatifs	Zones humides	Mid point	80 - 120 €/ha/an 2008	Ingénierie	[24]
Chasse	Services récréatifs	Zones humides	Mid point	230 - 330 €/ha/an 2008	Ingénierie	[24]
Pêche	Services récréatifs	Zones humides	Mid point	460 € /an 2008	Ingénierie	[24]
Promenades	Services récréatifs	Zones humides	Mid point	672 € / an 2008	Ingénierie	[24]
Eau (qualité)	Régulation	Prairies	Mid point	90 €/ha/an 2009	Ingénierie	[24]
Eau (qualité)	Préservation	Surfaces agricoles	Mid point	0,015 à 1,5 €/m <sup>3</sup> (1998)	Ingénierie	[24]
Conservation des sols	Préservation	Surfaces agricoles	Mid point	1800 M€/an	Ingénierie	[24]
Conservation des sols	Préservation	Prairies	Mid point	150 € / ha / an	Ingénierie	[24]
Global	Préservation	Prairies	Mid point	600 € / ha / an	Ingénierie	[24]
Global	Préservation	Parcs	Mid point	610 €2010/ hectare/ an	Ingénierie	[24]
Faune	Préservation	Parcs	Mid point	186 à 186 €/ménage/an	Ingénierie	[24]
Biodiversité	Préservation	Zones humides	Mid point	4,24 € par espèce /ménage/an	Ingénierie	[24]
Oiseaux	Préservation	Surfaces agricoles	Mid point	23 à 25,5 € /ménage par mois	Ingénierie	[24]
Préservation	<b>Préservation</b>	<b>Zones humides littorales</b>	Mid point	<b>18,1 et 62,6 M€/an</b>	Ingénierie	[24]
Global	Préservation	Paysages	Mid point	30 € à 45 / ha / an	Ingénierie	[24]
Global	Préservation	Bocages	Mid point	15 à 93 € /ménage/an	Ingénierie	[24]
Global	Préservation	Landes	Mid point	0 à 9,66 € / ménage-touriste / an	Ingénierie	[24]
Global	Viabilité, dynamisme et occupation du territoire	Rural	Mid point	non évaluée	Ingénierie	[24]
Global	Viabilité, dynamisme et occupation du territoire	Rural	Mid point	74 E / ménage / an	Ingénierie	[24]

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Service recensé	Catégorie de service écosystémique traité	Habitat concerné	Type d'indicateur équivalent ACV	Valeur	Origine scientifique	Référence
Bois (ressource)	Approvisionnement	Forêts tempérées	Mid point	[75 ; 160] € 2009	Ingénierie	[25]
Cueillette	Approvisionnement	Forêts tempérées	Mid point	[10 ; 15] € 2009	Ingénierie	[25]
Fixation du carbone	Régulation	Forêts tempérées	Mid point	115 € 2009	Ingénierie	[25]
Stockage du carbone	Régulation	Forêts tempérées	Mid point	414 € [207 ; 414] € 2009	Ingénierie	[25]
Eau (qualité)	Régulation	Forêts tempérées	Mid point	90 € 2009	Ingénierie	[25]
Eau (régulation des	Régulation	Forêts tempérées	Mid point	non évaluée	Ingénierie	[25]
Biodiversité	Préservation	Forêts tempérées	Mid point	non évaluée	Ingénierie	[25]
Promenades	Services récréatifs	Forêts tempérées	Mid point	[0 ; 1000] € 2009	Ingénierie	[25]
Chasse	Services récréatifs	Forêts tempérées	Mid point	[55 ; 69] € 2009	Ingénierie	[25]
Global	<b>Global</b>	<b>Forêts tempérées</b>	End point	~ 970 [500 ; 2000] € 2009	Ingénierie	[25]
Stockage du carbone	Régulation	Prairies	Mid point	[23 ; 47] € 2009	Ingénierie	[25]
Stockage du carbone	Régulation	Prairies	Mid point	[160 ; 320] € 2009	Ingénierie	[25]
Eau (qualité)	Régulation	Prairies	Mid point	90 € 2009	Ingénierie	[25]
Eau (régulation des	Régulation	Prairies	Mid point	non évaluée	Ingénierie	[25]
Pollinisation	Régulation	Prairies	Mid point	[60 ; 80] € 2009	Ingénierie	[25]
Chasse	Services récréatifs	Prairies	Mid point	[4 ; 69] € 2009	Ingénierie	[25]
Autres services culturels	Services culturels	Prairies	Mid point	60 € 2009	Ingénierie	[25]
Global	<b>Global</b>	<b>Prairies</b>	End point	<b>600 € 2009</b>	Ingénierie	[25]
Pêche	Approvisionnement	Massifs coraliens	Mid point	40 – 900 \$ 2007 / ha / an	Biologiste	[26]
Aquariophilie	Approvisionnement	Massifs coraliens	Mid point	1 – 10 \$ 2007 / ha / an	Biologiste	[26]
Aquaculture	Approvisionnement	Massifs coraliens	Mid point	1 – 65 \$ 2007 / ha / an	Biologiste	[26]
Matériaux de construction	Approvisionnement	Massifs coraliens	Mid point	10 – 270 \$ 2007 / ha / an	Biologiste	[26]
Protection côtière	Régulation	Massifs coraliens	Mid point	8 – 40 000 \$ 2007 / ha / an	Biologiste	[26]
Biodiversité	Régulation	Massifs coraliens	Mid point	1 – 660 \$ 2007 / ha / an	Biologiste	[26]
Traitement des eaux	Régulation	Massifs coraliens	Mid point	75 – 100 \$ 2007 / ha / an	Biologiste	[26]
Tourisme et services récréatifs	Services récréatifs	Massifs coraliens	Mid point	100 – 37 000 \$ 2007 / ha / an	Biologiste	[26]
Recherche et éducation	Services culturels	Massifs coraliens	Mid point	5 – 200 \$ 2007 / ha / an	Biologiste	[26]
Valeur d'existence et d'option	Services culturels	Massifs coraliens	Mid point	3 – 160 \$ 2007 / ha / an	Biologiste	[26]
Global	<b>Global</b>	<b>Massifs coraliens</b>	End point	<b>1 000 – 17 700 \$ 2007 / ha / an</b>	Biologiste	[26]
Global	<b>Global</b>	<b>Massifs coraliens (français)</b>	End point	<b>5 000 – 10 000 \$ 2007 / ha / an</b>	Biologiste	[26]
	Préservation	Zones humides	Mid point	Médiane : 13 Moyenne : 16 500 \$ 2006 ? / ha / an	Biologiste	[26]
Valeur d'agrément	<b>Global</b>	<b>Zones humides</b>	End point	Médiane : 50 Moyenne : 6900 \$ 2006 ? / ha / an	Biologiste	[26]
Bois de chauffage	Approvisionnement	Zones humides	Mid point	Médiane : 18 Moyenne : 70 \$ 2006 ? / ha / an	Biologiste	[26]
Matériaux	Approvisionnement	Zones humides	Mid point	Médiane : 32 Moyenne : 270 \$ 2006 ? / ha / an	Biologiste	[26]
Pêche	Services récréatifs	Zones humides	Mid point	Médiane : 36 Moyenne : 2 100 \$ 2006 ? / ha / an	Biologiste	[26]
Chasse	Services récréatifs	Zones humides	Mid point	Médiane : 50 Moyenne : 1 420 \$ 2006 ? / ha / an	Biologiste	[26]
Habitats et nurseries	Préservation	Zones humides	Mid point	Médiane : 68 Moyenne : 1 820 \$ 2006 ? / ha / an	Biologiste	[26]
Eau (qualité)	Régulation	Zones humides	Mid point	Médiane : 28 Moyenne : 7300 \$ 2006 ? / ha / an	Biologiste	[26]
Eau (ressource)	Approvisionnement	Zones humides	Mid point	Médiane : 18 Moyenne : 1 300 \$ 2006 ? / ha / an	Biologiste	[26]
Protection contre les inondations	Régulation	Zones humides	Mid point	Médiane : 25 Moyenne : 3 900 \$ 2006 ? / ha / an	Biologiste	[26]
	<b>Global</b>	<b>Zones humides</b>	End point	Médiane : 170 Moyenne : 3 000 \$ 2008 / ha / an	Biologiste	[26]
	<b>Global</b>	<b>Zones humides</b>	End point	Médiane : 200 Moyenne : 10 000 \$ 2008 / ha / an	Biologiste	[26]

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Service recensé	Catégorie de service écosystémique traité	Habitat concerné	Type d'indicateur équivalent ACV	Valeur	Origine scientifique	Référence
Biodiversité	Préservation	Zones humides	Mid point	Médiane : 15 Moyenne : 19 000 \$ 2008 / ha / an	Biologiste	[26]
	Préservation	Zones humides	Mid point	291-320 €2003 / ha / an	Biologiste	[26]
	Préservation	Zones humides	Mid point	179-394 €2003 / ha / an (CAP moyen)	Biologiste	[26]
	Préservation	Zones humides	Mid point	307 €2005 / ha / an (CAP moyen pour passer d'une protection	Biologiste	[26]
	Préservation	Zones humides	Mid point	659-1 652 €2008 / ha / an (CAP moyen)	Biologiste	[26]
Conservation des surfaces	Préservation	Forêts tropicales	Mid point	517-1 563 €2008 Paiement unique : 4 \$ / ha / an	Biologiste	[26]
Conservation des surfaces	Préservation	Forêts tropicales	Mid point	Paiement annuel** : 26,8 \$ / ha / an Paiement unique : 25 \$ / ha / an	Biologiste	[26]
				Paiement annuel** : 1400 \$ / ha / an		
Global	Global	Océan	End point	490 \$ / ha / an	Ecologue/économiste	[27]
Global	Global	Corail	End point	350 000 \$ / ha / an	Ecologue/économiste	[27]
Global	Global	Ecosystèmes mondiaux	End point	33 000 Billion \$ 1998	Ingénierie	[24]
					Economiste & Ecologue	[28]
Agroalimentaire	Approvisionnement		Mid point	981 Billion \$ 2000	Economiste	[29]
Foresterie	Approvisionnement		Mid point	400 Billion \$ 2000	Economiste	[29]
Pêche	Approvisionnement		Mid point	80 Billion \$ 2000	Economiste	[29]
Aquaculture	Approvisionnement		Mid point	57 Billion \$ 2000	Economiste	[29]
Tourisme et services	Services récréatifs		Mid point	50 Billion \$ 2000	Economiste	[29]

**Annexe F : Les indicateurs des services écosystémiques**

Indicateurs de mesure des fonctions écologiques	Service écosystémique	Catégorie de service écosystémique traité	Type d'indicateur équivalent ACV	Origine scientifique	Référence
Source-sink of methane, carbon dioxide and water vapour (t C/ha*a) Amount of stored trace gases in marine systems, vegetation and soils (t C/ha)	Global climate regulation	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Temperature / Temperature amplitudes (°C) Albedo (%) Precipitation / evapotranspiration(mm) Wind (Bft) Shaded areas (ha, %)	Local climate regulation	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Leaf area index Air quality amplitudes (ppb) Air quality standards deviation (ppb) Level of pollutants in the air	Air quality regulation	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Groundwater recharge rate (mm/ha*a)	Water flow regulation	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Sediment load (g/l) Total dissolved solids (mg/l)	Water purification	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Leakage of nutrients (kg/ha*a) Electrical conductivity ( S/cm) Total dissolved solids (mg/l) Turnover rates of nutrients, e.g. N, P (y-1)	Nutrient regulation	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Vegetation cover (%) Loss of soil particles by water and wind (kg/ha*a)	Erosion regulation	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Number of prevented hazards (n/a) Natural barriers (mangroves, coral reefs...)(%, ha)	Natural hazard protection	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Species numbers and amount of pollinators (n/ha)	Pollination	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Populations of biological disease and pest control agents (n/ha)	Pest and disease control	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Amount and number of decomposers (n/ha) Decomposition rate (kg/ha*a)	Regulation of waste	Régulation	Mid-point	Ecologie	[27]
Harvested crops (t/ha*a, kJ/ha*a) Net primary production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Crops	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Harvested plants (t/ha*a, kJ/ha*a) Net primary production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Biomass for energy	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Fodder plant harvest (t/ha, kJ/ha*a) Net primary production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Fodder	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Area used for harvesting fodder (ha) Number of animals (n/ha*a, kJ/ha*a) Respective animal products (t/ha*a) Animal production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Livestock	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Harvested fibre in t/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Fibre	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Harvested wood in (solid) m3*a, volume*a Net primary production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Timber	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Harvested wood in (solid) m3*a, volume*a Net primary production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Wood fuel	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Caught fish/seafood/algae in (t/ha*a, kJ/ha*a) Animal production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Fish, seafood and edible algae	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Harvest of seafood/algae in (t/ha*a, kJ/ha*a) Animal production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Aquaculture	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Amount of respective items collected, number of wild species used for nutrition (kg/ha*a) Catch of fish/shots of wild animals (kg/ha*a) Harvested plant biomass (t C/ha*a)	Wild food, semi-domestic livestock and ornamental resources	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Amount or number of products used for medicine/biochemical (kg/ha*a, n/ha*a) Net primary production (t C/ha*a, kJ/ha*a) Yield (D/ha*a)	Biochemicals and medicine	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Withdrawal of freshwater (l/ha*a, m3/ha*a)	Freshwater	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Excavated minerals (t/ha*a)	Mineral resources	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]
Converted energy (kWh/ha) Produced electricity (kWh/ha)	Abiotic energy sources	Approvisionnement	Mid-point	Ecologie	[27]

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Indicateurs de mesure des fonctions écologiques	Service écosystémique	Catégorie de service écosystémique traité	Type d'indicateur équivalent ACV	Origine scientifique	Référence
Net Productivity (in kcal/ha/year)	Food	Approvisionnement	Mid-point	Divers	[28]
Max sustainable water extraction (m3/ha/Year)	Water	Approvisionnement	Mid-point	Divers	[28]
Net productivity (kg/ha/y)	Fibre and fuel and other raw material	Approvisionnement	Mid-point	Divers	[28]
Maximum sustainable harvest	Genetic materials: genes for resistance	Approvisionnement	Mid-point	Divers	[28]
Maximum sustainable harvest (kg/ha/y)	Biochemical products and medicinal resources	Approvisionnement	Mid-point	Divers	[28]
Total biomass (kg/ha)	Ornamental species and/or resources	Approvisionnement	Mid-point	Divers	[28]
Amount of aerosols or chemicals 'extracted'	Air quality regulation	Régulation	Mid-point	Divers	[28]
Quantity of Greenhouse gases, fixed and/or emitted	Climate regulation	Régulation	Mid-point	Divers	[28]
Reduction of flood-danger and prevented damage to infrastructure	Natural hazard mitigation	Régulation	Mid-point	Divers	[28]
Quantity of water retention and influence of hydrological regime	Water regulation	Régulation	Mid-point	Divers	[28]
Max amount of chemicals that can be recycled or immobilized on a sustainable basis	Waste treatment	Régulation	Mid-point	Divers	[28]
Amount of soil retained or sediment captured	Erosion protection	Régulation	Mid-point	Divers	[28]
Amount of topsoil (re) generated per ha/y	Soil formation and regeneration	Régulation	Mid-point	Divers	[28]
Dependence of crops on natural pollination	Pollination	Régulation	Mid-point	Divers	[28]
Reduction of human diseases, live-stock pests	Biological regulation	Régulation	Mid-point	Divers	[28]
Dependence of other ecosystems (or 'economies') on nursery service	Nursery habitat	Support	Mid-point	Divers	[28]
Ecological value (i.e.difference between actual and potential biodiversity value)	Genepool protection	Support	Mid-point	Divers	[28]
Expressed aesthetic value, for example: number of houses bordering natural areas, number of users of 'scenic routes'	Aesthetic: appreciation of natural scenery	Culturel	Mid-point	Divers	[28]
Maximum sustainable number of people and facilities	Recreational: opportunities for tourism and recreational activities	Culturel	Mid-point	Divers	[28]
Actual use number of books, paintings. Using ecosystems as inspiration	Inspiration for culture, art and design	Culturel	Mid-point	Divers	[28]
Number of people 'using' forests for cultural heritage and identity	Cultural heritage and identity: sense of place and belonging	Culturel	Mid-point	Divers	[28]
Number of people who attach spiritual or religious significance to ecosystems	Spiritual and religious inspiration	Culturel	Mid-point	Divers	[28]
Number of classes visiting Number of scientific studies	Education and science opportunities for formal and informal education and training	Culturel	Mid-point	Divers	[28]

Annexe G : Les indicateurs sectoriels

Nom de l'indicateur (traduit)	Problématique biodiversité traitée	Sources et références	Origine scientifique	Secteur d'activité
Répartition quantitative de chaque ressource primaire commercialisable extraite	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Quantité totale des déchets extraits (matériau non commercialisable, y compris les surcharges)	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Rendement de l'ensemble des produits (pourcentage de la quantité de produits commercialisables par rapport à la quantité totale de matière extraite)	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Pourcentage de chaque ressource extraite par rapport à la quantité totale des réserves exploitables pour la ressource	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Superficie totale des développement autorisés (carrières / mines et installations de production)	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Superficie totale nouvellement ouverte pour les activités d'extraction (y compris les zones de stockage des résidus)	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Pourcentage de superficies nouvellement ouvertes par rapport à la superficie totale des développement autorisés	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Superficie totale de forêts ayant été déboisées pour les activités d'extraction	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Nombre de sites situés sur des aires protégées ou écologiquement sensibles, en incluant les développement en cours et à venir	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Type et quantité totale de produits chimiques utilisés	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Pourcentage de déchets chimiques	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Consommation totale d'eau (réseau et eau de surface et/ou souterraine)	Surexploitation	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Pourcentage d'eau recyclée et réutilisée (eau de refroidissement, eau de pluie, ...) par rapport à la quantité totale prélevée	Surexploitation	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Nombre de carrières/mines fermées	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Nombre de sites réhabilités	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Surface totale réhabilitée	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Pourcentage de superficies réhabilitées par rapport à la superficie totale occupée par les mines / carrières fermées ou en attente de réhabilitation	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Nombre de récompenses pour la réhabilitation	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Nombre de sites officiellement désignés pour leur intérêt biologique, récréatif ou autre, suite à la réhabilitation	Etat de la biodiversité	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Nombre net d'arbres plantés (nombre d'arbres plantés moins nombre d'arbres abattus)	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Nombre d'espèces appartenant à la Liste Rouge UICN affectées par les opérations (GRI)	Etat de la biodiversité	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Problématique biodiversité traitée	Sources et références	Origine scientifique	Secteur d'activité
Emissions de gaz à effet de serre (CO2, NH4, N2O, HFCs, PFCs, SF6) (quantité par substance) (GRI)	Changement climatique	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Nombre d'arbres adultes équivalents nécessaires pour la séquestration des émissions totales de CO2	Services écosystémiques	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Quantité totale des émissions de CO2 pouvant théoriquement être séquestrée par les arbres plantés	Services écosystémiques	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Emissions nettes de CO2 (émissions totales de CO2 moins le CO2 potentiellement séquestré par les arbres)	Changement climatique	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Emission de substances favorisant l'appauvrissement de la couche d'ozone	Changement climatique	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Emission de gaz acidifiants (Nox, SO2 et autres)	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Emission de particules	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Emissions toxiques (y compris les métaux lourds, dioxines, silice et autre) (quantité par substance)	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Volume total des eaux rejetées dans les cours d'eau (GRI)	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Volume total des résidus et méthodes d'élimination	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Pourcentage de sites autorisés causant des problèmes de qualité de l'eau (eau de surface ou souterraine) par rapport au nombre total de sites autorisés	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Quantité des substances rejetées avec les effluents liquides (GRI)	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Quantité de déchets solides dangereux et non dangereux par type	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Pourcentage de sites autorisés ayant un problème de contamination du sol par rapport au nombre total de sites autorisés	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Nombre total de plaintes externes liées au bruit, la saleté et la poussière de la route, l'impact visuel et autres nuisances	Changement de l'habitat	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Nombre d'accidents environnementaux	Pollutions	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Pourcentage de la distance pour le transport des produits jusqu'aux clients, par route, ferroviaire, maritime	Espèces invasives	AZAPAGIC, A., 2004. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12, 639-662.	Ecologie	Industrie extractive
Indice de biodiversité à long-terme	Etat de la biodiversité	SOURCE MANQUANTE	Ecologie	Industrie extractive
Espèces domestiques : nombre d'espèces animales élevées et végétales cultivées en France et au sein de l'exploitation	Surexploitation	PREUD'HOMME, R.L., 2009. Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture. Paris : Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et Muséum National d'Histoire Naturelle. 83p.	Agriculture et écologie	Agriculture
Races et variétés patrimoniales : nombre de races animales élevées et de variétés végétales cultivées locales, anciennes, ou en danger selon le PDRH. % par rapport au nombre total élevées et/ou cultivées en France et au sein de l'exploitation	Surexploitation	PREUD'HOMME, R.L., 2009. Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture. Paris : Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et Muséum National d'Histoire Naturelle. 83p.	Agriculture et écologie	Agriculture
STOC oiseaux communs : évolution à l'échelle nationale des oiseaux communs généralistes et spécialistes des milieux agricole, forestier et bâti depuis 1989	Etat de la biodiversité	PREUD'HOMME, R.L., 2009. Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture. Paris : Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et Muséum National d'Histoire Naturelle. 83p.	Agriculture et écologie	Agriculture
Tendances d'évolution pour d'autres groupes (biodiversité sauvage ordinaire) : moyenne géométrique des indices de variation d'abondance des espèces	Etat de la biodiversité	PREUD'HOMME, R.L., 2009. Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture. Paris : Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et Muséum National d'Histoire Naturelle. 83p.	Agriculture et écologie	Agriculture

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Problématique biodiversité traitée	Sources et références	Origine scientifique	Secteur d'activité
Indice de spécialisation des communautés (CSI) : % des espèces spécialistes des milieux agricoles par rapport au nombre total d'espèces et CSI moyen des relevés de la parcelle ou de l'exploitation	Etat de la biodiversité	PREUD'HOMME, R.L., 2009. Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture. Paris : Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et Muséum National d'Histoire Naturelle. 83p.	Agriculture et écologie	Agriculture
Espèces protégées ou menacées des milieux agricoles : % des status de l'UICN ou des états de conservation (DHFF) concernés par des espèces spécialistes du milieu agricole et évolution des statuts	Etat de la biodiversité	PREUD'HOMME, R.L., 2009. Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture. Paris : Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et Muséum National d'Histoire Naturelle. 83p.	Agriculture et écologie	Agriculture
Surface de biodiversité : évaluation de la surface de biodiversité calculée à partir du tableau des BCAE ou % de la surface réelle de biodiversité par rapport à la surface totale de l'exploitation (calcul possible par catégories d'habitats)	Changement de l'habitat	PREUD'HOMME, R.L., 2009. Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture. Paris : Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche et Muséum National d'Histoire Naturelle. 83p.	Agriculture et écologie	Agriculture
Indicateur biodiversité pour les produits agricoles	Changement de l'habitat	SOURCE MANQUANTE	Agriculture	Agriculture
Pratiques de travail du sol : ratio des surfaces sous différentes pratiques de travail du sol (sans labour, labour minimum, labour conventionnel)	Changement de l'habitat	BELANGER, V., VANASSE, A., PARENT, D., ALLARD, G., PELLERIN, D., 2012. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. Ecological Indicators, 23, 421-430.	Ecologie	Agriculture
Rotation des cultures : nombre de culture et fréquence des cultures en rotation	Surexploitation	BELANGER, V., VANASSE, A., PARENT, D., ALLARD, G., PELLERIN, D., 2012. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. Ecological Indicators, 23, 421-430.	Ecologie	Agriculture
Gestion intégrée des ravageurs : niveau d'adoption de la gestion intégrée des ravageurs	Pollutions	BELANGER, V., VANASSE, A., PARENT, D., ALLARD, G., PELLERIN, D., 2012. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. Ecological Indicators, 23, 421-430.	Ecologie	Agriculture
Balance azotée : part de la superficie étant à l'équilibre pour l'azote	Pollutions	BELANGER, V., VANASSE, A., PARENT, D., ALLARD, G., PELLERIN, D., 2012. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. Ecological Indicators, 23, 421-430.	Ecologie	Agriculture
Balance phosphorée : part de la superficie étant à l'équilibre pour le phosphore	Pollutions	BELANGER, V., VANASSE, A., PARENT, D., ALLARD, G., PELLERIN, D., 2012. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. Ecological Indicators, 23, 421-430.	Ecologie	Agriculture
Protection des cours d'eau : respect ou non de la protection des cours d'eau	Changement de l'habitat	BELANGER, V., VANASSE, A., PARENT, D., ALLARD, G., PELLERIN, D., 2012. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. Ecological Indicators, 23, 421-430.	Ecologie	Agriculture
Parcelles forestières sur l'exploitation : présence ou absence de parcelles forestières sur l'exploitation	Etat de la biodiversité	BELANGER, V., VANASSE, A., PARENT, D., ALLARD, G., PELLERIN, D., 2012. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. Ecological Indicators, 23, 421-430.	Ecologie	Agriculture
Structure par âge et/ou distribution des diamètres (des arbres)	Etat de la biodiversité	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Forêt avec un plan de gestion	Surexploitation	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Composition spécifique des essences	Surexploitation	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Type de régénération forestière	Changement de l'habitat	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Espèces d'arbre introduites	Espèces invasives	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Volume de bois mort (debout et couché)	Etat de la biodiversité	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Espèces forestières menacées	Surexploitation	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Forêts protégées	Changement de l'habitat	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Forêts protégées (pour le sol, l'eau ou les écosystèmes spécifiques)	Changement de l'habitat	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Problématique biodiversité traitée	Sources et références	Origine scientifique	Secteur d'activité
Stock sur pied	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Produits forestiers non ligneux	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Ressources génétiques	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Biomasse énergétique issue du bois	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Stock de carbone	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Dépôt de polluants atmosphériques	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Etat du sol	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Dommages causés aux forêts	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Accessibilité pour les loisirs	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Valeurs culturelles et spirituelles	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Danger lié aux parasites et maladies	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Diversité d'arbustes du sous-bois	Etat de la biodiversité	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Arbres âgés et caverneux présents	Etat de la biodiversité	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Preuve de l'érosion	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Qualité de l'eau	Services écosystémiques	MAKELA, A., DEL RIO, M., HYNYNEN, J., HAWKINS, M.J., REYER, C., SOARES, P., VAN OIJEN, M., TOME, M., 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. Forest Ecology and Management, 285, 164-178.	Ecologie	Foresterie
Indice de biodiversité potentielle (IBP)	Etat de la biodiversité	LARRIEU, L., GONIN, P., 2008. L'indice de biodiversité potentielle (ipb) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. Revue forestière française, 6, 1-21.	Ecologie	Foresterie
Indice de Qualité de l'Eau de Bascaron	Pollutions	DAMODHAR, U., REDDY, M.V., 2013. Impact of pharmaceutical industry treated effluents on the water quality of river Uppanar, South east coast of India: A case study. Applied Water Science, 3, 501-514.	Ecologie	Pharmacie/cosmétique
Indice de Qualité de l'Eau du Conseil Canadien des ministres pour l'environnement	Pollutions	DAMODHAR, U., REDDY, M.V., 2013. Impact of pharmaceutical industry treated effluents on the water quality of river Uppanar, South east coast of India: A case study. Applied Water Science, 3, 501-514.	Ecologie	Pharmacie/cosmétique
Indice des risques environnementaux pour les produits chimiques (ERICA)	Pollutions	BORIANI, E., MARIANI, A., BADERNA, D., MORETTI, D., LODI, M., BENFENATI, E., 2010. ERICA: A multiparametric toxicological risk index for the assessment of environmental healthiness. Environment International, 36, 7, 665-674.	Ecologie	Pharmacie/cosmétique
Version améliorée d'ERICA	Pollutions	BORIANI, E., BENFENATI, E., BADERNA, D., THOMSEN, M., 2013. Application of ERICA index to evaluation of soil ecosystem health according to sustainability threshold for chemical impact. Science of the total environment. 134-142.	Ecologie	Pharmacie/cosmétique
Utilisation des sols (/ TWh)	Changement de l'habitat	EVANS, A., STREZOV, V., EVANS, T.J., 2009. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13, 1082-1088.	Ecologie	Electric utilities
Consommation d'eau (/kWh)	Surexploitation	EVANS, A., STREZOV, V., EVANS, T.J., 2009. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13, 1082-1088.		Electric utilities
Impacts sociaux (visuels, collisions avec les oiseaux, bruit, dommages aux rivières, odeur)	Changement de l'habitat	EVANS, A., STREZOV, V., EVANS, T.J., 2009. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13, 1082-1088.	Ecologie	Electric utilities
Ratio polychètes/amphipodes	Pollutions	ANDRADE, H., RENAUD, P.E., 2011. Polychaete/amphipod ratio as an indicator of environmental impact related to offshore oil and gas production along the Norwegian continental shelf. Marine Pollution Bulletin, 62, 2836-2844.	Ecologie	Oil & Gas

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Problématique biodiversité traitée	Sources et références	Origine scientifique	Secteur d'activité
Evaluation des impacts des routes sur la biodiversité	Changement de l'habitat	GENELETTI, D., 2003. Biodiversity Impact Assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. <i>Environmental Impact Assessment Review</i> , 23, 343-365.	Ecologie	Transport
Largeur effective de maille	Changement de l'habitat	JAEGER, J.A.G., 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. <i>Landscape Ecology</i> , 15, 115-130.	Ecologie	Transport
Longueur moyenne (cm) de chaque poisson pour toutes les espèces	Etat de la biodiversité	AZAROVITZ, T., 1981. A brief historical review of the Woods Hole Laboratory trawl survey time series. <i>Canadian Special Publication of fisheries and Aquatic Sciences</i> , 58, 62-67 NEFC, 1988. An evaluation of the bottom trawl survey program of the Northeast Fishery Science Center. NOAA Technical Memorandum, NMFS-F/NEC-52. 83p. LINK, J., BRODZIAK, J., 2002. Report on the status of the NE US continental shelf ecosystem. <i>Northeast Fisheries Science Center Reference Document</i> , 2, 245.	Ecologie	Pêche
Biomasse totale de toutes les espèces étudiées	Etat de la biodiversité	AZAROVITZ, T., 1981. A brief historical review of the Woods Hole Laboratory trawl survey time series. <i>Canadian Special Publication of fisheries and Aquatic Sciences</i> , 58, 62-67 NEFC, 1988. An evaluation of the bottom trawl survey program of the Northeast Fishery Science Center. NOAA Technical Memorandum, NMFS-F/NEC-52. 83p. LINK, J., BRODZIAK, J., 2002. Report on the status of the NE US continental shelf ecosystem. <i>Northeast Fisheries Science Center Reference Document</i> , 2, 245.	Ecologie	Pêche
Ratio de poissons planctivores et benthonophages à piscivores : ratio de l'abondance de guildes eà faible niveau trophique et de guildes à haut niveau trophique	Etat de la biodiversité	AZAROVITZ, T., 1981. A brief historical review of the Woods Hole Laboratory trawl survey time series. <i>Canadian Special Publication of fisheries and Aquatic Sciences</i> , 58, 62-67 GARRISON, L.P., LINK, J.S., 2000. Dietary guild structure of the fish community in the Northeast United States continental shelf ecosystem. <i>Marine Ecology Progress Series</i> , 202, 231-240. MYERS, R.A., WORM, B., 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. <i>Nature</i> , 423, 280-283.	Ecologie	Pêche
Ratio de poissons pélagiques et de poissons démersaux	Etat de la biodiversité	AZAROVITZ, T., 1981. A brief historical review of the Woods Hole Laboratory trawl survey time series. <i>Canadian Special Publication of fisheries and Aquatic Sciences</i> , 58, 62-67 MYERS, R.A., WORM, B., 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. <i>Nature</i> , 423, 280-283. BRODZIAK, J., LINK, J., 2002. Ecosystem-based fishery management: what is it and how can we do it? <i>Bulletin of Marine Science</i> , 70, 589-611.	Ecologie	Pêche
Niveau trophique moyen des espèces étudiées (pondéré par leur abondance : biomasse)	Etat de la biodiversité	LINK, J., BRODZIAK, J., 2002. Report on the status of the NE US continental shelf ecosystem. <i>Northeast Fisheries Science Center Reference Document</i> , 2, 245. LINK, J.S., ALMEIDA, F.P., 2000. An overview and history of the food web dynamics program of the Northeast Fisheries Science Center, Massachusetts : NOAA	Ecologie	Pêche
Richesse spécifique (nombre d'espèces étudiées)	Etat de la biodiversité	AZAROVITZ, T., 1981. A brief historical review of the Woods Hole Laboratory trawl survey time series. <i>Canadian Special Publication of fisheries and Aquatic Sciences</i> , 58, 62-67	Ecologie	Pêche
Ratio de consommation : ratio de la biomasse totale consommée par 12 prédateurs majeurs par rapport à toute la biomasse prélevées par toutes les grandes pêcheries	Surexploitation	AZAROVITZ, T., 1981. A brief historical review of the Woods Hole Laboratory trawl survey time series. <i>Canadian Special Publication of fisheries and Aquatic Sciences</i> , 58, 62-67 NEFC, 1988. An evaluation of the bottom trawl survey program of the Northeast Fishery Science Center. NOAA Technical Memorandum, NMFS-F/NEC-52. 83p. LINK, J., BRODZIAK, J., 2002. Report on the status of the NE US continental shelf ecosystem. <i>Northeast Fisheries Science Center Reference Document</i> , 2, 245.	Ecologie	Pêche
Espèces menacées ou présentant des données insuffisantes (UICN) présentes sur le site	Etat de la biodiversité	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Espèces spécialistes (seulement trouvées sur certains écosystèmes et globalement menacées)	Etat de la biodiversité	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Espèces invasives non indigènes menaçant les écosystèmes, habitats ou espèces	Espèces invasives	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Espèces utilisées par les populations globales (l'exploitation pourra augmenter ou diminuer l'utilisation de certaines espèces en fournissant un accès pour les communautés locales pour atteindre ces espèces)	Surexploitation	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Chevauchement du site d'exploitation avec des zones de conservation prioritaires contenant des espèces globalement menacées ou spécialistes (% de sites opérationnels au sein de zones de conservation prioritaires)	Changement de l'habitat	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Surface du site d'exploitation avec un plan de gestion incluant une partie sur la conservation de la biodiversité (ha, km², %)	Changement de l'habitat	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Contribution à la conservation des habitats (ha, km², \$)	Changement de l'habitat	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Présence d'une politique écrite au sein du plan de gestion du site qui décrit comment la biodiversité est gérée sur le site	Surexploitation	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Problématique biodiversité traitée	Sources et références	Origine scientifique	Secteur d'activité
Nombre de projets de conservation de la biodiversité sur le site ou en collaboration avec d'autres entreprises	Changement de l'habitat	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Fournisseurs avec un SME ou dont les MP proviennent de sources durables (nombre, %)	Surexploitation	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Emissions (dioxyde de soufre, eaux, ...)	Pollutions	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Consommation d'eau	Surexploitation	The Energy & Biodiversity Initiative. Biodiversity indicators for monitoring impacts and conservation actions. 31p. Disponible sur : <a href="http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf">http://www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Emission de GES (quantité de GES, dont CO2 et méthane)	Changement climatique	IPIECA. Oil and gas industry guidance on voluntary sustainability reporting - Section 4 : Environmental indicators	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Torchères de gaz (quantité d'hydrocarbures rejetés dans l'atmosphère pour l'exploitation)	Pollutions	IPIECA. Oil and gas industry guidance on voluntary sustainability reporting - Section 4 : Environmental indicators	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Eau douce (quantité prélevée ou consommée)	Surexploitation	IPIECA. Oil and gas industry guidance on voluntary sustainability reporting - Section 4 : Environmental indicators	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Autres émissions atmosphériques	Pollutions	IPIECA. Oil and gas industry guidance on voluntary sustainability reporting - Section 4 : Environmental indicators	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Déversements dans l'environnement (quantité)	Pollutions	IPIECA. Oil and gas industry guidance on voluntary sustainability reporting - Section 4 : Environmental indicators	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Rejets dans l'eau (quantité d'hydrocarbures rejetés dans les écosystèmes aquatiques)	Pollutions	IPIECA. Oil and gas industry guidance on voluntary sustainability reporting - Section 4 : Environmental indicators	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Déchets (quantité)	Pollutions	IPIECA. Oil and gas industry guidance on voluntary sustainability reporting - Section 4 : Environmental indicators	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Potentiel de réchauffement climatique (kg(CO2-eq.)/kWh)	Changement climatique	HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHERR, P., DONES, R., SIMONS, A., SCHENLER, W., BACHMANN, T., GALLEGO CARRERA, D., 2008. NEEDS : New Energy Externalities Developments for Sustainability - Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options.	Rapport d'entreprise	Electric utilities
Impacts de l'occupation du sol sur les écosystèmes (PDF*m <sup>2</sup> a/kWh)	Changement de l'habitat	HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHERR, P., DONES, R., SIMONS, A., SCHENLER, W., BACHMANN, T., GALLEGO CARRERA, D., 2008. NEEDS : New Energy Externalities Developments for Sustainability - Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options.	Rapport d'entreprise	Electric utilities
Impacts des substances toxiques sur les écosystèmes (PDF*m <sup>2</sup> a/kWh)	Pollutions	HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHERR, P., DONES, R., SIMONS, A., SCHENLER, W., BACHMANN, T., GALLEGO CARRERA, D., 2008. NEEDS : New Energy Externalities Developments for Sustainability - Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options.	Rapport d'entreprise	Electric utilities
Impacts de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes (PDF*m <sup>2</sup> a/kWh)	Pollutions	HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHERR, P., DONES, R., SIMONS, A., SCHENLER, W., BACHMANN, T., GALLEGO CARRERA, D., 2008. NEEDS : New Energy Externalities Developments for Sustainability - Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options.	Rapport d'entreprise	Electric utilities
Grands rejets d'hydrocarbures (t/kWh)	Pollutions	HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHERR, P., DONES, R., SIMONS, A., SCHENLER, W., BACHMANN, T., GALLEGO CARRERA, D., 2008. NEEDS : New Energy Externalities Developments for Sustainability - Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options.	Rapport d'entreprise	Electric utilities
Contamination nucléaire des sols (km <sup>2</sup> /kWh)	Pollutions	HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHERR, P., DONES, R., SIMONS, A., SCHENLER, W., BACHMANN, T., GALLEGO CARRERA, D., 2008. NEEDS : New Energy Externalities Developments for Sustainability - Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options.	Rapport d'entreprise	Electric utilities
Quantité totale de déchets chimiques spéciaux stockés dans des dépôts souterrains (kg/kWh)	Pollutions	HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHERR, P., DONES, R., SIMONS, A., SCHENLER, W., BACHMANN, T., GALLEGO CARRERA, D., 2008. NEEDS : New Energy Externalities Developments for Sustainability - Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options.	Rapport d'entreprise	Electric utilities
Quantité totale de déchets moyennement et hautement radioactifs stockés dans des formations géologiques (m <sup>3</sup> /kWh)	Pollutions	HIRSCHBERG, S., BAUER, C., BURGHERR, P., DONES, R., SIMONS, A., SCHENLER, W., BACHMANN, T., GALLEGO CARRERA, D., 2008. NEEDS : New Energy Externalities Developments for Sustainability - Final set of sustainability criteria and indicators for assessment of electricity supply options.	Rapport d'entreprise	Electric utilities
EN1 : Consommation de matières en poids ou en volume	Surexploitation	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement		Tous secteurs
EN2 : Pourcentage de matières consommées provenant de matières recyclées	Surexploitation	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN8 : Volume total d'eau prélevée, par source	Surexploitation	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN9 : Sources d'approvisionnement en eau significativement touchées par les prélèvements	Surexploitation	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN10 : Pourcentage et volume d'eau recyclée et réutilisée	Surexploitation	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Problématique biodiversité traitée	Sources et références	Origine scientifique	Secteur d'activité
EN11 : Emplacement et superficie des terrains détenus, loués ou gérés dans ou au voisinage d'aires protégées et en zones riches en biodiversité en dehors de ces aires protégées	Changement de l'habitat	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN13 : Habitats protégés ou restaurés	Changement de l'habitat	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN15 : Nombre d'espèces menacées figurant sur la Liste rouge mondiale de l'UICN et sur son équivalent national et dont les habitats se trouvent dans des zones affectées par des activités, par niveau de risque d'extinction	Etat de la biodiversité	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN16 : Emissions totales, directes ou indirectes de GES, en poids (teq CO2)	Changement climatique	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN17 : Autres émissions indirectes pertinentes de GES, en poids (teq GES)	Changement climatique	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN18 : Initiatives pour réduire les émissions de GES et réduction obtenues	Changement climatique	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN19 : Emissions de substances appauvrissant la couche d'ozone, en poids	Changement climatique	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN20 : Emissions de Nox, Sox, et autres émissions significatives dans l'air, par type et par poids	Pollutions	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN21 : Total des rejets dans l'eau, par type et par destination	Pollutions	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN22 : Masse totale de déchets, par type et par mode de traitement	Pollutions	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN23 : Nombre total et volume des déversements accidentels significatifs	Pollutions	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN24 : Masse des déchets transportés, importés, exportés ou traités et jugés dangereux aux termes de la Convention de Bâle, Annexes I, II, III et VIII ; pourcentage de déchets exportés dans le monde entier	Pollutions	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EN27 : Pourcentage de produits vendus et de leurs emballages recyclés ou réutilisés, par catégorie	Surexploitation	Global Reporting Initiative, 2006. Indicateurs et protocoles : environnement	Rapport d'entreprise	Tous secteurs
EU13 : Biodiversité des habitats compensés par rapport à la biodiversité des zones touchées	Etat de la biodiversité	Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines & Electric Utilities Sector Supplement	Rapport d'entreprise	Electric utilities
CRE2 : Intensité aquatique des bâtiments (consommation d'eau annuelle / surface ou nombre de personnes)	Surexploitation	Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines & Construction and Real Estate Sector Supplement	Rapport d'entreprise	BTP
CRE3 : Intensité des émissions de GES des bâtiments (émission annuelle en teq CO2 / surface ou nombre de personnes)	Changement climatique	Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines & Construction and Real Estate Sector Supplement	Rapport d'entreprise	BTP
CRE4 : Intensité des émissions de GES des nouveaux bâtiments et du réaménagement (émissions annuelle en teq CO2 / turnover annuel des activités en construction)	Changement climatique	Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines & Construction and Real Estate Sector Supplement	Rapport d'entreprise	BTP
CRE5 : Terres remises en état ou ayant besoin d'une remise en état	Changement de l'habitat	Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines & Construction and Real Estate Sector Supplement	Rapport d'entreprise	BTP
MM1 : Quantité de terrains (détenus ou loués et gérés pour des activités de production ou d'extraction) perturbées ou réhabilitées	Changement de l'habitat	Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines & Mining and Metals Sector Supplement	Rapport d'entreprise	Industrie extractive
MM3 : Quantité totale de déblais, de boues et leurs risques associés	Pollutions	Global Reporting Initiative, 2011. Sustainability Reporting Guidelines & Mining and Metals Sector Supplement	Rapport d'entreprise	Industrie extractive
OG5 : Volume d'eau produite	Surexploitation	Global Reporting Initiative. GRI Oil and Gas - Sector Supplement. Disponible sur : <a href="https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/OGSS-Summary-Guide-Quick-Ref-Sheet.pdf">https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/OGSS-Summary-Guide-Quick-Ref-Sheet.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
OG6 : Volume d'hydrocarbures brûlés ou ventiliés	Pollutions	Global Reporting Initiative. GRI Oil and Gas - Sector Supplement. Disponible sur : <a href="https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/OGSS-Summary-Guide-Quick-Ref-Sheet.pdf">https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/OGSS-Summary-Guide-Quick-Ref-Sheet.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Problématique biodiversité traitée	Sources et références	Origine scientifique	Secteur d'activité
OG7 : Quantité de déchets de forage (boues et déblais) et stratégie de traitement et d'élimination	Pollutions	Global Reporting Initiative. GRI Oil and Gas - Sector Supplement. Disponible sur : <a href="https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/OGSS-Summary-Guide-Quick-Ref-Sheet.pdf">https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/OGSS-Summary-Guide-Quick-Ref-Sheet.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
OG8 : Teneur en benzène, plomb et soufre dans les carburants	Pollutions	Global Reporting Initiative. GRI Oil and Gas - Sector Supplement. Disponible sur : <a href="https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/OGSS-Summary-Guide-Quick-Ref-Sheet.pdf">https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/OGSS-Summary-Guide-Quick-Ref-Sheet.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Oil & Gas
Indicateur de bruit : niveau jour-soir-nuit	Changement de l'habitat	Parlement européen, 2002. Directive 2002/49/CE du parlement européen et du conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Journal officiel des Communautés européennes. Disponible sur : <a href="http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0012:FR:PDF">http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0012:FR:PDF</a>	Directive européenne	Transport
Indicateur de bruit : période nocturne	Changement de l'habitat	Parlement européen, 2002. Directive 2002/49/CE du parlement européen et du conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Journal officiel des Communautés européennes. Disponible sur : <a href="http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0012:FR:PDF">http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0012:FR:PDF</a>	Directive européenne	Transport
Qualité de l'eau potable (respect des normes)	Pollutions	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Incidents d'inondations d'égouts (propriétés affectées par des inondations d'égouts)	Pollutions	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Interruption d'approvisionnement en eau (propriétés avec des interruptions d'alimentation supérieures à 6h)	Surexploitation	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Alimentation en eau (volume total d'eau)	Surexploitation	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Emissions de gaz à effet de serre	Changement climatique	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Gestion des boues (quantité totale de boues)	Pollutions	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Utilisation des boues (agriculture, fertilisation des terres, ...)	Pollutions	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Autres déchets que les boues et recyclés	Pollutions	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Perte totale d'eau sur le réseau	Surexploitation	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Statut des sites d'intérêt scientifique	Changement de l'habitat	Water UK sustainability indicators 2010/11. Disponible sur : <a href="http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf">http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/indicators2010-11/water-uk---sustainability-report-2010-11.pdf</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Population desservie avec de l'eau de qualité non conforme	Pollutions	Managing environmental performance - key indicators. Disponible sur : <a href="http://www.veolia.com/en/group/performance/environmental-performance/">http://www.veolia.com/en/group/performance/environmental-performance/</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Réduction du volume des fuites dans les réseaux de distribution d'eau exploités	Surexploitation	Managing environmental performance - key indicators. Disponible sur : <a href="http://www.veolia.com/en/group/performance/environmental-performance/">http://www.veolia.com/en/group/performance/environmental-performance/</a>	Rapport d'entreprise	Eau
Augmentation du volume d'eau recyclée provenant des eaux usées collectées et traitées	Surexploitation	Managing environmental performance - key indicators. Disponible sur : <a href="http://www.veolia.com/en/group/performance/environmental-performance/">http://www.veolia.com/en/group/performance/environmental-performance/</a>	Rapport d'entreprise	Eau

Annexe H : Les indicateurs de biodiversité en général

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Empreinte écologique	Surexploitation	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Statut des espèces commercialisées	Surexploitation	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Indice des matières premières sauvages	Surexploitation	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Liste rouges UICN des espèces	Surexploitation	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Evolution des surfaces forestières	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Evolution des habitats marins	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Indice Planète vivante	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Indice Oiseaux Sauvages	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Surface forestière gérée durablement : dégradation & déforestation	Surexploitation	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Fragmentation forestière	Changement de l'habitat	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Fragmentation des rivières & régulation des écoulements	Changement de l'habitat	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Indice d'image de la vie sauvage	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Indice trophique marin	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Proportion des stocks de poissons dans des limites biologiques sûres	Surexploitation	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Nombre de pêcheries certifiées MSC	Surexploitation	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Surface forestière gérée durablement : certification	Surexploitation	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Surface de zones agricoles gérées durablement	Surexploitation	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Indice de qualité de l'eau pour la biodiversité	Pollutions	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Dépôts d'azote	Pollutions	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Perte d'azote réactif dans l'environnement	Pollutions	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Evolution des espèces invasives	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Indice de santé des océans	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Impacts anthropiques cumulatifs sur les écosystèmes marins	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Efficacité de la gestion des aires protégées	Changement de l'habitat	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Couverture des espaces protégés	Changement de l'habitat	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Prise en compte de la biodiversité par les espaces protégés	Changement de l'habitat	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Collections ex-situ de cultures	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Diversité génétique des animaux domestiques terrestres	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Biodiversité pour l'alimentation et la médecine	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Santé et bien-être des communautés directement dépendantes des biens et services écosystémiques	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Indicateurs nutritionnels pour la biodiversité	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Ratification du protocole de Nagoya	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Etat et évolution de la diversité linguistique et nombre de locuteurs de langues autochtones	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Indice de diversité linguistique	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Indice de vitalité des connaissances traditionnelles sur l'environnement	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Nombre d'inventaires d'espèces utilisés pour mettre en œuvre la CDB	Etat de la biodiversité	UNEP-WCMC, 2012. BIP : Biodiversity Indicator Partnership. The indicators [en ligne]. Disponible sur : <a href="http://www.bipindicators.net/indicators">http://www.bipindicators.net/indicators</a>
Aires marines protégées pourvues d'un document de gestion	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Artificialisation des territoires d'outre-mer	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Artificialisation du territoire métropolitain	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Complétude du réseau d'aires marines protégées pour les espèces à enjeux	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Déplacement des espèces lié au changement climatique	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Diversité structurelle des forêts métropolitaines	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Effort de conservation des secteurs de nature remarquable	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Espaces protégés recensés dans l'inventaire de la nature remarquable	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Etat de conservation des habitats naturels	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Etat des habitats les plus caractéristiques de la France au niveau européen	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution de l'état de santé des coraux	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution de l'état des zones humides	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution de la consommation du produits phytosanitaires	Pollutions	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution de la densité microbienne des sols en métropole	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution de la pollution des cours d'eau	Pollutions	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution des infrastructures agroécologiques favorables à la biodiversité	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution des populations d'oiseaux communs spécialistes	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution des populations de chauves-souris	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution des surfaces de grands espaces toujours en herbe	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Evolution du nombre de traces de pontes de tortues marines en Outre-mer	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution en métropole des volumes de bois particulièrement favorable à la biodiversité liée aux stades vieillissants des arbres	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Fragmentation des cours d'eau	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Fragmentation des milieux naturels	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Hétérogénéité des cortèges d'espèces	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Niveau d'exhaustivité de la liste des espèces connues en Outre-mer	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Niveau de connaissance de la répartition des espèces marines	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Niveau de connaissance des habitats remarquables	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Niveau de connaissance du degré de menace des espèces	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Niveau de prospection naturaliste dans les sites remarquables	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Nombre d'espèces en Outre-mer parmi les plus envahissantes au monde	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Nombre d'espèces endémiques en Outre-mer	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Nombre d'habitats écologiquement fonctionnels	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Part des espaces naturels français à l'échelle européenne	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Part du territoire des DOM occupé par les écosystèmes peu anthropisés	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Part du territoire métropolitain occupé par les écosystèmes peu anthropisés	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Principal milieu naturel ultramarin détruit par artificialisation	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Proportion d'espèces métropolitaines éteintes ou menacées dans les listes rouges	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Proportion d'espèces ultramarines éteintes ou menacées dans les listes rouges	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Proportion de mangroves sous pression anthropique	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Qualité écologique des eaux de surface	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Responsabilité de la France métropolitaine pour les espèces menacées au niveau européen	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Responsabilité internationale de la France pour les espèces les plus originales	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Surface d'habitats naturels en bon état	Etat de la biodiversité	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Surfaces en aires protégées terrestres en métropole	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Surfaces en aires protégées terrestres en Outre-mer	Changement de l'habitat	<a href="http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous">http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/tous</a>
Evolution de l'extension de biomes, écosystèmes et habitats sélectionnés	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Evolution de l'abondance et de la distribution d'espèces sélectionnées	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Couverture des espaces protégés	Changement de l'habitat	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Changement du statut des espèces protégées	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Evolution de la diversité génétique des animaux domestiques, des plantes cultivées et des poissons d'importance socio-économique majeure	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Superficie des écosystèmes forestiers, agricoles et aquacoles gérés durablement	Surexploitation	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Proportion de produits dérivés de sources d'approvisionnement durables	Surexploitation	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Empreinte écologique	Surexploitation	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Dépôts d'azote	Pollutions	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Evolution des espèces invasives	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Indice trophique marin	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Qualité de l'eau douce	Pollutions	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Intégrité trophique des autres écosystèmes	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Connectivité / fragmentation des écosystèmes	Changement de l'habitat	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Incidence de la destruction des écosystèmes induite par l'Homme	Changement de l'habitat	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Santé et bien-être des communautés directement dépendantes des biens et services écosystémiques	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Biodiversité pour l'alimentation et la médecine	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Etat et évolution de la diversité linguistique et nombre de locuteurs de langues autochtones	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Autre indicateur de l'état des connaissances autochtones et traditionnelles	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
Indicateur d'accès et de partage des bénéfices	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml">http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml</a>
SEBI7 : Espaces protégés désignés au niveau national	Changement de l'habitat	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI3 : Espèces d'intérêt au niveau européen	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI8 : Sites désignés par les Directives européennes Habitats et Oiseaux	Changement de l'habitat	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI2 : Liste rouge européenne des espèces menacées	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI15 : Eléments nutritifs dans les eaux de transition, côtières et marines	Pollutions	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI12 : Indice trophique marin des mers européennes	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI16 : Diversité génétique du bétail	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI10 : Espèces invasives en Europe	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI11 : Impact du changement climatique sur les populations d'oiseaux	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI5 : Habitats d'intérêt au niveau européen	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI16 : Qualité de l'eau douce	Pollutions	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI13 : Fragmentation des milieux naturels et semi-naturels	Changement de l'habitat	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI17 : Forêts : stock sur pied, minimal et coupes	Surexploitation	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI18 : Forêts : bois mort	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI21 : Pêcheries : stocks européens de poissons commerciaux	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI4 : Couverture des écosystèmes	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI23 : Empreinte écologique des pays européens	Surexploitation	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI9 : Dépassement de la charge critique pour l'azote	Pollutions	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI22 : Aquaculture : qualité des effluents issus des fermes	Pollutions	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI19 : Agriculture : balance azotée	Pollutions	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI20 : Agriculture : surface gérée avec des pratiques potentiellement favorables à la biodiversité	Surexploitation	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
SEBI1 : Abondance et distribution d'espèces sélectionnées	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
SEBI14 : Fragmentation des rivières	Changement de l'habitat	<a href="http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0">http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#7=all&amp;c5=all&amp;c10=SEBI&amp;c13=20&amp;b_start=0</a>
Evolution de l'abondance des oiseaux communs	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Evolution de l'abondance des papillons	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Evolution de l'état des communautés des poissons d'eau douce	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Evolution de l'abondance des poissons marins pêchés	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Nombre d'espèces dans la liste rouge de l'UICN pour la France	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Etat de conservation des espèces d'intérêt communautaire, directive Habitats	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Evolution de l'aire occupée par les principaux types d'occupation du sol	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Etat de conservation des habitats d'intérêts communautaires, Directive Habitats	Changement de l'habitat	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Dominance dans le paysage, des milieux peu artificialisés	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Nombre de races animales et de variétés végétales enregistrées	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Evolution de la surface en aires protégées	Changement de l'habitat	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Surface des sites Natura 2000 (directive oiseaux et directive habitats)	Changement de l'habitat	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Evolution de la teneur en polluants dans les eaux	Pollutions	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Surface artificialisée annuellement	Changement de l'habitat	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Nombre de plans de gestion des espèces envahissantes	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Evolution de la diversité des types d'occupation du sol peu artificialisée au niveau local	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Proportion des masses d'eau douce en bon état écologique	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Proportion des masses d'eau de transition et marines en bon état écologique	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Indice de déficit foliaire	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Indice trophique marin	Etat de la biodiversité	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Surfaces de forêts présentant des garanties de gestion durable	Surexploitation	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Surface en agriculture biologique	Pollutions	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Surfaces faisant l'objet de mesures agro-environnementales	Surexploitation	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Pourcentage d'espèces surexploitées	Surexploitation	MEEDDM. Stratégie nationale pour la biodiversité - Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole
Additions / suppressions de superficie de forêt	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Surface artificialisée annuellement	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie de cultures par rapport à la superficie arable totale	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Proportion relative de trois types d'occupation du sol : naturelle/semi-naturelle, agricole et urbaine/péri-urbaine	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie de forêt dont les fonctions sont affectées	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Proportion des bassins hydrographiques avec une perturbation substantielle dans les 20 années	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie couverte de monoculture	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Empreinte écologique régionale	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficies de forêt artificialisée / reforestation et d'afforestation	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Consommation d'espace naturel par l'urbanisation	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Consommation annuelle moyenne d'espace rural et d'espace ouvert urbain pour l'urbanisation, par type initial d'espace ouvert (espace agricole, forestier, naturel, espace ouvert urbain) et par type final d'usage du sol (habitat, activités, équipement, infrastructure, urbain ouvert) selon le découpage "trame verte, ceinture verte, couronne rurale", notamment dans les zones de préemption publiques (SDRIF)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Densité des routes	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Longueur totale des routes, des voies ferrées et des lignes électriques par superficie	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Linéaire de routes (départementales, nationales, autoroutes) traversant les espaces agricoles ou naturels	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Fragmentation des espaces naturels, boisés et agricoles en nombre total d'unités, en superficie moyenne par unité et en nombre d'unités supérieures à 2500 ha (SDRIF)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Linéaire de lisière forestière urbanisée, hors sites urbains constitués, dans la bande des 50 m (application l'orientation liée aux lisières) (SDRIF)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Fragmentation des espaces forestiers par les infrastructures de transport : linéaire de routes ou de voies ferrées > 25 m de large traversant les forêts (SDRIF)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Concentration de phosphore dans les rivières	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre de produits phytosanitaires qui posent un risque pour la biodiversité et qui sont utilisés dans la région	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Teneurs en polluants dans les eaux superficielles - par polluant	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Teneur en perturbateurs endocriniens dans les eaux	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Dépôts d'azote	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Demande Biologique d'Oxygène des cours d'eau (eutrophisation)	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Quantité de pesticides utilisés en agriculture vs. indice de toxicité pour l'environnement - par pesticide	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Quantité d'engrais utilisés en agriculture	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Emissions d'ammoniac	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Emissions de méthane (CH4) et d'oxyde d'azote	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie des sols contaminés par des pesticides	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre total de sites pollués / nombre de sites dépollués / an	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie des sols exposés à de forts niveaux sonores	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Intensité de l'usage des prairies	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Intensité de la fauche en agriculture	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Intensité de l'agriculture : proportion de la superficie agricole utilisée de manière intensive	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Quantité de biomasse produite dans la région, en rapport avec les importations / exportations	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Densité moyenne de la population dans et au voisinage des zones protégées	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Intensité (cartographie) des usages récréatifs disruptifs	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie des terres agricoles irriguées	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Degré d'érosion des sols	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Longueur totale de cours d'eau canalisés	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Quantité de bois tropical importé	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Imports nets de spécimens d'espèces sauvages listées dans les annexes CITES	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Description des impacts significatifs des activités, produits et services sur la biodiversité des aires protégées ou des zones riches en biodiversité en dehors de ces aires protégées (ONF)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre d'espèces invasives au niveau régional / Coût des mesures prises pour leur connaissance et leur gestion	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Coût des invasions d'espèces exotiques	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Part de l'agriculture dans les émissions de GES	Changement climatique	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Emissions de carbone du secteur forestier	Changement climatique	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre de races locales utilisées en agriculture	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Uniformisation des paysages agricoles : parcelles culturales en zone de grande culture (céréales, oléagineux, protéagineux, betteraves industrielles et plantes à fibres) à taille moyenne de plus de 12 ha / total superficie en grande culture (%)	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie cultivée avec des OGM	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre de génomes introduits (en agriculture)	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre de permis pour la distribution des OGMs	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Chargement net dans le carbone de l'écosystème forestier, par type de forêt et classe d'âge	Changement climatique	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Usages de la biodiversité pour sa valeur esthétique et culturelle	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Proportion de paysage agricole qui est légalement et physiquement accessible au public	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre de sites pertinents pour créer des réserves ou des parcs naturels	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Fréquence des visites dans les forêts	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Etendue des espaces verts	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre d'usagers des espaces verts et de la zone rurale	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre de visiteurs des zones protégées	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Diversité et abondance de la chasse	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Taux de purification de l'eau par les écosystèmes	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Indice de protection contre les inondations par les écosystèmes	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Faune chassable : mortalité par intoxication ou autre cause anthropique	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Evolutions des colonies d'abeilles	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre d'accidents des colonies d'abeilles butinant des cultures agricoles	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Evolution des pollinisateurs sauvages	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Performance écologique du service de pollinisation	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Superficie des zones naturelles d'expansion des crues (y compris espace urbain ouvert) (SDRIF)	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie des zones humides	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Surface d'espace éco-paysager (aménagement paysagers, espace naturel urbain ou périurbain, ...) par habitant	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre d'arbres par habitant	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Perception de la valeur calme (comme facteur de bien-être et qualité de vie)	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Surface boisée par habitant	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Volume de bois récolté, par type de gestion forestière	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Bénéfices financiers obtenus des ressources extraites domestiquées et des écosystèmes convertis, par secteur	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Bénéfices financiers obtenus des ressources extraites des espèces sauvages et des écosystèmes non-convertis, par secteur et par composante de la biodiversité	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Bénéfices financiers obtenus de la biodiversité par les services touristiques et de loisirs	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Bénéfices financiers obtenus des ressources génétiques de la biodiversité, par secteur d'activité et par composante de la biodiversité	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Valeur économique du service de pollinisation (réalisé par la faune) pour l'agriculture régionale	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Récolte annuelle de bois, relative au niveau de récolte censé être soutenable	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Récolte annuelle de produits forestiers à l'exception du bois, relative au niveau de récolte censé être soutenable	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
% de la SAU couverte de mesures agro-environnementales en faveur de la biodiversité	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Etendue des forêts naturelles certifiées avec le label PEFC / étendue des plantations certifiées avec le label PEFC / étendue des forêts mixtes certifiées avec le label PEFC	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie de forêt couverte par des plans de gestion qui sont en accord avec les critères de gestion forestière soutenable	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie en agriculture biologique	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie en agriculture intégrée	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre d'outils de traitement phytosanitaire testés / nombre total d'outils de traitement phytosanitaire	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Nombre d'individus (plantes et animaux) commercialisés par groupe d'espèces	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie occupée par une agriculture durable (Contrat d'Agriculture Durable / Mesures agri-environnementales en faveur de la biodiversité, contrats Natura 2000, agriculture biologique) / SAU / an	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Volume total d'air recyclé par les forêts franciliennes / Nombre de points de mesure de la qualité de l'air où les seuils sont dépassés	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie des habitats protégés ou restaurés (ONF)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre de plans de gestion différenciée des espaces verts	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombres de plans de gestion forestière qui intègrent des enjeux écologiques / nombre de plans qui ne les intègrent pas	Surexploitation	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Pourcentage de la superficie agricole couverte par des plans de gestion de la protection des cultures	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre de communes en "zéro phyto"	Pollutions	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Intégration de la biodiversité dans le bâti (végétalisation verticale et horizontale, nichoirs et niches pour oiseaux, insectes et chauves-souris, ...)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Linéaire de continuités écologiques confortées ou réhabilitées, y compris les berges (SDRIF)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie d'espaces verts de proximité / habitant	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Total CO2 rejeté dans l'atmosphère par l'IDF / coûts de répartition des (ou d'adaptation aux) effets des phénomènes extrêmes (canicule, inondation, ...) (tonnes équivalent carbone / euros)	Changement climatique	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Communes du cœur d'agglomération ayant moins de 10 m <sup>2</sup> d'espaces ouverts publics par habitant (SDRIF)	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie moyenne d'espaces ouverts par habitant et par commune dans le cœur d'agglomération (SDRIF)	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Linéaire de liaisons vertes, continuités agricoles et nombre de rétablissements réalisés (SDRIF)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Pourcentage des zones protégées de la superficie totale	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie des milieux naturels remarquables, dont sites Natura 2000 (SDRIF)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Espèces en danger qui bénéficient de plans d'action (toutes les catégories de danger et tous les types de plans d'action)	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Proportion d'espèces en danger qui bénéficient de plans d'action (toutes les catégories de danger et tous les types de plans d'action) / nombre total d'espèces en danger	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre de variétés de cultures soumises aux régulations de conservation des ressources génétiques	Etat de la biodiversité	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Nombre de plans de réhabilitation (ex. zone revégétalisées)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Superficie protégée (tous instruments de protection confondus) / superficie totale de la région (%) / Nombre d'instruments de protection	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Nom de l'indicateur (traduit)	Thématique biodiversité traitée	Sources et références
Emplacement et superficie des terrains détenus, loués et gérés dans ou au voisinage d'aires protégées et en zones riches en biodiversité en dehors de ces aires protégées (ONF)	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Surface de carrières aménagées en espace naturel / an	Changement de l'habitat	MAXIM, L., 2010. Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France (Annexe1). Natureparif. 41p
Evolution des surfaces d'espaces naturels protégés	Changement de l'habitat	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Evolution de la surface en agriculture biologique	Pollutions	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Protection des espaces naturels sur le littoral	Changement de l'habitat	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Artificialisation et consommation des espaces naturels et forestiers	Changement de l'habitat	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Espèces introduites et envahissantes en France métropolitaine	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Continuité écologique des cours d'eau	Changement de l'habitat	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Evolution de la qualité physico-chimique des cours d'eau	Pollutions	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Castor d'Europe	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Echouage de mammifères marins en France	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Qualité piscicole des cours d'eau	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Grand hamster d'Alsace	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Richesse et endémisme de la biodiversité ultramarine française	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Evolution de l'abondance des oiseaux communs	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Abondances des oiseaux d'eau hivernants en France	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Populations de chauve-souris en France métropolitaine	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Evolution de la population des grands herbivores (cerf élaphe)	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Evolution des population de grands prédateurs (loup, lynx, ours)	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Evolution des population de la loutre en France	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Espèces menacées : nombre d'espèces inscrites sur les listes rouges	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Evolution des matières organiques dans les sols agricoles	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Evolution de l'indice de déficit foliaire	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Evolution de l'abondance des poissons migrateurs (saumon)	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Microflore du sol	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Etat de conservation des espèces d'intérêt communautaire	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>
Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire	Etat de la biodiversité	<a href="http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html">http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/li/donnees-synthese-biodiversite.html</a>

Annexe I : Etude de la prise en compte des dimensions de la biodiversité par les indicateurs sectoriels recensés à l'étape 1

Concernant les trois dimensions de la biodiversité (génétique, spécifique et écosystémique), l'appartenance des indicateurs recensés pour chaque secteur à chaque dimension est illustrée par le Tableau 26.

	Dimension génétique	Dimension spécifique	Dimension écosystémique
Industrie extractive		2	39
Oil & Gas		4	20
BTP			4
Transport		2	2
Electric utilities		1	11
Eau			13
Pharmacie/cosmétique			4
Agriculture	1	6	8
Foresterie		4	21
Pêche	1	6	
Tous secteurs		1	17
<b>TOTAL</b>	2	26	139

Tableau 26 : La prise en compte des différentes dimensions de la biodiversité par les indicateurs recensés

**La dimension génétique est la dimension de la biodiversité la moins bien prise en compte** parmi l'ensemble des indicateurs recensés. En effet, seuls deux indicateurs (soit environ 1,2 %), recensés pour les secteurs agriculture et pêche, concernent cette dimension : Nombre de races animales élevée et de variétés végétales cultivées et Longueur moyenne (cm) de chaque poisson pour toutes les espèces étudiées. Il semble logique que ce soit les secteurs entretenant des liens étroits avec les écosystèmes et exploitant des espèces animales ou végétales qui prennent en compte cette dimension de la biodiversité. Cependant, aucun indicateur n'a été recensé pour le secteur forestier.

**La dimension spécifique est quant à elle prise en compte par un plus grand nombre de secteurs d'activité (soit 26 indicateurs).** Les secteurs qui présentent de forts liens avec les écosystèmes et qui exploitent des espèces animales ou végétales (agriculture, foresterie et pêche) sont ceux pour lesquels un nombre important d'indicateurs relatifs à cette dimension a été recensé : Composition spécifique des essences, Espèces forestières menacées, Diversité d'arbustes du sous-bois, Biomasse totale de toutes les espèces étudiées, Ratio de poissons pélagiques (vivant à proximité de la surface) et de poissons démersaux (vivant à proximité des fonds marins), etc. Concernant les secteurs de l'industrie extractive, Oil & Gas et Electric Utilities, ils présentent deux indicateurs principaux pour cette dimension spécifique à savoir le nombre d'espèces appartenant à la Liste Rouge UICN affectées par les opérations et le nombre de plaintes concernant les nuisances. Cela leur permet de traduire les conséquences de leurs impacts sur les espèces : d'une part la destruction directe d'habitats et donc d'espèces (protégées et/ou menacées ou non) et d'autre part la perturbation des espèces due aux nuisances sonores et lumineuses pouvant être générées par ces secteurs.

**La dimension écosystémique est la dimension de la biodiversité la mieux prise en compte puisque 139 indicateurs permettent d'évaluer cette dimension.** En effet, chaque secteur, hormis celui de la pêche, recense au moins un indicateur permettant de caractériser les écosystèmes. Cependant, comme vu précédemment, ces indicateurs peuvent caractériser les écosystèmes de façon plus ou moins pertinente en fonction du niveau de précision et des caractéristiques étudiées.

Ainsi, l'ensemble des indicateurs sectoriels recensés permettent de traduire les différentes dimensions de la biodiversité en fonction de la relation qu'entretient le secteur d'activité avec la biodiversité : **s'il s'agit d'un secteur ayant de forts liens avec les écosystèmes, alors les indicateurs prennent plus facilement en compte les dimensions spécifique et génétique en plus de la dimension écosystémique.** A l'inverse, quand les secteurs

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

entretiennent peu de relations directes avec les écosystèmes, les indicateurs restent principalement à l'échelle des écosystèmes.

## 6 ETUDE DE CAS

---

### 6.1 OBJECTIFS

**L'objectif de cette étude de cas est de mettre en évidence les divergences potentielles entre les résultats, orientés biodiversité, issus de différentes méthodes utilisées en ACV et ceux issus d'une analyse biodiversité.**

L'étude de cas porte sur trois énergies : 1 kWh de charbon, 1 kWh de gaz et 1 kWh de photovoltaïque. Le but est de déterminer d'une part dans quelle mesure une analyse ACV peut rendre compte des enjeux biodiversité lié à la production et l'utilisation de ces différentes énergies et d'autre part de déterminer quels sont les enjeux biodiversité inhérents à ces sources d'énergie. Il sera alors possible de mettre en évidence quelles sont les thématiques biodiversité actuellement prises en compte par les ACV et celles qui ne le sont pas.

Cette étude de cas servira également de support à l'étape 2 pour déterminer les conditions nécessaires à une meilleure prise en compte de la biodiversité.

### 6.2 LE VOLET ACV DE L'ETUDE DE CAS

L'analyse de cycle de vie du kWh français pour les trois origines énergétiques considérées a été modélisée sur l'outil Simapro7 selon trois méthodes différentes : Eco-indicator99, Impact 2002+ et ReCiPe. Ces trois méthodes ont été sélectionnées car elles proposent des indicateurs inhérents à la qualité des écosystèmes et sont citées par la bibliographie compulsée en étape 1 (état de l'art des indicateurs).

#### 6.2.1 COMPARAISON ENTRE LES TROIS METHODES

Pour ces trois méthodes, les indicateurs midpoints en lien avec les thématiques biodiversité ont été listés dans le Tableau 27. Ce tableau permet de mettre en évidence l'unité du endpoint correspondant aux dommages aux écosystèmes, le nom des indicateurs midpoints, leurs unités ainsi que leurs facteurs d'agrégation associés, et le nombre total de substances disponibles dans les bases de données pour mettre en œuvre la méthode.

Tableau 27 : Les unités endpoints, les différents indicateurs midpoints (et leurs unités) et le nombre substances considérées, utilisés par les trois méthodes ACV

METHODE	Unité du endpoint	Indicateurs midpoint	Facteur pour agrégation (unité endpoint/midpoint)		Nombre de substances considérées
Eco-indicator 99	PDF*m2*yr	Ecotoxicity	0,1	PDF*m2*yr / PAF*m2yr	196
		Acidification/Eutrophication	1	PDF*m2*yr / PDF*m2*yr	9
		Land use	1	PDF*m2*yr / PDF*m2*yr	142
IMPACT 2002 +	PDF*m2*yr	Aquatic ecotoxicity	5,02E-05	PDF*m2*yr / kg TEG water	2589
		Terrestrial ecotoxicity	7,91E-03	PDF*m2*yr / kg TEG soil	2585
		Terrestrial acid/nutri	1,04	PDF*m2*yr / kg SO2 eq	7
		Land occupation	1,09	PDF*m2*yr / m2org.arable	88
		Aquatic acidification	non disponibles		-
		Aquatic eutrophication	non disponibles		-
ReCiPe	species.yr	Climate change Ecosystems	7,9E-09	Species.yr / kg CO2 eq	95
		Terrestrial acidifications	5,8E-09	Species.yr / kg SO2 eq	6
		Freshwater eutrophication	4,4E-08	Species.yr / kg P eq	20
		Terrestrial ecotoxicity	1,3E-07	Species.yr / kg 1,4-DB eq	26572
		Freshwater ecotoxicity	2,6E-10	Species.yr / kg 1,4-DB eq	26572
		Marine ecotoxicity	8E-13	Species.yr / kg 1,4-DB eq	26572
		Agricultural land occupation	1,1E-08	Species.yr / m2a	39
		Urban land occupation	1,9E-08	Species.yr / m2a	17
Natural land transformation	1,6E-06	Species.yr / m2	19		

L'analyse du Tableau 27 permet de mettre en évidence différents éléments :

- La différence concernant le nombre d'indicateurs midpoints pris en compte selon les méthodes, et donc concernant le nombre de thématiques biodiversité étudiées ;
- Les thématiques biodiversité communes aux trois méthodes ;
- La différence de précision dans les résultats obtenus, en raison du nombre de substances considérées selon chaque méthode.

Les méthodes Eco-indicator 99, Impact 2002+ et ReCiPe présentent respectivement trois, six et neuf indicateurs midpoints concernant trois thématiques biodiversité qui sont : « Ecotoxicity », « Acidification/Eutrophication » et « Land use ».

Ces thématiques sont plus ou moins développées selon les méthodes, en fonction du type d'écosystème impacté :

- L'écotoxicité est différenciée en écotoxicité terrestre et aquatique pour les deux dernières méthodes, avec une précision entre les écosystèmes d'eau douce ou marins pour la méthode ReCiPe ;
- L'acidification et l'eutrophication sont différenciées selon les écosystèmes aquatiques et terrestres pour les méthodes Impact 2002+ et ReCiPe ;
- L'utilisation du sol est différenciée pour la première et la troisième méthode et prend en compte l'occupation du sol mais aussi sa transformation.

Ainsi, les trois thématiques biodiversité sont plus développées pour les méthodes Impact 2002+ et ReCiPe.

Il est à noter que pour la méthode Impact 2002+, les indicateurs midpoint « aquatic acidification » et « aquatic eutrophication » ne sont pas inclus pour l'agrégation en dommage faute de facteur de transformation de ceux-ci en unité PDF.m2.yr.

La méthode ReCiPe étudie également la thématique du changement climatique sur les écosystèmes. Cette thématique constitue une part importante de l'ensemble des impacts mis en évidence par cette méthode. Ses résultats seront par la suite présentés successivement avec ce midpoint puis sans, afin de mieux différencier les impacts occasionnés par les trois autres thématiques biodiversité.

Les méthodes diffèrent également en termes de substances considérées pour le calcul des différents midpoints, ce qui influence la précision des résultats donnés.

- L'écotoxicité est prise en compte par 196 substances pour la méthode Eco-indicator 99, 2 589 pour Impact 2002+ et 26 572 pour ReCiPe. Cette dernière semble donc être la plus précise pour ce type de midpoint ;
- L'acidification et l'eutrophisation sont prises en compte par 9 substances pour Eco-indicator 99, 7 substances pour Impact 2002+ et 26 pour ReCiPe. ReCiPe est également la méthode la plus précise pour ce type de midpoint ;
- L'utilisation du sol est prise en compte par 142 substances pour Eco-indicator 99, 88 pour Impact 2002+ et 75 pour ReCiPe. Eco-indicator 99 semble donc être plus précis pour ce type de midpoint. Cela est confirmé par le Tableau 28, puisqu'un grand nombre d'habitats est pris en compte par cette méthode, à la fois en termes d'occupation (emprise au sol correspondant à un milieu) et de transformation (passage d'une occupation du sol à une autre, souvent d'un milieu naturel vers un milieu anthropisé).

**Tableau 28 : Répartition du nombre de lignes correspondant à chaque habitat, pour l'occupation ou la transformation des sols, dans les bases de données ACV pour les trois méthodes étudiées**

	Eco-indicator 99		Impact 20002+	ReCiPe	
	Occupation	Transformation	Occupation	Occupation	Transformation
Arable	7	7	22	13	
Cultures permanentes	7	7	17	11	
Pâturage	4	4	4	4	
Prairie			5	1	
Steppe, toundra			1		
Arbuste	1	1	1	1	
Forêt	6	6	11	7	7
Forêt tropicale	1	1	1	1	1
Cours d'eau		2			
Mer et océan		1			1
Construction	1		1	1	
Décharge	1	6	2	2	
Industriel	3	4	4	4	
Extraction	1	1	1	1	
Infrastructure de transport	5	5	5	5	
Urbain	3	2	6	3	
Inconnu	1	1	3	2	1

Concernant les substances, il ne s'agit pas de données réelles mesurées en un point précis dans tel ou tel écosystème identifié, il s'agit plutôt de données génériques à l'échelle d'un pays, comme la France.

Donc, parmi les trois méthodes, ReCiPe semble être la plus précise pour les trois thématiques biodiversités « utilisation du sol », « écotoxicité » et « acidification / eutrophisation », notamment puisqu'elle les détaille en fonction des écosystèmes concernés (le plus souvent terrestres et aquatiques). De plus, il s'agit la méthode la plus précise en termes de substances prises en compte pour l'écotoxicité. Mais, l'unité utilisée pour caractériser l'endpoint (species.yr) est actuellement moins développée en recherche, que l'unité utilisée pour les deux autres méthodes (PDF\*m<sup>2</sup>\*yr).

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

La méthode Eco-indicator 99 est quant à elle la plus précise pour l'occupation du sol et sa transformation. Néanmoins, il s'agit d'Impact 2002+ qui semble la méthode la plus pertinente pour évaluer la biodiversité car c'est elle qui fait actuellement l'objet de nombreux développements, notamment grâce aux travaux de DeBaan et Koellner.

Les méthodes utilisées en ACV présentent donc de grandes différences, quant aux choix des indicateurs représentatifs de la qualité des écosystèmes, dans leurs unités et dans le nombre de substances prises en compte. Les résultats issus des trois méthodes sont donc difficilement comparables.

## 6.2.2 COMPARATIF DES RESULTATS PAR RESSOURCE ENERGETIQUE ET METHODES DEPLOYEES

Pour chacune des méthodes, un même code couleur a été attribué : les tons bleus représentent les thématiques liées à l'écotoxicité, les tons jaunes pour l'eutrophisation et l'acidification, les tons rouges pour l'utilisation des sols et les tons verts pour le changement climatique. L'ensemble des graphiques présentés est disponible en Annexe K.

Pour chaque source d'énergie, il s'agit de mettre en évidence les différences pour les résultats issus de chaque méthode et de définir la cohérence globale des résultats.

Les différentes étapes du cycle de vie utilisées pour ce volet ACV sont présentées dans le Tableau 29.

Tableau 29 : Les étapes du cycle de vie étudiées pour les trois sources d'énergie (volet ACV)

Charbon	Gaz naturel	Photovoltaïque
<ul style="list-style-type: none"><li>Extraction du charbon</li><li>Acheminement et stockage du charbon</li><li>Production d'électricité par combustion du charbon</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Extraction du gaz</li><li>Acheminement du gaz</li><li>Production d'électricité par combustion du gaz</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Production d'électricité photovoltaïque</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Acheminement de l'électricité haute tension</li><li>Transformation et acheminement de l'électricité moyenne tension</li><li>Transformation et acheminement de l'électricité basse tension</li></ul>		

### • MODELISATION ACV D'UN KWH CHARBON

La Figure 13 met en évidence que, sans tenir compte du changement climatique, les étapes du cycle de vie les plus impactantes sont : « l'extraction du charbon », « l'acheminement et le stockage du charbon » et la « production d'électricité par combustion du charbon ». En tenant compte du changement climatique, c'est l'étape de « production d'électricité par combustion du charbon » qui est de loin la plus impactante, notamment car il s'agit de la combustion d'un combustible fossile.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

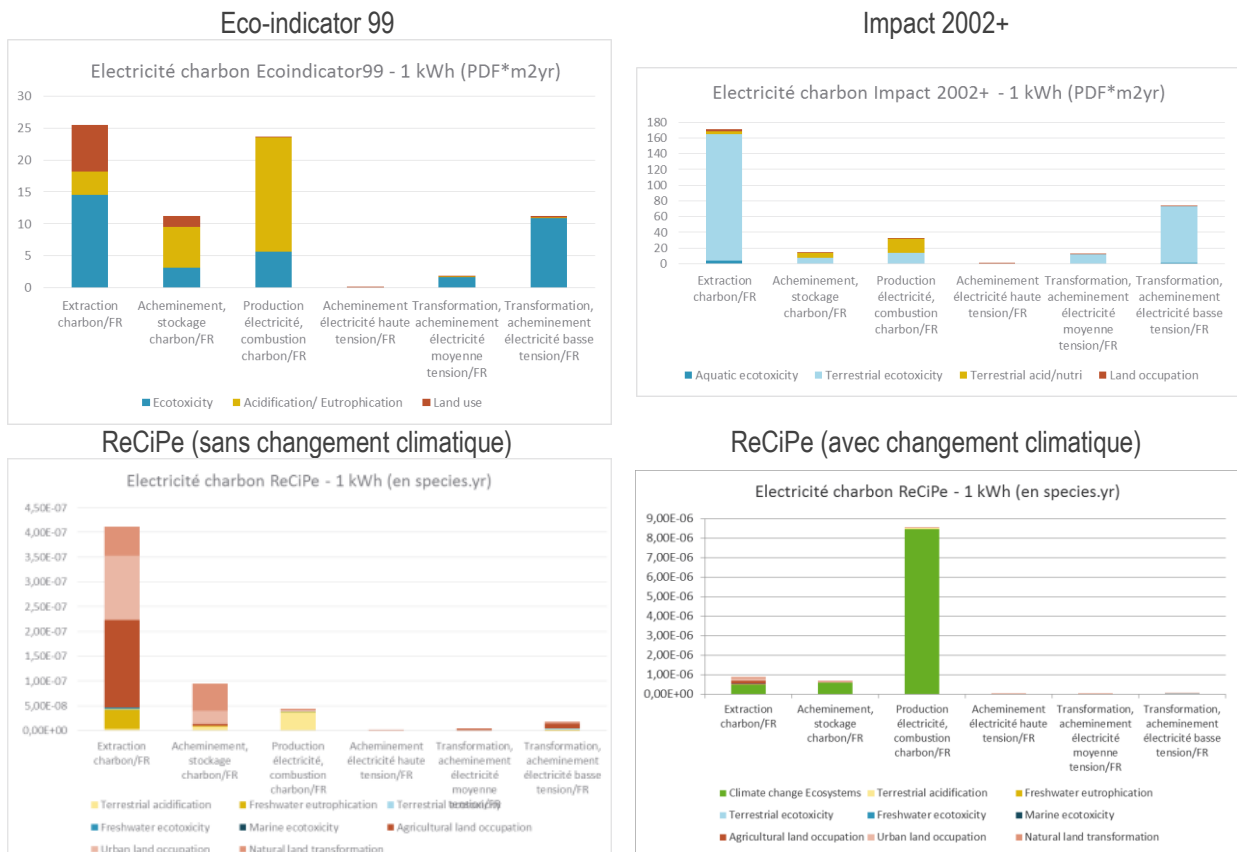


Figure 13 : Comparaison des résultats pour le endpoint « Qualité de l'écosystème » selon les trois méthodes ACV pour un kWh charbon

La phase d'extraction est la plus importante, pour Impact 2002+ et Eco-indicator 99. Cette phase d'extraction est incriminée par l'écotoxicité, notamment par le rejet de nickel. Cependant, il existe une nette différence entre les valeurs de cet impact selon les deux méthodes, du fait de la considération d'un plus grand nombre de substances dans la méthode Impact 2002+. Pour la méthode ReCiPe, c'est l'emprise au sol qui est très dominante sur les autres midpoints. La comparaison entre méthodes n'est pas possible du fait des différentes unités usitées entre, d'un côté, Eco-indicator 99 et Impact 2002+ et de l'autre, ReCiPe.

La méthode Eco-indicator 99 montre également une forte participation au dommage de l'acidification/eutrophisation lors de la phase de production, car la combustion est responsable de rejet d'oxydes de soufre et d'azote, élément contribuant à l'acidification. Pour les méthodes Eco-indicator 99 et impact 2002+, ces valeurs d'impact liées à l'acidification sont proches car les nombres de substances considérées par ces deux méthodes pour ce midpoint sont également proches.

Les deux méthodes précédemment citées présentent également un impact important de l'écotoxicité lors de la phase de transformation/acheminement de l'électricité basse tension. Ceci est induit par des émissions de cuivre, utilisé massivement pour le réseau de distribution (ces émissions sont dues au procédé de fabrication des fils électriques), de nickel et également de chrome IV. Il est noté que cet impact du réseau de distribution sera retrouvé pour les autres sources de production énergétique.

● **MODELISATION ACV D'UN KWH GAZ**

La Figure 14 met en évidence que, sans tenir compte du changement climatique, les étapes du cycle de vie les plus impactantes sont, pour les méthodes EcoIndicator 99 et Impact 2002+, la « transformation et acheminement

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

de l'électricité basse tension », et pour la méthode ReCiPe, « l'extraction du gaz » et « l'acheminement du gaz ». En tenant compte du changement climatique, c'est l'étape de « production d'électricité par combustion du charbon » qui est la plus impactante, pour les mêmes raisons que celles citées pour le charbon.



Figure 14 : Comparaison des résultats pour le endpoint « Qualité de l'écosystème » selon les trois méthodes ACV pour un kWh gaz

La méthode ReCiPe montre que par rapport au charbon, l'impact de l'acheminement est assez important du fait de l'emprise au sol liée aux gazoducs.

Les méthodes Eco-indicator et Impact 2002+ indiquent que l'extraction du gaz est moins impactante que l'extraction de charbon, car moins de rejet de nickel. Les problématiques d'émissions acidifiantes sont retrouvées lors de la phase de production d'électricité, c'est le poste le plus impactant pour cette étape dans les deux cas, il est cependant à noter que cet impact est dix fois plus important pour la solution charbon.

La méthode ReCiPe montre également la participation importante de l'usage des sols pour la phase d'extraction, ainsi que d'acheminement du gaz.

- ### MODELISATION ACV D'UN KWH PHOTOVOLTAÏQUE

La Figure 15 met en évidence que, sans tenir compte du changement climatique, les étapes du cycle de vie les plus impactantes sont la « production d'électricité photovoltaïque » et la « transformation et acheminement de l'électricité basse tension ». En tenant compte du changement climatique, c'est l'étape de « production d'électricité photovoltaïque » qui est la plus impactante.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

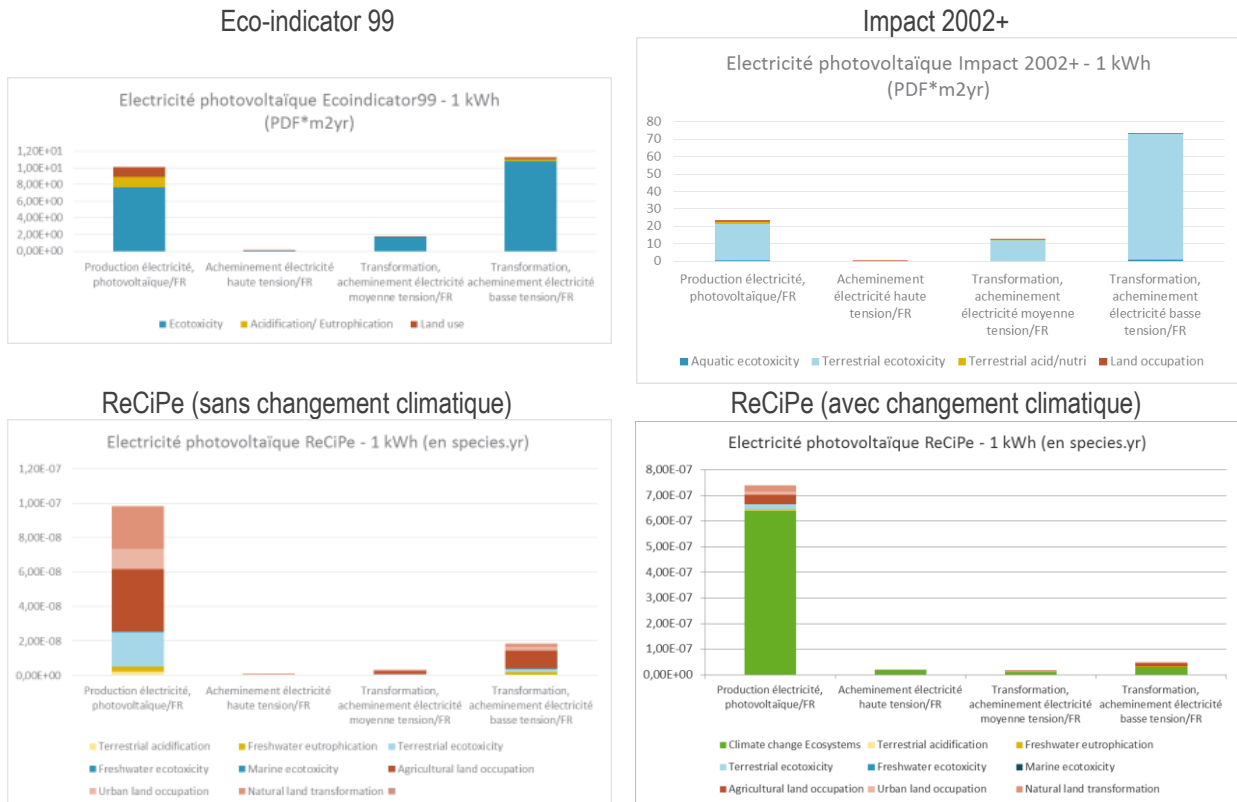


Figure 15 : Comparaison des résultats pour le endpoint « Qualité de l'écosystème » selon les trois méthodes ACV pour un kWh photovoltaïque

La modélisation de la solution photovoltaïque agrège les phases d'extraction, d'acheminement et de production, la comparaison avec les deux autres sources énergétiques n'est donc pas aisée. Quoiqu'il en soit, il est possible de mettre en avant, par le biais des méthodes Eco-indicator 99 et Impact 2002+, que la phase de production « agrégée » est un peu moins impactante que la phase de transformation/acheminement basse tension, avec des émissions écotoxicologiques moindres (nickel, cuivre et plomb).

La méthode ReCiPe montre toujours la participation importante de l'usage des sols pour la phase d'extraction (ici inclus dans la partie production).

● **COMPARATIF DES RESULTATS PAR RESSOURCE ENERGETIQUE ET METHODE DEPLOYEE**

Pour chacune des trois méthodes, le charbon apparaît comme étant la source d'énergie la plus impactante. Le gaz et le photovoltaïque présentent un niveau d'impact équivalent. Mais, pour une même source d'énergie, les thématiques biodiversité participant le plus à l'impact sont différentes (Figure 16). En effet, Eco-indicator 99 met en évidence l'impact de l'écotoxicité, mais également de l'acidification/eutrophisation alors que Impact 2002+ met en avant l'écotoxicité et ReCiPe l'utilisation du sol.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »



Figure 16 : Comparaison des résultats pour le endpoint « Qualité de l'écosystème » des trois sources d'énergie selon les trois méthodes ACV

### 6.2.3 CONCLUSIONS SUR LE VOLET ACV DE L'ETUDE DE CAS

L'étude de la modélisation de l'impact biodiversité par les méthodes ACV montre que celles-ci donnent des valeurs d'impact qui peuvent être expliquées mais qui diffèrent fortement selon les méthodes employées.

Ces différences entre les méthodes se traduisent lors de la réalisation de l'étude de cas sur les trois sources énergétiques par :

- Des différences en termes d'étapes : les étapes les plus impactantes diffèrent selon les méthodes pour une même source énergétique ;
- Des différences en termes de thématiques biodiversité prédominantes pour chaque étape ou source d'énergie ;
- Des différences en termes d'ordre de grandeur quand bien même les méthodes ont des endpoints avec les mêmes unités.

Ainsi, l'étude de la modélisation de l'impact biodiversité par les méthodes ACV montre que celles-ci donnent des valeurs d'impact qui peuvent être expliquées mais qui diffèrent fortement selon les méthodes employées. Ces différences s'expliquent notamment par différents facteurs présentés par le Tableau 31.

Tableau 30 : Analyse des forces et faiblesses des méthodes ACV

	Etude de la transformation des sols	Prise en compte changement climatique appliqué aux écosystèmes	Nombre de « substances » considérées		Différenciation des impacts par type d'écosystème	Facteurs d'agrégation	Spatialisation
<b>Eco-indicator 99</b> (unite : PDF*m <sup>2</sup> *yr)	• Oui	• Non	• Ecotoxicité • Acidif./eutrophisation • Usage des sols	196 9 142	• Non	• Utilisation du facteur PAF peu précis	• Non
<b>IMPACT 2002 +</b> (unité : PDF*m <sup>2</sup> *yr)	• Non	• Non	• Ecotoxicité • Acidif./eutrophisation • Usage des sols	2 589 7 88	• Terrestre / aquatique	• Non disponibilité des facteurs pour l'acidification/eutrophisation	• Possible avec la version Impact World +
<b>ReCiPe</b> (unite : species.yr)	• Oui	• Oui	• Ecotoxicité • Acidif./eutrophisation • Usage des sols	26 752 20 75	• Terrestre / eau douce / marin	• Bonne précision des facteurs	• Non

Ce tableau illustre les forces et faiblesses des trois méthodes étudiées, selon six facteurs étudiant notamment les impacts, substances et types d'écosystèmes pris en compte. La couleur verte reflète une force pour la méthode et la couleur rouge, une faiblesse. L'absence de couleur traduit le fait que ce facteur ne constitue ni une force ni une faiblesse pour la méthode.

Il apparaît que la méthode ReCiPe serait celle présentant le plus de forces car elle serait la plus précise en termes d'indicateurs d'impact, de nombre de substances étudiées (notamment pour l'écotoxicité) et de différenciation des impacts selon les écosystèmes terrestres, d'eau douce et marins. Les deux autres méthodes présentent d'autres forces, différentes de celles mises en évidence pour ReCiPe : Eco-indicator 99 permet une étude plus précise de l'usage des sols (puisque cette méthode a le plus grand nombre de substances étudiées pour cette thématique) et Impact 2002 + présente l'avantage de permettre la spatialisation des flux et données.

Cependant, il est à noter que les méthodes de calcul des trois méthodes ACV employées ne sont pas disponibles de façon exhaustive et immédiate puisqu'il n'existe pas de guide exhaustif permettant une compréhension des méthodes de calcul de chaque midpoint, expliquant notamment les algorithmes développés dans le cadre de différents travaux de recherche.

### 6.3 LE VOLET BIODIVERSITE DE L'ETUDE DE CAS

Le volet biodiversité de l'étude de cas a consisté à déterminer les principaux impacts environnementaux et plus particulièrement ceux sur la biodiversité tout au long du cycle de vie des trois sources d'énergie : charbon, gaz et photovoltaïque.

Le volet biodiversité a été réalisé par l'intermédiaire d'une recherche bibliographique d'études spécifiques à la biodiversité, dont les sources se trouvent dans la bibliographie. Tout d'abord, les étapes du cycle de vie ont été localisées. Puis, les principaux impacts environnementaux liés à la source d'énergie étudiée ont été listés. Ensuite cette liste a été précisée pour chacune des étapes de son cycle de vie. Pour certaines étapes, un exemple concret vient préciser les impacts. Enfin, des données chiffrées ont été citées lorsqu'elles ont été trouvées.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Les différentes étapes prises en compte pour le cycle de vie des trois sources d'énergie sont présentées dans le Tableau 31.

Tableau 31 : Les étapes du cycle de vie étudiées pour les trois sources d'énergie (volet biodiversité)

Charbon	Gaz naturel	Photovoltaïque
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extraction du charbon</li> <li>Acheminement du charbon</li> <li>Production d'électricité par combustion du charbon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extraction du gaz</li> <li>Acheminement du gaz</li> <li>Production d'électricité par combustion du gaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extraction des matières premières</li> <li>Fabrication des panneaux</li> <li>Transport des panneaux</li> <li>Construction et exploitation des installations photovoltaïques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acheminement de l'électricité</li> </ul>		

### 6.3.1 LES ENJEUX BIODIVERSITE DES TROIS SOURCES ENERGETIQUES

Pour chacune des étapes du cycle de vie des trois sources énergétiques, les principaux impacts sont listés : ils sont listés sous la forme d'une pression ou d'un sous-type de pression sur la biodiversité. A chaque impact est attribuée une note reflétant la prise en compte de cet impact par les méthodes ACV. La note « x » reflète l'absence de prise en compte de l'impact par les ACV, la note 1 reflète une bonne prise en compte, la note 2 une prise en compte moyenne et la note 3 une faible prise en compte. L'intensité de prise en compte est basée sur la précision des méthodes ACV pour la mesure des impacts et la cohérence avec ce qui est observé par le volet biodiversité.

Parmi les cinq pressions sur la biodiversité, seul le changement climatique n'a pas été traité dans cette partie, puisque des émissions de gaz à effet de serre ont lieu à chaque étape du cycle de vie des différentes sources d'énergie.

Pour tous les impacts cités, il faut à garder à l'esprit que les conséquences seront différentes selon qu'il s'agit d'un écosystème ordinaire ou remarquable.

- #### DETERMINATION DES ENJEUX BIODIVERSITE SUR LE CYCLE DE VIE D'UN KWH CHARBON

Le Tableau 32 présente les principaux impacts biodiversité rencontrés tout au long du cycle de vie d'un kWh charbon.

Tableau 32 : Les enjeux biodiversité d'un kWh charbon

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

	Changement de l'habitat	Espèces invasives	Surexploitation	Pollutions
<b>Extraction du charbon (ex. en Australie)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> : emprise au sol 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Destruction des habitats (« mountain-top removing » concernant les écosystèmes terrestres et aquatiques aux Etats-Unis ; défrichement de végétation indigène + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées (dont les chauves-souris) x</li> <li>• Réduction des fonctions écologiques x</li> <li>• Dégradation des zones aquatique par l'exhaure des mines (les habitats terrestres ont moins d'accès à l'eau) x</li> </ul> </li> <li>• <u>Fragmentation</u> et effet lisière</li> <li>• <u>Perturbations</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit et lumières et vibrations (migration des espèces mobiles) X</li> <li>• Erosion des sols et ruissellement (suppression de la végétation dans les zones de ruissellement)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Introduction</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'ouverture du site (potentielle prolifération d'espèces) x</li> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (introduction d'individus) x</li> </ul> </li> <li>• <u>Utilisation de moyens de dispersion</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (déplacement et introduction d'individus sur un nouveau site) x</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Eau</u> : prélèvements d'eau importants (diminution du niveau des nappes phréatiques, assèchement des masses d'eau superficielles, diminution de l'O2 dissous, augmentation des températures, ...) 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aquatique</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drainage acide lixivié jusqu'aux masses d'eau (modification du pH et présence de contaminants) 1</li> <li>• Chargement des masses d'eau en sédiments (turbidité) 3</li> </ul> </li> <li>• <u>Terrestre</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drainage acide lixivié jusqu'aux masses d'eau (modification du pH et présence de contaminants) 1</li> </ul> </li> <li>• <u>Atmosphérique</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Particules (liées aux fouilles d'abattage, au transport des matériaux) 1</li> <li>• Emission de gaz d'échappement 1</li> </ul> </li> <li>• <u>Déchets et polluants</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Déchets miniers minéraux (poussières, pollutions, turbidité et toxicité pour les écosystèmes terrestres et aquatiques) 1</li> </ul> </li> </ul>
<b>Acheminement du charbon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> : emprise au sol 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Destruction des habitats sur le tracé des routes et défrichement de végétation indigène + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées x</li> </ul> </li> <li>• <u>Fragmentation</u> des habitats terrestres et aquatiques sur le tracé des routes et effet lisière</li> <li>• <u>Perturbations</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit et lumières (migration des espèces mobiles) x</li> <li>• Accidents dus au trafic sur les routes X</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Utilisation de moyens de dispersion</u> : Par l'intermédiaire des moyens de transport (déplacement et introduction d'individus sur un nouveau site) x</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aquatique</u> : ruissellement des eaux et des polluants présents sur les routes 1</li> <li>• <u>Terrestre</u> : salinisation autour des routes 1</li> <li>• <u>Atmosphérique</u> : émissions par les véhicules 1</li> </ul>
<b>Production d'électricité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> : emprise au sol 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• destruction des habitats pour la construction de la centrale + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées 2</li> </ul> </li> <li>• <u>Fragmentation</u> et effet lisière x</li> <li>• <u>Perturbations</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit et lumières (migration des espèces mobiles) X</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Introduction</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (introduction d'individus) x</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Eau</u> : Prélèvements d'eau importants pour le refroidissement de la centrale (diminution du niveau des nappes phréatiques, assèchement des masses d'eau superficielles, diminution de l'O2 dissous, augmentation des températures, ...) 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aquatique</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eaux de refroidissement rejetées dans les écosystèmes 1</li> </ul> </li> <li>• <u>Terrestre</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Production de cendres composées d'oxydes de métaux 1</li> </ul> </li> <li>• <u>Atmosphérique</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emission de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote, de composés dérivés du mercure 1</li> </ul> </li> </ul>
<b>Acheminement de l'électricité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> : emprise au sol 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• destruction des habitats terrestres et aquatiques sur le tracé des lignes + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées 2</li> </ul> </li> <li>• <u>Fragmentation</u> des habitats terrestres et aquatiques sur le tracé des lignes et effet lisière x</li> <li>• <u>Perturbations</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit lors de la construction (migration des espèces mobiles) x</li> <li>• Perturbation, pour la nidification notamment, lors de l'entretien des zones de passage des lignes x</li> <li>• Collisions et électrocution de la faune aviaire x</li> <li>• Champs électriques et magnétiques X</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Introduction</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'ouverture du site (potentielle prolifération d'espèces) x</li> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (introduction d'individus) x</li> </ul> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aquatique</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation d'herbicides pour l'entretien des zones de passage des lignes 1</li> </ul> </li> <li>• <u>Terrestre</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation d'herbicides, huiles, carburants, PCB (refroidissement et isolation électrique) pour le refroidissement et l'isolation électrique, et de produits de conservation du bois des poteaux électriques 1</li> </ul> </li> </ul>

Pour le charbon, les principaux enjeux biodiversité sont les suivants :

- L'étape d'extraction semble la plus impactante car elle participe à détruire les écosystèmes et à les polluer, sur de grandes surfaces ;
- L'étape de transport du charbon, par routes, rails ou par transport fluvial participe notamment à la fragmentation des écosystèmes, à la dispersion des espèces invasives et à la pollution des écosystèmes ;
- L'étape de production d'électricité participe à prélever de grandes quantités d'eau et à polluer, notamment par des émissions atmosphériques, ainsi qu'à émettre des gaz à effet de serre ;
- L'étape de distribution participe à fragmenter les écosystèmes et à disperser les espèces invasives, par l'ouverture de la végétation.

Pour l'ensemble des impacts identifiés, une grande partie n'est pas étudiée par les méthodes ACV. C'est le cas des sous-types de pression « fragmentation » et « perturbations » et de la pression « Espèces invasives ». En revanche, les « Pollutions » sont plutôt bien traitées par les ACV, tout comme « l'occupation du sol ». La « transformation de l'occupation du sol » est moyennement traitée par les ACV puisqu'elles ne permettent pas, par exemple, de préciser les conséquences sur les espèces présentes. Quant à la surexploitation des ressources en eau, celle-ci n'est pas étudiée par les ACV en tant que facteur influençant la qualité des écosystèmes, mais elle pourrait aisément être calculée.

- **DETERMINATION DES ENJEUX BIODIVERSITE SUR LE CYCLE DE VIE D'UN KWH GAZ**

Le Tableau 33 présente les principaux impacts biodiversité rencontrés tout au long du cycle de vie d'un kWh gaz. La phase d'acheminement de l'électricité est identique à celle pour le charbon.

**Tableau 33 : Les enjeux biodiversité d'un kWh gaz**

	Changement de l'habitat	Espèces invasives	Surexploitation	Pollutions
<b>Extraction du gaz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> : emprise au sol 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamitage pour l'excavation 1</li> <li>• Destruction des habitats + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées (amphibiens, oiseaux) 2</li> <li>• Assèchement et réchauffement des zones déforestées x</li> </ul> </li> <li>• <u>Fragmentation</u> et effet lisière x</li> <li>• <u>Perturbations</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit et lumières (migration des espèces mobiles) X</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Introduction</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'ouverture du site (potentielle prolifération d'espèces) X</li> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (introduction d'individus) X</li> </ul> </li> <li>• <u>Utilisation de moyens de dispersion</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (déplacement et introduction d'individus sur un nouveau site) x</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Eau</u> : 3                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prélèvements d'eau (diminution du niveau des nappes phréatiques, assèchement des masses d'eau superficielles, diminution de l'O2 dissous, augmentation des températures, ...)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aquatique</u> : par les fluides de fracturation 1</li> <li>• <u>Terrestre</u> : par les fluides de fracturation 1</li> <li>• <u>Atmosphérique</u> : par les torchères 1</li> </ul>
<b>Acheminement du gaz par pipelines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> : emprise au sol 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Destruction des habitats terrestres et aquatiques sur le tracé des pipelines + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées 2</li> <li>• <u>Fragmentation</u> des habitats terrestres et aquatiques sur le tracé du pipeline et effet lisière x</li> <li>• <u>Perturbations</u> :                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit lors de la construction (migration des espèces mobiles) x</li> <li>• Perturbation, pour la nidification notamment, lors de l'entretien des zones de passage des pipelines X</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Introduction</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'ouverture du site (potentielle prolifération d'espèces) X</li> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (introduction d'individus) x</li> </ul> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aquatique</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation d'herbicides sur les zones d'entretien des pipelines 1</li> </ul> </li> <li>• <u>Terrestre</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation d'herbicides sur les zones d'entretien des pipelines 1</li> </ul> </li> <li>• <u>Atmosphérique</u> : risques de fuites 1</li> </ul>
<b>Production d'électricité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> : emprise au sol 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• destruction des habitats pour la construction de la centrale + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées 2</li> <li>• <u>Fragmentation</u> et effet lisière x</li> <li>• <u>Perturbations</u> :                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit et lumières (migration des espèces mobiles) X</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Introduction</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (introduction d'individus) x</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Eau</u> : Prélèvements d'eau importants (diminution du niveau des nappes phréatiques, assèchement des masses d'eau superficielles, diminution de l'O2 dissous, augmentation des températures, ...) 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aquatique</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eaux de refroidissement rejetées dans les écosystèmes 1</li> </ul> </li> <li>• <u>Atmosphérique</u> :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissions d'oxydes d'azote 1</li> </ul> </li> </ul>

Pour le gaz, les principaux enjeux biodiversité sont les suivants :

- L'étape d'extraction semble impactante par la pollution engendrée, notamment par les fluides de fracturation. La destruction des écosystèmes est restreinte à une surface relativement peu étendue, comparée à l'extraction du charbon ;
- L'étape de transport du gaz, par pipelines participe notamment à la fragmentation des écosystèmes, à la dispersion des espèces invasives et à la pollution des écosystèmes, en cas de fuites ainsi que pour l'entretien des zones à proximité des pipelines par des pesticides ;
- L'étape de production d'électricité participe également à prélever de grandes quantités d'eau et à polluer, notamment par des émissions atmosphériques, ainsi qu'à émettre des gaz à effet de serre, mais dans des quantités moindres par rapport au charbon ;

La prise en compte des impacts identifiés par le volet biodiversité au sein des méthodes ACV est similaire à ce qui a été présenté pour le charbon.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

• **DETERMINATION DES ENJEUX BIODIVERSITE SUR LE CYCLE DE VIE D'UN KWH PHOTOVOLTAÏQUE**

Le Tableau 34 présente les principaux impacts biodiversité rencontrés tout au long du cycle de vie d'un kWh photovoltaïque. La phase d'acheminement de l'électricité est identique à celle pour le charbon.

**Tableau 34 : Les enjeux biodiversité d'un kWh photovoltaïque**

	Changement de l'habitat	Espèces invasives	Surexploitation	Pollutions
Extraction des MP (mine de bauxite en Inde)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> : emprise au sol 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excavation de matériaux rares (In, Te, Ga) et toxiques (Cd) 1</li> <li>• Déforestation et destruction de l'habitat + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées (éléphants notamment) 2</li> <li>• Modification de l'hydrologie (risque d'assèchement car la bauxite est incorporée dans un matériau spongieux retenant de grandes quantités d'eau) x</li> <li>• Ouverture de réservoirs d'eau pour le traitement de la bauxite (inondations et pertes de biodiversité terrestre et aquatique) x</li> <li>• Dégradation des zones aquatiques aquatique par l'exhaure des mines (les habitats terrestres ont moins d'accès à l'eau) x</li> <li>• Réduction des fonctions écologiques des habitats x</li> <li>• <u>Fragmentation</u> et effet lisière x</li> <li>• <u>Perturbations</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit et lumières et vibrations (migration des espèces mobiles) x</li> <li>• Erosion des sols et ruissellement (suppression de la végétation dans les zones de ruissellement) X</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Introduction</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'ouverture du site (potentielle prolifération d'espèces) X</li> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (introduction d'individus) X</li> </ul> </li> <li>• <u>Utilisation de moyens de dispersion</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (déplacement et introduction d'individus sur un nouveau site) x</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Eau</u> : 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prélèvements d'eau (diminution du niveau des nappes phréatiques, assèchement des masses d'eau superficielles, diminution de l'O2 dissous, augmentation des températures, ...)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aquatique</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement de la bauxite : effluents caustiques, boues rouges 1</li> <li>• Drainage acide lixivié jusqu'aux masses d'eau (modification du pH et présence de contaminants) 1</li> <li>• Chargement des masses d'eau en sédiments (turbidité) 3</li> </ul> </li> <li>• <u>Terrestre</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement de la bauxite : effluents caustiques, boues rouges 1</li> <li>• Drainage acide lixivié jusqu'aux masses d'eau (modification du pH et présence de contaminants) 1</li> </ul> </li> <li>• <u>Atmosphérique</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poussières 1</li> <li>• Particules (liées aux fouilles d'abattage, au transport des matériaux) 1</li> <li>• Emission de gaz d'échappement 1</li> </ul> </li> <li>• <u>Eutrophisation</u> 1</li> <li>• <u>Déchets et polluants</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Déchets miniers minéraux (poussières, pollutions, turbidité et toxicité pour les écosystèmes terrestres et aquatiques) 1</li> </ul> </li> </ul>
	Fabrication des panneaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> : emprise au sol 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> : destruction des habitats + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées 2</li> <li>• <u>Fragmentation</u> et effet lisière x</li> <li>• <u>Perturbations</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit et lumières vibrations (migration des espèces mobiles) X</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Introduction</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (introduction d'individus) x</li> </ul> </li> </ul>	

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

Transport des panneaux (routes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> : emprise au sol 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> : 2               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Destruction des habitats et défrichement + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées</li> </ul> </li> <li>• <u>Fragmentation</u> des habitats terrestres et aquatiques sur le tracé des routes et effet lisière x</li> <li>• <u>Perturbations</u> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit et lumières (migration des espèces mobiles) x</li> <li>• Accidents dus au trafic sur les routes X</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Utilisation de moyens de dispersion</u> : x               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (déplacement et introduction d'individus sur un nouveau site)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aquatique</u> : ruissellement des eaux et des polluants présents sur les routes 1</li> <li>• <u>Terrestre</u> : salinisation autour des routes 1</li> <li>• <u>Atmosphérique</u> : émissions par les véhicules 1</li> </ul>
Construction et exploitation des installations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Occupation du sol</u> (sauf si les panneaux sont placés sur les toitures) 1</li> <li>• <u>Transformation de l'occupation du sol</u> : 2               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Destruction des habitats + destruction ou déplacement des communautés végétales et animales associées. Concerne notamment la création de tranchées pour le passage des câbles de connexion</li> </ul> </li> <li>• <u>Fragmentation</u> des habitats terrestres (surtout si présence de clôture) x</li> <li>• <u>Perturbations</u> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit (migration des espèces mobiles) x</li> <li>• Modification des habitats (ombre, température, hygrométrie, ...) x</li> <li>• Confusion par mimétisme avec un écosystème aquatique pour la faune aérienne (oiseaux et insectes : dépôt de larves, ...) X</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Introduction</u> : x               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'intermédiaire des véhicules (introduction d'individus)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Atmosphérique</u> : 1               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollution liée aux engins</li> </ul> </li> </ul>

Pour le photovoltaïque, les principaux enjeux biodiversité sont les suivants :

- L'étape d'extraction semble la plus impactante car elle participe à détruire les écosystèmes et à les polluer, sur de grandes surfaces, car il s'agit de mines comme dans le cas du charbon ;
- L'étape de fabrication des panneaux photovoltaïques participe notamment à la pollution atmosphérique ;
- L'étape de transport des panneaux, par routes, participe notamment à la fragmentation des écosystèmes, à la dispersion des espèces invasives et à la pollution des écosystèmes ;
- La construction et l'exploitation des installations participent au changement des habitats, en termes d'occupation des sols, dans le cas où les panneaux ne sont pas installés sur des toitures. La transformation des écosystèmes est moindre. En revanche, les perturbations peuvent être plus importantes (modifications physico-chimiques : hygrométrie, température, etc. et confusion pour la faune aérienne avec un écosystème aquatique) ;

La prise en compte des impacts identifiés par le volet biodiversité au sein des méthodes ACV est similaire à ce qui a été présenté pour le charbon.

### 6.3.2 CONCLUSIONS SUR LE VOLET BIODIVERSITE DE L'ETUDE DE CAS

Les impacts sur la biodiversité, identifiés grâce à la bibliographie, sont très précis, notamment pour certaines pressions telles que le changement de l'habitat ou les pollutions. En effet, ces pressions sont détaillées par sous-types de pression sur la biodiversité, comme le présente la Figure 17.

	Charbon	Gaz		PV
Extraction mp	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destruction et pollution écosystèmes (terr. et aqua. : défrichement, drainage acide, déplacement communautés d'espèces, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destruction et pollution écosystèmes (emprise relativement restreinte)</li> </ul>	Extraction mp panneaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destruction et pollution écosystèmes (terr. et aqua. : défrichement, drainage acide, déplacement communautés d'espèces, modif. hydrologie, etc.)</li> </ul>
Acheminement mp	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transport rail route voie d'eau (fragmentation, perturbation d'espèces + espèces invasives)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transport pipe (fragmentation + espèces invasives)</li> </ul>	Fabrication panneaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pollution (produits chimiques, etc.)</li> </ul>
Production élec.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvement + pollution de l'eau et air (oxydes d'azote, cendres, etc.) + émissions de GES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvement + pollution de l'eau et air (oxydes d'azotes, etc.) + émissions de GES</li> </ul>	Transport panneaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transport route (fragmentation, perturbation d'espèces + espèces invasives)</li> </ul>
Acheminement élec.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrastructures transport d'électricité (fragmentation et perturbation d'espèces, dont faune aviaire + espèces invasives)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrastructures transport d'électricité (fragmentation et perturbation d'espèces, dont faune aviaire + espèces invasives)</li> </ul>	Construction et exploitation installations	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potentiellement si panneaux au sol (modif. habitats, mimétisme, etc.)</li> </ul>
			Acheminement élec.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrastructures transport d'électricité (fragmentation et perturbation d'espèces, dont faune aviaire + espèces invasives)</li> </ul>

Figure 17 : Les résultats du volet biodiversité pour les trois sources d'énergie

De plus, les conséquences sur la biodiversité sont détaillées en termes de conséquences sur le biotope (par destruction du biotope, modification des conditions physico-chimiques), la biocénose (destruction des populations d'espèces, déplacements de populations ou encore prolifération d'espèces invasives) et les fonctions écologiques, en modifiant ces fonctions. Ces conséquences sont précisées jusqu'au niveau des groupes d'espèces impactées (chauves-souris, amphibiens, ...) et localisées géographiquement (dans le cas des exemples).

Il est à noter que le volet biodiversité n'est pas construit comme celui de l'ACV puisqu'il étudie chaque étape du cycle de vie séparément et non dans sa globalité.

## 6.4 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DE CAS

Les deux volets de cette étude n'ont pas étudié les mêmes étapes pour le cycle de vie des trois sources d'énergie. En effet, certaines sont plus ou moins développées selon les volets : la transformation et l'acheminement de l'électricité sont plus développés en ACV alors que la fabrication des panneaux photovoltaïques l'est plus dans le volet biodiversité.

Le Tableau 35 résume la prise en compte des thématiques biodiversité par les méthodes ACV. Il apparaît clairement qu'elles ne prennent en compte qu'un nombre limité de sous-types de pression sur la biodiversité. Certains sous-types de pression sont considérés comme « Non applicable » puisque le cas étudié ne concerne pas ces éléments. C'est par exemple le cas de la surexploitation des espèces menacées, de la diversité génétique et de la diversité spécifique, car la production énergétique ne nécessite pas l'exploitation d'espèces.

Tableau 35 : Tableau précisant la prise en compte de la biodiversité par les méthodes ACV

Pression	Sous-type de pression	Prise en compte par les méthodes ACV
Changement de l'habitat	Occupation du sol	✓
	Transformation de l'occupation des sols	✓
	Fragmentation	
	Perturbations	
	Protection des habitats et de la biodiversité	
Espèces invasives	Introduction d'espèces invasives	
	Utilisation de moyens de dispersion des espèces invasives	
Surexploitation	Prélèvement et consommation d'eau	✓
	Espèces menacées	Non applicable
	Participation à la diversité spécifique	Non applicable
	Participation à la diversité génétique	Non applicable
	Utilisation durable des ressources naturelles	Non applicable
Pollutions	Pollution des masses d'eau	✓
	Pollution des sols	✓
	Pollution atmosphérique	✓
	Eutrophisation / Acidification	✓
	Emission de déchets et polluants	
Changement climatique	Emissions de GES	✓

Le tableau met en évidence que quatre des cinq pressions sur la biodiversité sont plus ou moins traitées par les méthodes ACV (seules les espèces invasives ne sont pas du tout traitées), dont ce sont les pollutions ainsi qu'une partie du changement de l'habitat qui sont les mieux étudiées. Les sous-types de pression non pris en compte par les méthodes ACV sont néanmoins très importants dans le cadre de cette étude de cas, comme le soulignent les études biodiversité. C'est notamment le cas de la fragmentation et des perturbations des habitats.

En conclusion sur cette étude de cas, il apparaît que :

- Les méthodes ACV sont précises pour les impacts liés aux pressions « Changement de l'habitat » et « Pollutions » puisqu'elles sont capables de préciser quelles substances participent à quel sous-type de pression sur la biodiversité (écotoxicologie et acidification/eutrophisation). Même si ces substances n'ont pas été clairement citées dans la partie biodiversité, leurs impacts ont été mis en évidence ;
- Les méthodes ACV permettent d'obtenir une analyse chiffrée des impacts, même si les chiffres ne correspondent pas forcément à des données réelles spécifiques à un site, mais plutôt à des données génériques généralement données par pays ;
- Les études biodiversité sont plus complètes que les méthodes ACV en termes de conséquences sur les écosystèmes impactés. En effet, elles permettent de caractériser précisément l'habitat impacté ainsi que les espèces impactées, alors que les méthodes ACV ne prennent en compte les conséquences que par l'intermédiaire d'un indicateur du genre PDF (*Potentially Disappeared Fraction of species*), réducteur de l'ensemble des conséquences potentielles.

Ainsi, l'étude de cas a prouvé que les méthodes ACV ne permettent pas, actuellement, d'étudier l'ensemble des thématiques liées à la biodiversité. En effet, conformément à la synthèse de l'état de l'art des indicateurs, ce sont les pressions « Changement de l'habitat » et les « Pollutions » qui sont les mieux traitées par les ACV. Les aspects

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

de la biodiversité liés aux autres pressions et sous-types de pression non pris en compte sont donc à étudier, approfondir et développer pour pouvoir à terme obtenir une « ACV biodiversité + ».

Plusieurs pistes peuvent être mises en évidence pour parvenir à ce but :

- Les indicateurs existants dans les ACV pourraient être améliorés pour mieux intégrer les thématiques biodiversité ;
- Les impacts traités en ACV pourraient être spatialisés, à l'image de ce qui a été réalisé pour le volet biodiversité. Cela permettrait d'établir un lien entre les impacts et les écosystèmes impactés. Ces écosystèmes pourraient également être caractérisés en termes d'habitats, d'espèces et de fonctions écologiques, dans le but d'aller plus loin que le PDF dans la détermination des conséquences des impacts ;
- De nouveaux indicateurs pourraient être intégrés aux ACV afin de prendre en compte un maximum de pressions et sous-types de pression sur la biodiversité ;
- Enfin, une pondération des impacts et conséquences devra être réalisée afin de prendre en compte le caractère remarquable ou ordinaire des écosystèmes impactés.

## BIBLIOGRAPHIE

---

### Volet ACV de l'étude de cas :

SIMAPRO – Pré Consultants

Eco Indicator – Manual for designer.

Disponible sur: [http://www.pre-sustainability.com/download/manuals/EI99\\_Manual.pdf](http://www.pre-sustainability.com/download/manuals/EI99_Manual.pdf)

ReCiPe 2008: A life cycle impact assessment method which comprises harmonized category indicators at the midpoint and the endpoint level. Disponible sur: <http://www.lcia-recipe.net/>

Impact 2002+ User Guide

Disponible sur: <http://www.sph.umich.edu/riskcenter/jolliet/IMPACT2002+>

### Volet biodiversité de l'étude de cas :

#### Sources pour le charbon :

- BioEthics Education Project. Pollution of Mining and Quarrying. Disponible sur : <http://www.beep.ac.uk/content/231.0.html>
- Environmental impacts of quarrying, mining and dredging : <http://www.quarried.co.uk/Downloads/Environmental%20Impacts%20Worksheet%20-%20Teacher%20notes.doc>
- Généralité sur l'exploitation minière et ses impacts. Disponible sur : <http://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Chapitre%201.pdf>
- INSEE. Provenance des importations de charbon en 2012. Disponible sur : [http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg\\_id=0&ref\\_id=NATTEF11362](http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=NATTEF11362)
- International Finance Corporation & World Bank Group, 2007. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Electric Power Transmission and Distribution. Disponible sur : <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/66b56e00488657eeb36af36a6515bb18/Final%2B-%2BElectric%2BTransmission%2Band%2BDistribution.pdf?MOD=AJPERES&id=1323162154847>

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

- Le Monde, 2010. Charbon – Comment les Etats-Unis rasant leur plus belle chaîne de montagne (Yale Environnement). Disponible sur : <http://bigbrowser.blog.lemonde.fr/2010/07/13/charbon-comment-les-etats-unis-rasent-leur-plus-belle-chaîne-de-montagne-yale-environnement/>
- Specialist Consultant Studies Compendium, 2010. Biodiversity impact assessment for Werris Creek Coal Mine Life of Mine Project. Disponible sur : <http://www.whitehavencoal.com.au/environment/docs/part-5-biodiversity-impact-assessment-1.pdf>
- U.S. Environmental protection agency. Coal. Disponible sur : <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/coal.html>

#### Sources pour le gaz :

- International Finance Corporation & World Bank Group, 2007. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Electric Power Transmission and Distribution. Disponible sur : <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/66b56e00488657eeb36af36a6515bb18/Final%2B-%2BElectric%2BTransmission%2Band%2BDistribution.pdf?MOD=AJPERES&id=1323162154847>
- KIVIAT, E., 2013. Risks to biodiversity from hydraulic fracturing for natural gas in the Marcellus and Utica shales. Annals of the New York academy of sciences, 1286, 1-14. Disponible sur : <http://catskillcitizens.org/learnmore/Kiviat2013Riskstobiodiversity.pdf>
- MEDDE, 2006. Le stockage de gaz naturel en France et en Europe. Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-stockage-de-gaz-naturel-en.html>
- Planète TP, 2007. Gaz : stockage et transport. Disponibles sur : <http://www.planete-tp.com/gaz-stockage-et-transport-a1217.html>
- REYMOND, P. Gaz naturel en France. Disponible sur : <http://www.leblogenergie.com/2007/04/20/gaz-naturel-en/>
- U.S. Environmental protection agency. Natural gas. Disponible sur : <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/coal.html>

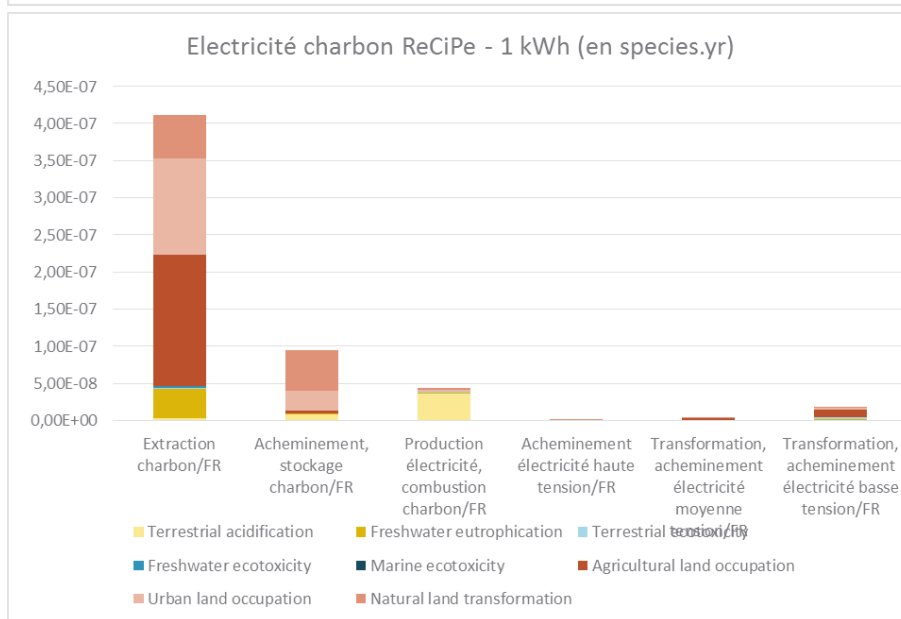
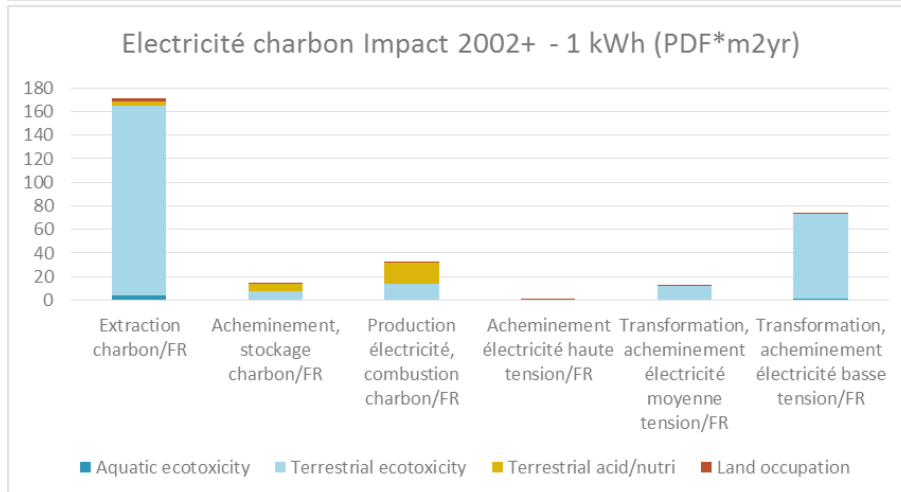
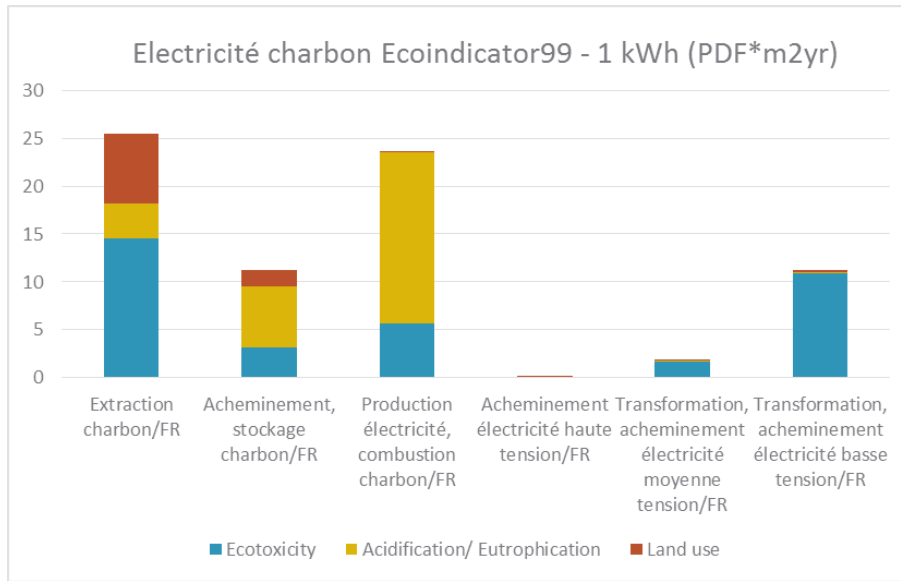
#### Sources pour le photovoltaïque :

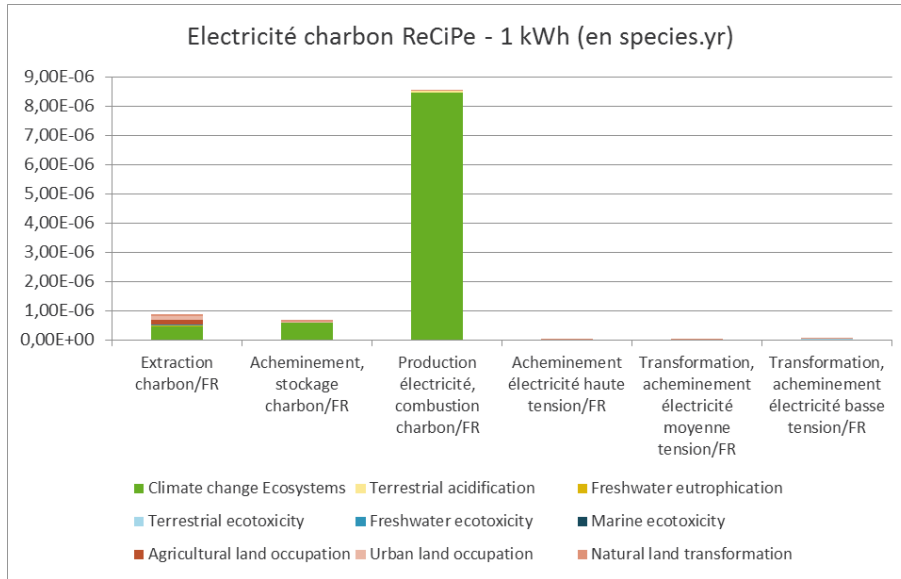
- Alternative Energy, 2010. Solar panels – Are they a threat to biodiversity ? Disponible sur : <http://www.alternative-energy-news.info/solar-panels-threat-to-biodiversity/>
- EDF, Le solaire photovoltaïque en France. Disponible sur : <http://encyclopedie-electricite.edf.com/production/individuels/photovoltaïque/france.html>
- Environmental issues related to bauxite mining and processing with emphasis on biodiversity and water. Disponible sur : <http://www.bauxietinstituut.com/files/Environmental%20problems%20related%20to%20bauxite%20mining%20and%20processing-Paul%20Ouboter.pdf>
- FTHENAKIS, V., CHUL KIM, H., FRISCHKNECHT, R., RAUGEI, M., SINHA, P., STUCKI, M., 2011. Life cycle inventories and life cycle assessments of photovoltaic systems. Disponible sur : [https://www.bnl.gov/pv/files/pdf/226\\_Task12\\_LifeCycle\\_Inventories.pdf](https://www.bnl.gov/pv/files/pdf/226_Task12_LifeCycle_Inventories.pdf)
- Gallium. Disponible sur : <http://www.hardassetsinvestor.com/interviews/1403-gallium-a-slippery-metal.html?start=1>
- GEKAS, V., FRANTZESKAKI, N., TSOUTSOS, T., 2002. Environmental impact assessment of solar energy systems – results from a life cycle analysis. Disponible sur : [https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&ved=0CFkQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F229040136\\_ENVIRONMENTAL\\_IMPACT\\_ASSESSMENT\\_OF\\_SOLAR\\_ENERGY\\_SYSTEMS\\_RESULTS\\_FROM\\_A\\_LIFE\\_CYCLE\\_ANALYSIS%2Ffile%2Fd912f50b0ad72c00f6.pdf&ei=INuFUqcgw8DRBeS7gdAl&usq=AFQjCNGDpY0HIHF8h1szX\\_NAOGIPPIGNw&bvm=bv.56643336,d.d2k](https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&ved=0CFkQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F229040136_ENVIRONMENTAL_IMPACT_ASSESSMENT_OF_SOLAR_ENERGY_SYSTEMS_RESULTS_FROM_A_LIFE_CYCLE_ANALYSIS%2Ffile%2Fd912f50b0ad72c00f6.pdf&ei=INuFUqcgw8DRBeS7gdAl&usq=AFQjCNGDpY0HIHF8h1szX_NAOGIPPIGNw&bvm=bv.56643336,d.d2k)
- [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/45\\_RenewsSpezial\\_Biodiv-in-Solarparks\\_ENGL.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/45_RenewsSpezial_Biodiv-in-Solarparks_ENGL.pdf)

- Index mundi. Indium production by country. Disponible sur : <http://www.indexmundi.com/minerals/?product=indium&graph=production>
- International Finance Corporation & World Bank Group, 2007. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Electric Power Transmission and Distribution. Disponible sur : <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/66b56e00488657eeb36af36a6515bb18/Final%2B-%2BElectric%2BTransmission%2Band%2BDistribution.pdf?MOD=AJPERES&id=1323162154847>
- MAC : Mines and Communities, 2006. Studies on impact of proposed Lanjigarh bauxite mining on biodiversity including wildlife and its ha. Disponible sur : <http://www.minesandcommunities.org/article.php?a=6044>
- MIQUET, C., GAIDDON, B., 2009. Systèmes photovoltaïques : fabrication et impact environnemental. Disponible sur : [http://www.photovoltaique.info/IMG/pdf/PV\\_Fab\\_Envt\\_final\\_26082009.pdf](http://www.photovoltaique.info/IMG/pdf/PV_Fab_Envt_final_26082009.pdf)
- Photovoltaïque.info. Parcs photovoltaïques au sol – Du point de vue de l'environnement local. Disponible sur : <http://www.photovoltaique.info/Du-point-de-vue-de-l-environnement.html>
- TURNEY, D., FTHENAKIS, V., 2011. Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. Renewable and sustainable energy review, 15, 3261-3270. Disponible sur : [http://www.firstsolar.com/Innovation/~/\\_media/Files/Sustainability%20-%20Sustainability%20Documentation/CdTe%20Docs/Environmental\\_Impacts\\_from\\_installation\\_operation\\_large-scale\\_solar\\_power\\_plants.ashx](http://www.firstsolar.com/Innovation/~/_media/Files/Sustainability%20-%20Sustainability%20Documentation/CdTe%20Docs/Environmental_Impacts_from_installation_operation_large-scale_solar_power_plants.ashx)
- WADE, A. Solar Parks and their influence on biodiversity. [http://www.eupvplatform.org/uploads/media/Solar\\_parks\\_and\\_their\\_influence\\_on\\_Biodiversity\\_Andreas\\_Wade.pdf](http://www.eupvplatform.org/uploads/media/Solar_parks_and_their_influence_on_Biodiversity_Andreas_Wade.pdf)
- World Tellurium producing countries. Disponible sur : <http://www.mapsofworld.com/minerals/world-tellurium-producers.html>

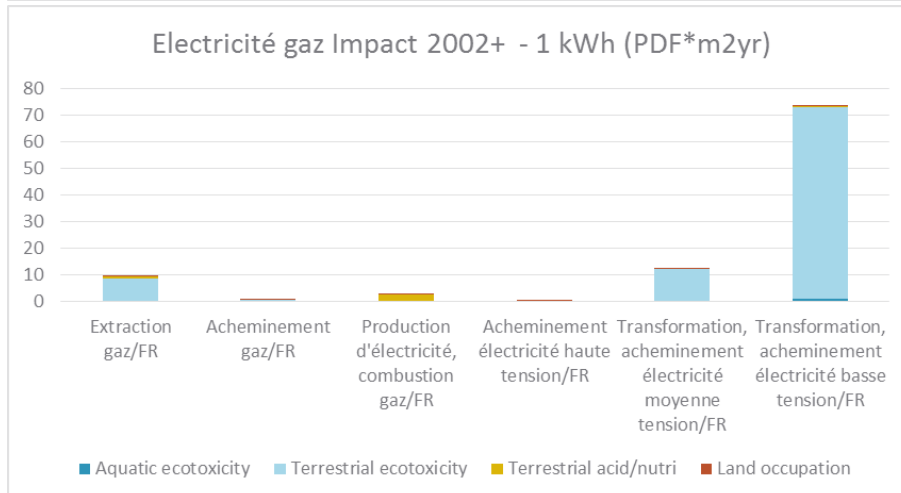
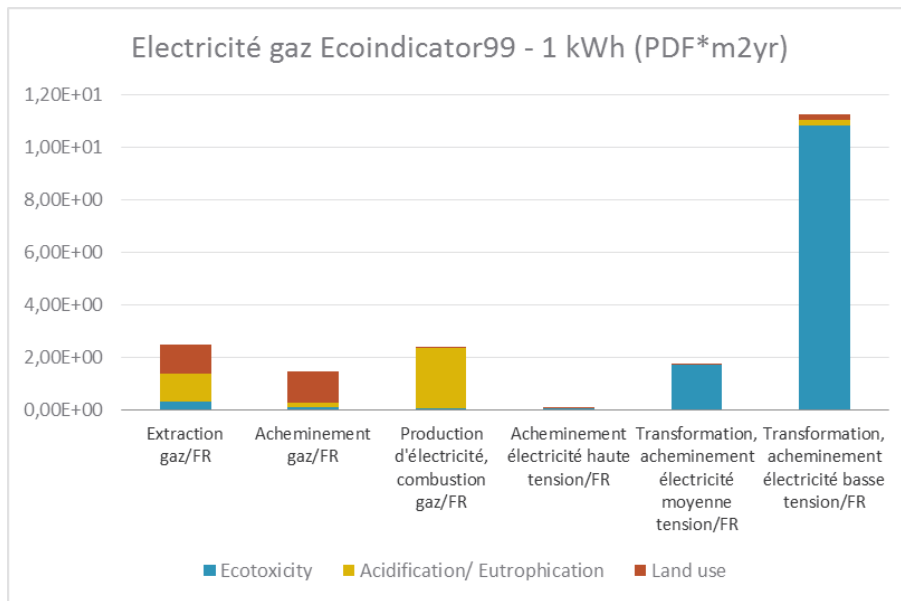
**Annexe K : Graphiques présentés dans le volet ACV de l'étude de cas**

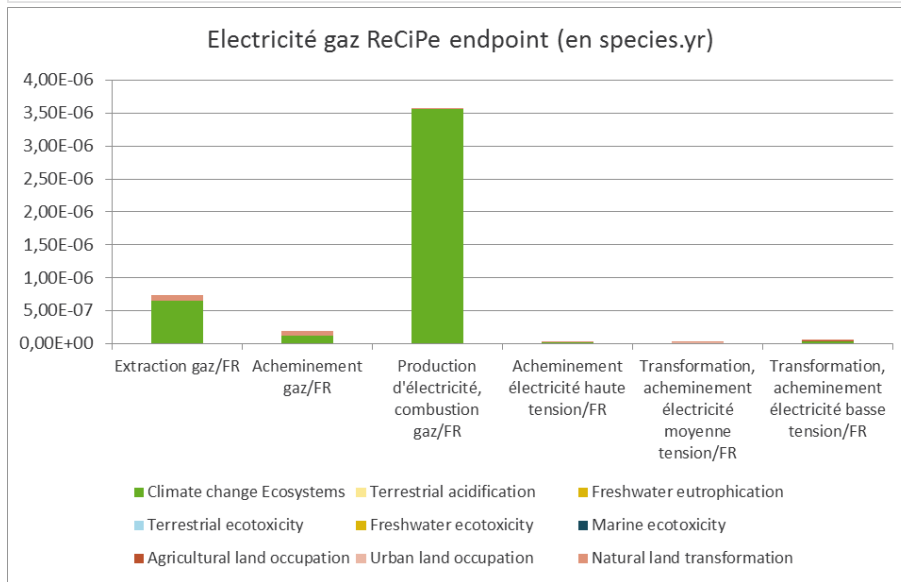
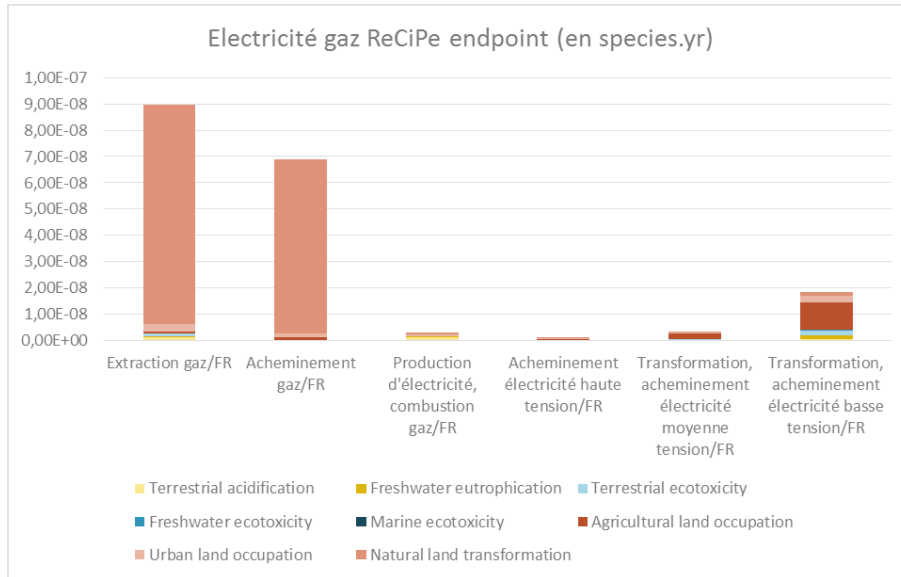
- Comparaison des résultats pour le endpoint « Qualité de l'écosystème » selon les trois méthodes ACV pour un kWh charbon



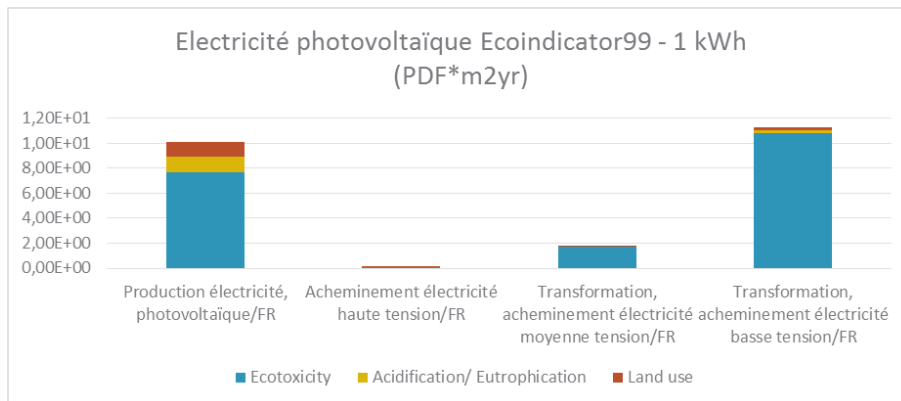


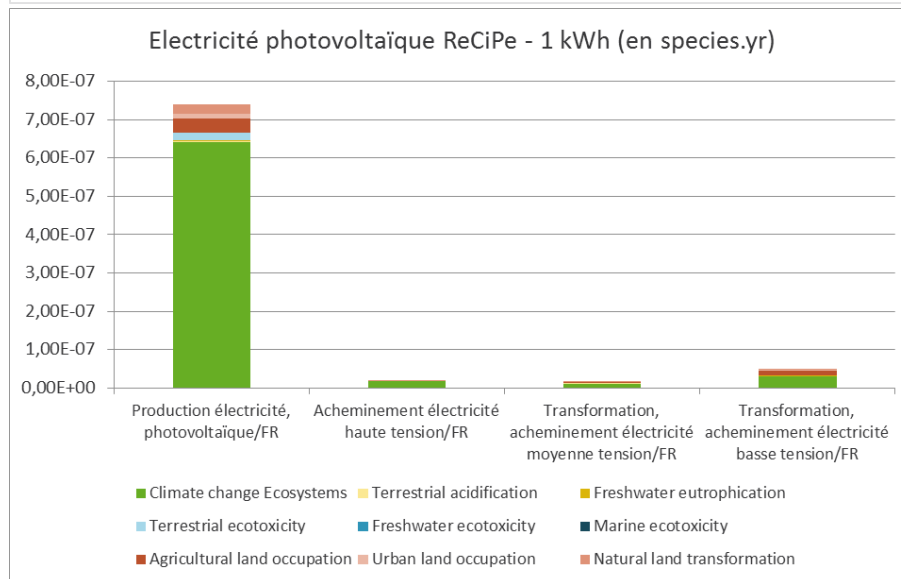
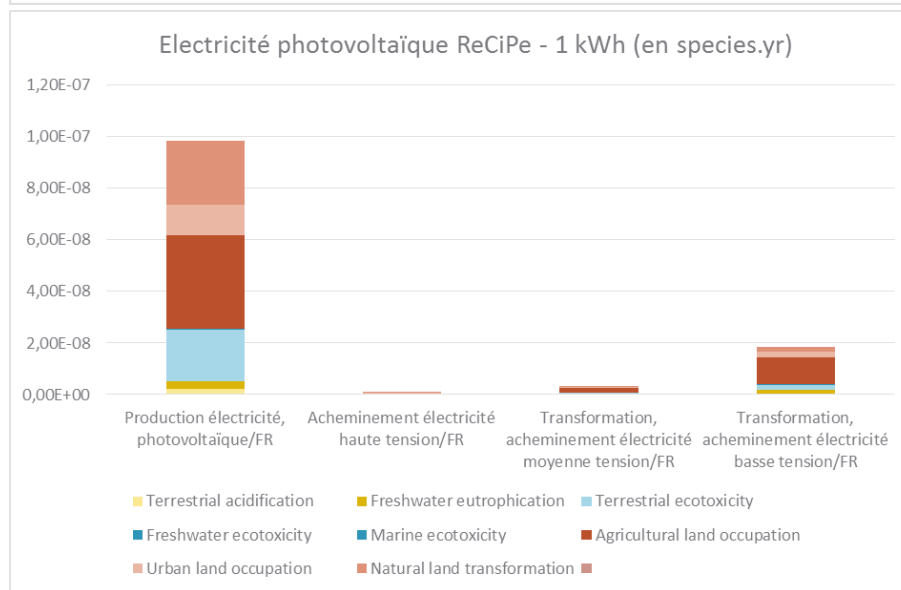
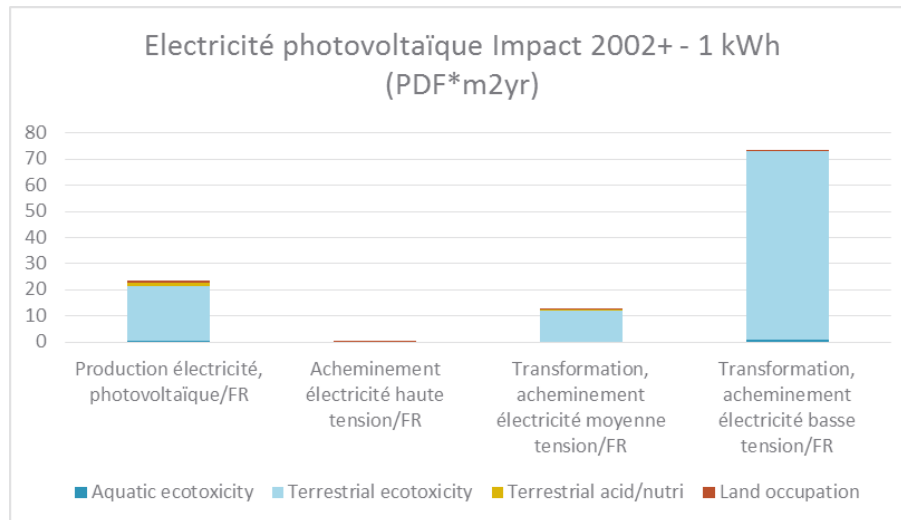
- Comparaison des résultats pour le endpoint « Qualité de l'écosystème » selon les trois méthodes ACV pour un kWh gaz



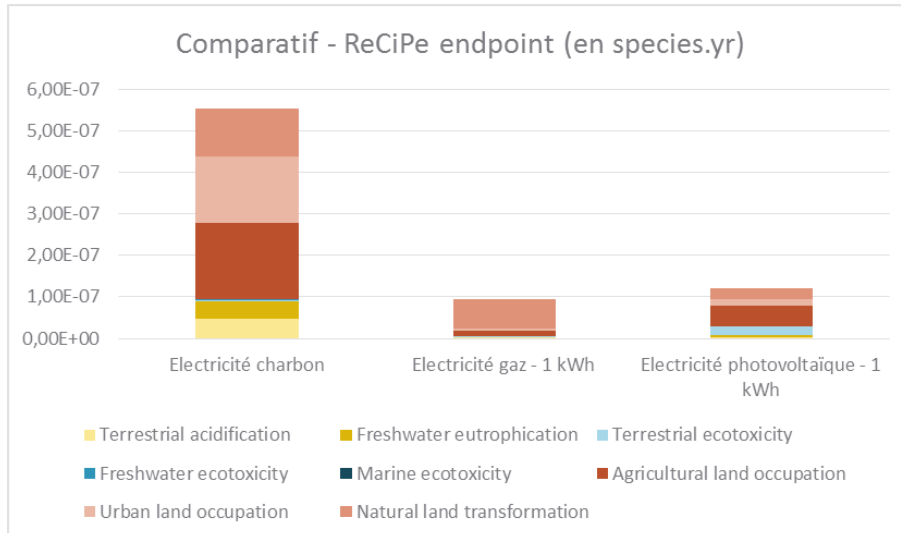
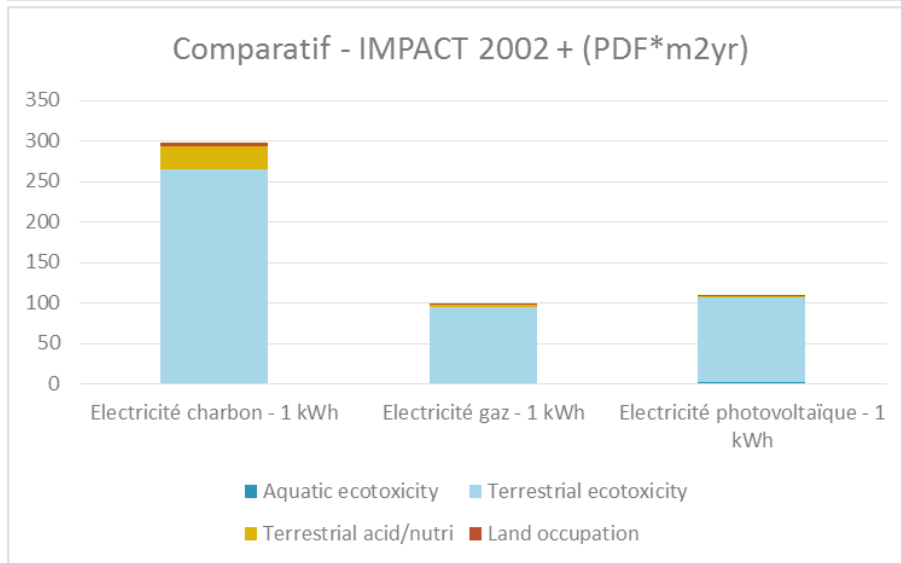
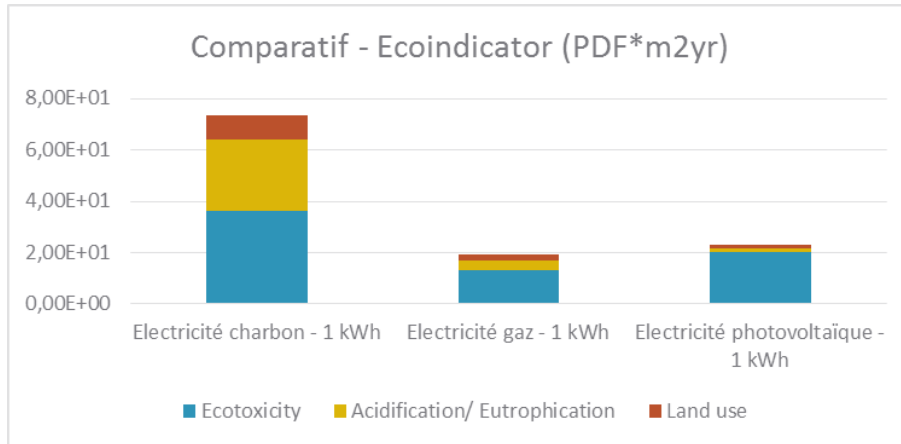


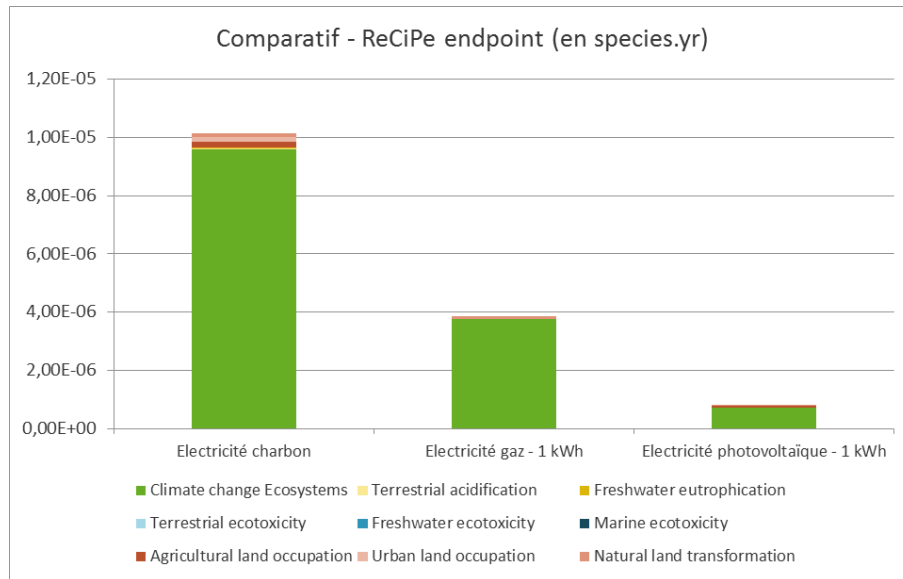
- Comparaison des résultats pour le endpoint « Qualité de l'écosystème » selon les trois méthodes ACV pour un kWh photovoltaïque





- Comparaison des résultats pour le endpoint « Qualité de l'écosystème » des trois sources d'énergie selon les trois méthodes ACV





Annexe L : Exemples d'indicateurs de risque pour les écosystèmes, relatif aux impacts potentiels des entreprises

Un indicateur de risque lié à la proximité aux espaces protégés

Les espaces protégés mondiaux sont des zones où des mesures particulières de protection, de surveillance et/ou de gestion sont mises en œuvre, dans un objectif de protection, restauration et de gestion du milieu, des habitats naturels et des espèces. Dans ces zones, certaines activités peuvent y être interdites. Ainsi, il est possible de supposer que plus un espace protégé interdit les activités anthropiques, plus celui-ci est sensible à ces activités.

L'indicateur de risque pour la biodiversité serait fonction de deux indicateurs :

- **La distance du site étudié par rapport à un espace protégé ;**
- **Le niveau de protection des espaces protégés**, défini par l'UICN qui a réalisé une classification des espaces protégés en fonction de leur niveau de protection, allant de I pour des espaces protégés de toute activité anthropique à VI pour ceux en étant peu protégés

Tableau 36 : Les notes de protection associées aux catégories UICN des espaces protégés

Catégorie UICN	Type d'espace protégé
Catégorie Ia	Réserve naturelle intégrale
Catégorie Ib	Zone de nature sauvage
Catégorie II	Parc national
Catégorie III	Monument ou élément naturel
Catégorie IV	Aire de gestion des habitats ou des espèces
Catégorie V	Paysages terrestres ou marins protégés
Catégorie VI	Aire protégée pour l'utilisation durable des ressources naturelles
Aucune catégorie	

Ainsi, plus le site étudié est proche d'espaces protégés bénéficiant d'un haut niveau de protection, plus celui-ci est considéré comme ayant un niveau de sensibilité élevé vis-à-vis des impacts occasionnés par ses activités.

La détermination de l'indicateur de risque est à réaliser pour chaque site concerné ou potentiellement concerné par le produit (matières première, fabrication, ...).

La liste des espaces protégés associés à leurs catégories UICN est disponible sur la **World Database of Protected Areas (WDPA)** réalisée conjointement par le PNUE et l'UICN. Cette base de données est intégrée dans un outil cartographique **IBAT for Business** (Integrated Biodiversity Assessment Tool).

Un indicateur lié à la proximité aux écosystèmes ayant des statuts de conservation différents

Les écosystèmes, tels qu'ils sont définis par l'UICN dans le cadre de la Liste Rouge des écosystèmes, sont déterminés au sein de chaque pays, sur des surfaces plutôt réduites afin de permettre une grande précision. Ils sont délimités de façon à notamment prendre en compte des critères biogéographiques et les zonations latitudinales. A l'heure actuelle, cette liste rouge n'est pas encore parue, c'est pourquoi le nombre total d'écosystèmes n'est pas défini. A titre d'exemple, environ cinq cents écosystèmes seront définis pour l'Amérique et l'Amérique du Sud.

« Comment utiliser les flux, indicateurs et méthodes ACV existants pour traiter l'impact sur la biodiversité »

L'indicateur de risque pour la biodiversité prendrait la forme du **statut de conservation des écosystèmes** actuellement développé par l'UICN, dans le cadre de la Liste Rouge des Ecosystèmes. La méthodologie repose sur cinq critères :

- L'évolution de la surface de l'écosystème ;
- Sa répartition mondiale ;
- Ses principales dégradations environnementales (pollution de l'eau, prélèvements de végétation, épuisement des ressources vivantes, ...) ;
- Ses variations en termes de diversité biologique (dont la richesse spécifique) ;
- Son risque de disparition.

Ces cinq critères permettent de déterminer huit statuts de conservation :

- CO : Effondré (écosystèmes qui se sont effondrés dans toute leur aire de répartition) ;
- CR : En danger critique d'extinction ;
- EN : En danger ;
- VU : Vulnérable ;
- NT : Quasi menacé (écosystèmes qui ne satisfont pas (de peu) les critères quantitatifs des catégories d'écosystèmes menacés ;
- LC : Préoccupation mineure (écosystèmes qui d'une manière évidente ne correspondent à aucun des critères quantitatifs ;
- DD : Données insuffisantes ;
- NE : Non évalué.

Du statut « Vulnérable » au statut « En danger critique d'extinction », l'écosystème est considéré comme menacé. Plus le statut de conservation tend vers le danger critique d'extinction, plus l'écosystème aura un niveau de sensibilité élevé.

Grâce au travail de l'UICN, il sera alors possible d'obtenir une cartographie mondiale des écosystèmes, avec pour chacun un statut de conservation correspondant à son niveau de sensibilité. Le statut de conservation des écosystèmes selon l'UICN sera disponible, dans sa version finale, en 2025. Mais, dans les quatre prochaines années, les premiers résultats paraîtront, notamment pour l'Amérique et l'Europe.

La détermination du niveau de sensibilité est à réaliser pour chaque site concerné par le produit (matières première, fabrication, ...).